

Referências Bibliográficas

ACI - AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. **Building code requirements for structural concrete.** ACI Committee 318. Detroit, 1999.

ACI - AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. **Guide for the design and construction of externally bonded FRP systems for strengthening concrete structures.** ACI Committee 440. Detroit, 2001.

AMELI, M.; RONAGH, H. R.; DUX, P. F. Experimental Investigations on FRP Strengthening of Beams in Torsion. **FRP Composites in Civil Engineering – CICE 2004**, Adelaide, Australia, p.587-592.

AMERICAN SOCIETY for TESTING and MATERIALS - ASTM - D3039/D3039, 2000 – **Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials.** USA.

ALNUAIMI, A. S. M. **Direct Design of Reinforcement and Partially Prestressed Concrete Beams for Combined Torsion, Bending and Shear.** Glasgow, 1999. 416p. Thesis – Department of Civil Engineering, University of Glasgow.

APRILE, A.; BENEDETTI, A. Coupled Flexural-Shear Design of R/C Beams Strengthened with FRP. **Composites: Part B**, n. 35, p.1-25, 2004.

ARAÚJO, A. C. N. **Estudo Experimental do Reforço à Flexão de Vigas de Concreto Armado Utilizando Compósitos com Tecidos de Fibras de Carbono.** Rio de Janeiro, 2002a. 118p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Civil, PUC-Rio.

ARAÚJO, C. M. **Reforço de Vigas de Concreto à Flexão e ao Cisalhamento com Tecidos de Fibra de Carbono.** Rio de Janeiro, 2002b. 153p. Dissertação de Mestrado – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR-6118: **Projeto de Estruturas de Concreto Armado.** Rio de Janeiro, 2003.

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-5739: **Concreto – Ensaio de Compressão de Corpos-de-Prova de Concreto Cilíndricos – Método de Ensaio.** Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR-6152: **Determinação das Propriedades Mecânicas à Tração de Materiais Metálicos – Método de Ensaio.** Rio de Janeiro, 1980.

AVILÉS, G. L. **Estudio Experimental sobre el Refuerzo a Cortante de Estructuras de Hormigón Mediante Materiales Compuestos.** Cataluña, 2002. 241p. Tese de Doctorado – Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos, Departamento de Ingeniería de la Construcción, Universidad Politécnica de Cataluña.

BASCHE, H. D.; FREITAG, N.; JAUCK, K. **Bond Behaviour of Carbon Fibres in Concrete.** LACER nº 5. 14p. 2000.

BEBER, A. J. **Comportamento Estrutural de Vigas de Concreto Armado Reforçadas com Compósitos de Fibra de Carbono.** Porto Alegre, 2003. 317p. Tese de Doutorado. UFRGS.

CÁNOVAZ, M. F. **Patologia e Terapia do Concreto Armado.** 1.ed. São Paulo: Editora Pini Ltda, 1988. 522p.

CHEN, J. F.; TENG, J. G. Shear Capacity of FRP-strengthened RC beams: FRP debonding. **Construction and Building Materials**, v. 17, p.27-41, fev. 2003.a.

CHEN, J. F.; TENG, J. G. Shear Capacity of FRP-Strengthened RC Beams: FRP Rupture. **Journal of Structural Engineering**, ASCE, v. 129, n. 5, p.615-625, 2003.b.

DEIFALLA, A.; GHOARAH, A. Calculating the Thickness of FRP Jacket for shear and Torsion Strengthening of RC T-Girders. **Third International Conference on FRP Composites in Civil Engineering (CICE 2006)**. Miami, Florida, EUA, p.581-584, Dec. 2006.

EMMONS, P. H.; VAYSBURD, A. M.; THOMAS, J. Strengthening Concrete Structures, Part I. **Concrete International**, Detroit, v. 20, n. 3, p.53-58, abr. 1998.a.

EMMONS, P. H.; VAYSBURD, A. M.; THOMAS, J. Strengthening Concrete Structures, Part II. **Concrete International**, Detroit, v. 20, n. 4, p.56-60, abr. 1998.b.

Eurocode 2: Design of concrete structures. Beton-Kalender, p.90-183. 1991.

FÉDÉRATION INTERNATIONALE DU BÉTON. **Externally bonded FRP reinforcement for RC Structures**. Lausanne, 2001 (FIB Bulletin 14).

FIORELLI, J. **Utilização de Fibras de Carbono e de Fibras de Vidro para Reforço de Vigas de Madeira**. São Carlos Dissertação de Mestrado. São Carlos. 2002.

GABRIELSSON, H. **Ductility in High Performance Concrete Structures – An Experimental Investigation and a Theoretical Study of Presstressed Hollow Core Slabs and Prestressed Cylindrical Pole Elements**. Lulea, 1999. 265p. Doctoral Thesis – Department of Civil and Mining Engineering, Division of Structural Engineering, Lulea University of Technology.

GHOBARAH, A; GHORBEL, M. N; CHIDIAC, S. E. Upgrading Torsional Resistance of Reinforced Concrete Beams Using Fiber-Reinforced Polymer. **Journal of Composites for Construction**, v. 6, n. 4, p.257-263, nov. 2002.

GIBSON, R. F. **Principles of Composite Material Mechanics.** New York: McGraw-Hill, New York, 1993. 421p.

HII, A. K. Y.; AL-MAHAIDI, R. An Experimental and Numerical Investigation on Torsional Strengthening of Solid and Box-section RC Beams Using CFRP Laminates. **Composites Structures**, v. 75, n. 1 p.213-221, set. 2006.a.

HII, A. K. Y.; AL-MAHAIDI, R. Experimental Investigation on Torsional Behavior of Solid and Box-Section RC Beams Strengthened with CFRP Using Photogrammetry. **Journal of Composites for Construction**, v. 10, n. 4, p.321-329, jul. 2006.b.

HII, A. K. Y.; AL-MAHAIDI, R. Torsion Design of CFRP Plated RC Members. **Third International Conference on FRP Composites in Civil Engineering (CICE 2006)**. Miami, Florida, EUA, p.235-238, dez. 2006.c.

HII, A. K. Y.; AL-MAHAIDI, R. Torsion Capacity of CFRP Strengthened Reinforced Concrete Beams. **Journal of Composites for Construction**, v. 11, n. 1, p.71-80, jan. 2007.

Hsu T. T. C. **Torsion of Reinforced Concrete.** 1ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 1984. 544p.

HSU, T. T. C. **Torsion of Structural Concrete – A Summary of Pure Torsion.** American Concrete Institute, Publication SP-18, p.165-178. 1968.

HSU, T. T. C. **Unified Theory of Reinforced Concrete.** 1.ed. Florida: CRC Press, 1993. 313p.

Hsu, T. T. C.; MO, Y. L. **Softening of Concrete in Torsional Members.** Research Report nº. ST-TH-001-83. Department of Civil Engineering, University of Houston. Houston, Texas. 107. 1983.

Hsu, T. T. C.; MO, Y. L. Softening of Concrete in Torsional Members – Theory and Test. **ACI Structural Journal**, v. 82, n. 3, p.290-303. 1985.

Hsu, T. T. C. Softening truss model theory for shear and torsion. **ACI Structural Journal**, v. 85, n. 6, p.624-635. 1988.

Hsu, T. T. C. Shear flow zone in torsion of reinforced concrete. **Journal Structural Engineering**, ASCE, v.116, n. 11, p.3206-3226. 1990.

Hsu, T. T. C. Nonlinear analysis of concrete membrane elements. **ACI Structural Journal**, v. 88, n. 5, p.552-561. 1991a.

Hsu, T. T. C.. Nonlinear analysis of concrete torsional members. **ACI Structural Journal**, v. 88, n. 6, p.674-682. 1991b.

Hsu, T. T. C.; Zhang, L. X. Tension Stiffening in Reinforced Concrete Membrane Elements. **ACI Structural Journal**, v. 93, n.1, p.108-115. 1996.

Hsu, T. T. C.. ACI shear and torsion provision for prestressed hollow girders. **ACI Structural Journal**, v. 94, n.6, p.787-799. 1997.

JOAQUIM, M. C. **Modelo Analítico para Dimensionamento de Reforço à Flexão de Vigas em Concreto Armado Utilizando Compósitos de Fibra de Carbono**. Rio de Janeiro, 2004. 97p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Civil, PUC-Rio.

LAMPERT, P.; THÜRLMANN, B. **Ultimate Strength and Design of Reinforced Concrete Beams in Torsion and Bending**. IABSE, No. 31-I, p.107-131. 1971.

LEONHARDT, F.; SCHELLIN, G. **Torsionsversuche na Stahlbetonbalken**. Deutscher Ausschuss Für Stahlbeton, Heft 239, 122p. Universität Stuttgart, Berlin. 1974.

LIMA, R. C. A. **Investigação dos Efeitos de Temperaturas Elevadas em Reforços Estruturais com Tecidos de Fibra de Carbono**. Porto Alegre, 2001. 140p. Dissertação de Mestrado, UFRGS.

KARBHARI, V. M. **Use of Composites Materials in Civil Infrastructure in Japan**. Japan, 1998. 221p. Monografia – WTEC.

MACHADO, M. G. **Estudo Experimental da Ductilidade de Vigas em Concreto Armado Reforçadas à Flexão Utilizando Compósitos com Tecidos de Fibra de Carbono.** Rio de Janeiro, 2004. 301p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Civil, PUC-Rio.

MENEGHEL, J. M. **Análise Experimental da Aderência entre o Concreto e Compósitos com Tecido de Fibras de Carbono.** Rio de Janeiro, 2005. 203p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Civil, PUC-Rio.

MEIER, U. Strengthening of Structures Using Carbon Fibre/Epoxy Composites. **Construction and Building Materials**, v. 9, n. 6, p.341-351. 1995.

MITCHELL, D.; COLLINS, M. P. The Behaviour of Structural Concrete Beams in Pure Torsion. Publication nº. 74-06, Department of Civil Engineering, University of Toronto. 88p. 1974.

COLLINS, M. P. ; MITCHELL, D. Shear and Torsion Design of Prestressed and Non-Prestressed Concrete Beams. **PCI Journal**, v. 25, n. 5, p.32-100. 1980.

NORDIN, HAKAN. **Fibre Reinforced Polymers in Civil Engineering. Flexural Strengthening of Concrete Structures with Prestressed Near Surface Mounted CFRP Rods.** Lulea, 2003. 143p. Licentiate Thesis – Department of Civil and Mining Engineering, Division of Structural Engineering, Lulea University of Technology.

PACHECO, C. O. **Verificação Experimental da Aderência CFC-Concreto por meio de Ensaios Tração-Compressão.** Rio de Janeiro, 2006. 175p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Civil, PUC-Rio.

PANCHACHARAM, S.; BELARBI, A. Torsional Behaviour of Reinforced Concrete Beams Strengthened with FRP Composites. **Proceedings First FIB Congress on Concrete Structures in the 21st Century.** Osaka, Japão, p.13-19, out. 2002.

PEREIRA, B. S. C. S. **Estudo do Reforço Externo à Força Cortante em Vigas de Concreto Armado Utilizando Compósitos de Fibras de Carbono.** Rio de Janeiro, 2005. 150p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Civil, PUC-Rio.

RAHAL, K. N. Torsional Strength of Reinforced Concrete Beams. **Canadian Journal of Civil Engineering**, v. 27, p.445-453. 2000.

SALOM, P. R.; GERGELY, J; YOUNG, D. T. Torsional Strengthening of Spandrel Beams with Fiber-Reinforced Polymer Laminates. **Journal of Composites for Construction**, v. 8, n. 2, p.157-162. 2004a.

SALOM, P. R.; GERGELY, J; YOUNG, D. T. Torsional Retrofit of Spandrel Beams with Composites Laminates. **Structures e Buildings**, v. 157, p.69-76. 2004b.

SÁNCHEZ FILHO, E. S. Reforço de Vigas de Concreto Estrutural Através de Chapas Metálicas Coladas com Epóxi. **REIBRAC**. CD-ROM. 18p. 1998.

SÁNCHEZ FILHO, E. S. Análise do Comportamento Mecânico das Peças de Seção Transversal Plena de Concreto Armado Sujeitas à Torção de Saint-Venant. **Encarte Técnico da Revista Construção**. São Paulo, p.11-14. 1989.

SÁNCHEZ FILHO, E. S.; SILVA FILHO, J. J. H. Strengthening Design of Rectangular Reinforced Concrete Beams in Torsion with Carbon Fiber Composites. In: **IV HPC - IV INTERNATIONAL ACI/CANMET CONFERENCE on Quality of Concrete Structures and Recent Advances in Concrete Materials and Testing**, Olinda. p.688-699. 2005.

SIKA. Manual Técnico. 214p. 2005.

SILVA FILHO, J. J. H.; SÁNCHEZ FILHO, E. S.; VELASCO, M. S. L. Análise de Vigas de Concreto Armado Reforçadas à Torção com Compósitos de Fibra de Carbono. In: **Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas**, Rio de Janeiro. Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas. p.1-16. 2005.

SILVA FILHO, J. J. H.; SÁNCHEZ FILHO, E. S.; VELASCO, M. S. L. Dimensionamento e Análise do Comportamento de Vigas de Concreto Armado Reforçadas com Compósitos de Fibra de Carbono Solicitadas à Torção. In: **VI Simpósio EPUSP Estruturas de Concreto**, São Paulo. p.1117-1131. 2006.a.

SILVA FILHO, J. J. H.; SÁNCHEZ FILHO, E. S.; VELASCO, M. S .L. Estudo Experimental de Vigas de Concreto Armado Reforçadas com Compósitos de Fibras de Carbono à Torção. **Engenharia Estudo e Pesquisa.** v. 8, n. 2, p.56-62. 2006.b.

SOUTO FILHO, M. V. **Modelagem Numérica de Reforço Estrutural em Vigas de Concreto Armado.** Rio de Janeiro, 2002. 127p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Civil, PUC-Rio.

TÄLJSTEN, B. Strengthening of Concrete Structures in Torsion with FRP. **Proceedings of FRPRCS-6.** v. 2, p.1667-1176. 2003.

TECGRAF. **Iup: Portable user interface - v 2.5.** Disponível em <<http://www.tecgraf.puc-rio.br/iup/>>.

TECHNICAL REPORT Nº55. **Design Guidance for Strengthening Concrete Structures Using Fibre Composite Materials.** Concrete Society. 71p. 2000.

Anexo A – Dados

VRef

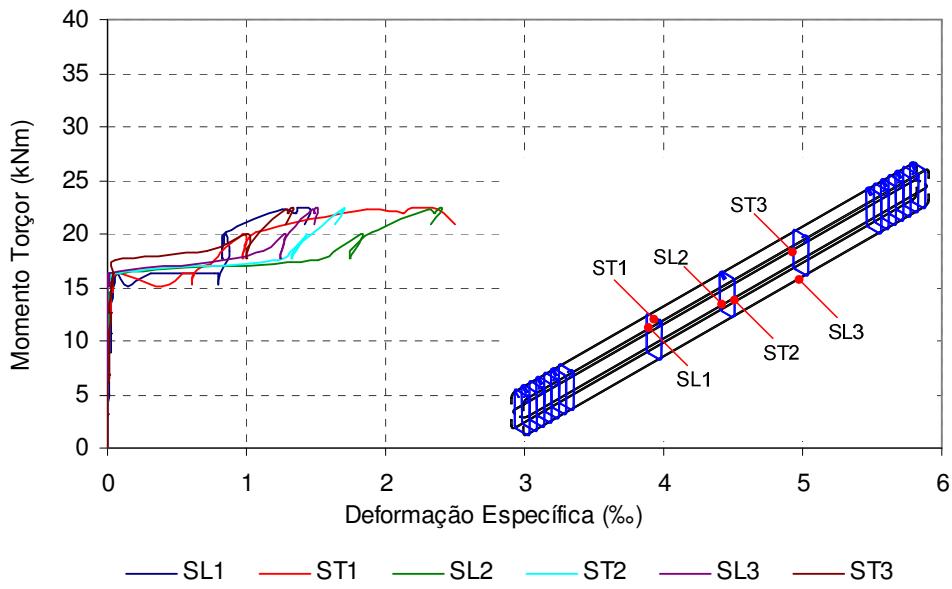


Figura A.1 – Gráfico momento torçor x deformação específica das armaduras de aço transversal e longitudinal da viga VRef.

Tabela A1 – Ângulo de torção por unidade de comprimento e leituras dos LVDT da viga VRef.

Torçor (kNm)	θ/m	LVDT1 (mm)	LVDT2 (mm)	LVDT3 (mm)	LVDT4 (mm)	LVDT5 (mm)
0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1,9	0,013	0,077	0,073	0,068	0,072	0,045
3,1	0,022	0,143	0,136	0,131	0,121	0,087
3,1	0,022	0,143	0,136	0,131	0,124	0,088
3,0	0,021	0,143	0,136	0,131	0,125	0,090
5,1	0,040	0,251	0,232	0,225	0,202	0,149
5,0	0,038	0,251	0,232	0,226	0,208	0,156
5,1	0,038	0,251	0,232	0,227	0,209	0,156
6,8	0,051	0,345	0,319	0,306	0,274	0,217
6,8	0,051	0,345	0,319	0,306	0,275	0,217
6,9	0,051	0,345	0,329	0,312	0,280	0,217
8,9	0,062	0,446	0,419	0,397	0,353	0,290
9,0	0,065	0,466	0,440	0,414	0,368	0,302
10,7	0,081	0,561	0,513	0,484	0,425	0,356
10,7	0,085	0,575	0,526	0,494	0,433	0,361
12,7	0,096	0,659	0,616	0,566	0,491	0,416
12,6	0,099	0,672	0,629	0,576	0,502	0,422
14,4	0,116	0,760	0,704	0,643	0,549	0,466
14,6	0,123	0,790	0,729	0,663	0,569	0,478
16,4	0,142	0,880	0,824	0,734	0,619	0,520
15,1	0,167	0,954	0,760	0,757	0,646	0,531
16,4	0,201	1,051	0,754	0,757	0,670	0,542
16,3	0,234	1,145	0,783	0,758	0,671	0,551
16,3	0,287	1,287	0,910	0,797	0,672	0,559
15,2	0,309	1,344	0,978	0,732	0,702	0,560
16,3	0,347	1,443	1,053	0,735	0,724	0,561
17,6	0,717	2,369	1,675	0,889	0,908	0,540
18,4	1,088	3,345	2,576	1,710	1,176	0,552
20,0	1,382	4,154	3,160	2,095	1,371	0,590
19,5	1,399	4,207	3,189	2,103	1,376	0,598
17,8	1,399	4,207	3,189	2,103	1,376	0,598
17,7	1,399	4,207	3,189	2,103	1,376	0,598
18,6	1,415	4,251	3,226	2,104	1,387	0,598
20,2	1,517	4,539	3,423	2,202	1,460	0,616
22,2	2,082	6,131	4,307	2,838	1,808	0,692
21,9	2,236	6,571	4,474	3,013	1,899	0,713
21,9	2,240	6,581	4,474	3,013	1,899	0,713
22,0	2,246	6,599	4,493	3,019	1,899	0,713
22,1	2,266	6,653	4,526	3,041	1,924	0,713
22,4	2,293	6,726	4,562	3,068	1,944	0,713
22,2	2,499	7,290	4,864	3,139	1,995	0,713
20,9	2,728	7,894	5,136	3,012	1,922	0,684
17,5	2,846	8,210	5,275	2,949	1,910	0,675
16,4	2,945	8,486	5,515	2,886	1,872	0,673
15,5	2,978	8,579	5,615	2,844	1,844	0,672
14,4	2,958	8,490	5,524	2,756	1,780	0,643
15,3	2,996	8,595	5,651	2,756	1,780	0,643
3,8	2,427	6,676	4,429	1,898	1,301	0,326

Tabela A2 – Leituras dos extensômetros colados na superfície de concreto da viga VRef.

Torçor (kNm)	C1 (%)	C2 (%)	C3 (%)	C4 (%)	C5 (%)	C6 (%)	C7 (%)	C8 (%)	C9 (%)
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1,9	-0,0014	-0,0169	-0,0003	-0,0001	-0,0170	-0,0004	0,0014	-0,0164	0,0000
3,1	-0,0044	-0,0294	-0,0008	0,0000	-0,0294	-0,0010	0,0040	-0,0284	-0,0001
3,1	-0,0040	-0,0283	-0,0004	0,0004	-0,0282	-0,0007	0,0053	-0,0273	0,0005
3,0	-0,0037	-0,0277	-0,0010	0,0012	-0,0275	-0,0007	0,0079	-0,0266	0,0012
5,1	-0,0032	-0,0481	-0,0001	0,0022	-0,0480	-0,0008	0,0105	-0,0469	0,0016
5,0	-0,0037	-0,0475	-0,0005	0,0018	-0,0477	-0,0010	0,0117	-0,0466	0,0021
5,1	-0,0034	-0,0477	0,0000	0,0027	-0,0473	-0,0001	0,0132	-0,0462	0,0026
6,8	-0,0012	-0,0671	0,0006	0,0035	-0,0664	-0,0003	0,0156	-0,0655	0,0027
6,8	-0,0003	-0,0653	0,0006	0,0045	-0,0649	0,0005	0,0182	-0,0638	0,0034
6,9	-0,0005	-0,0675	0,0001	0,0039	-0,0676	0,0000	0,0179	-0,0664	0,0028
8,9	-0,0022	-0,0889	0,0014	0,0062	-0,0869	0,0012	0,0226	-0,0862	0,0045
9,0	-0,0021	-0,0925	0,0014	0,0072	-0,0898	0,0018	0,0255	-0,0891	0,0053
10,7	0,0001	-0,1109	0,0030	0,0084	-0,1083	0,0030	0,0281	-0,1081	0,0057
10,7	-0,0013	-0,1148	0,0028	0,0086	-0,1119	0,0030	0,0303	-0,1114	0,0054
12,7	-0,0035	-0,1385	0,0055	0,0112	-0,1340	0,0036	0,0338	-0,1345	0,0057
12,6	-0,0037	-0,1439	0,0040	0,0081	-0,1430	0,0012	0,0335	-0,1422	0,0018
14,4	-0,0046	-0,1662	0,0092	0,0126	-0,1621	0,0050	0,0400	-0,1631	0,0045
14,6	-0,0079	-0,1756	0,0132	0,0161	-0,1692	0,0070	0,0464	-0,1718	0,0065
16,4	-0,0130	-0,2050	0,0244	0,0362	-0,1900	0,0081	0,0563	-0,1967	0,0099
15,1	-0,0290	-0,2183	0,0290	0,0522	-0,1817	0,0102	0,0631	-0,1920	0,0139
16,4	-0,0369	-0,2464	0,0311	0,0546	-0,1955	0,0104	0,0644	-0,2059	0,0142
16,3	-0,0439	-0,2645	0,0316	0,0595	-0,1951	0,0117	0,0655	-0,2054	0,0144
16,3	-0,0457	-0,2808	0,0237	0,0831	-0,2593	-0,0205	0,0679	-0,2083	0,0143
15,2	-0,0463	-0,2731	0,0218	0,0654	-0,2634	-0,0381	0,0673	-0,1972	0,0150
16,3	-0,0484	-0,2957	0,0146	0,0568	-0,2933	-0,0503	0,0692	-0,2130	0,0130
17,6	-0,0408	-0,5698	–	-0,2208	-0,6602	-0,0644	0,0800	-0,2346	0,0419
18,4	0,1166	-0,6284	–	-0,2566	-0,7191	-0,0579	–	-0,5138	–
20,0	–	-0,7710	–	-0,3047	-0,8829	-0,0464	–	-0,8047	–
19,5	–	-0,7827	–	-0,3113	-0,8935	-0,0329	–	-0,8597	–
17,8	–	-0,7638	–	-0,3069	-0,8745	-0,0299	–	-0,8565	–
17,7	–	-0,7645	–	-0,3087	-0,8762	-0,0311	–	-0,8580	–
18,6	–	-0,7777	–	-0,3140	-0,8929	-0,0353	–	-0,8736	–
20,2	–	-0,8266	–	-0,3369	-0,9565	-0,0459	–	-0,9522	–
22,2	–	-1,0727	–	-0,4233	-1,1804	-0,1891	–	-1,4143	–
21,9	–	-1,1547	–	-0,4516	-1,2586	-0,2417	–	-1,5331	–
21,9	–	-1,1561	–	-0,4523	-1,2603	-0,2431	–	-1,5353	–
22,0	–	-1,1591	–	-0,4532	-1,2635	-0,2447	–	-1,5399	–
22,1	–	-1,1672	–	-0,4563	-1,2725	-0,2503	–	-1,5519	–
22,4	–	-1,1788	–	-0,4601	-1,2844	-0,2576	–	-1,5672	–
22,2	–	-1,3020	–	-0,4682	-1,3143	-0,3992	–	-1,6035	–
20,9	–	-1,2988	–	-0,4747	-1,2956	-0,4141	–	-1,5756	–
17,5	–	-1,2365	–	-0,4545	-1,2126	-0,4190	–	-1,4606	–
16,4	–	-1,2179	–	-0,4460	-1,1997	-0,4084	–	-1,4388	–
15,5	–	-1,1838	–	-0,4376	-1,1704	-0,3958	–	-1,4024	–
14,4	–	-1,1600	–	-0,4261	-1,1265	-0,3842	–	-1,3399	–
15,3	–	-1,1485	–	-0,4279	-1,1434	-0,3876	–	-1,3705	–
3,8	–	-0,8084	–	-0,3172	-0,8046	-0,2704	–	-0,9211	–

Tabela A3 – Leituras dos extensômetros colados na armadura de aço transversal e longitudinal da viga VRef.

Torçor (kNm)	SL1 (%)	ST1 (%)	SL2 (%)	ST2 (%)	SL3 (%)	ST3 (%)
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1,9	0,0022	0,0019	0,0012	-0,0011	-0,0008	0,0008
3,1	0,0043	0,0027	0,0024	-0,0027	-0,0014	0,0019
3,1	0,0047	0,0027	0,0027	-0,0018	-0,0010	0,0020
3,0	0,0047	0,0031	0,0030	-0,0015	-0,0004	0,0026
5,1	0,0092	0,0054	0,0054	-0,0024	-0,0005	0,0045
5,0	0,0092	0,0053	0,0054	-0,0023	-0,0005	0,0046
5,1	0,0102	0,0060	0,0064	-0,0014	-0,0001	0,0053
6,8	0,0137	0,0079	0,0077	-0,0022	0,0000	0,0070
6,8	0,0145	0,0084	0,0084	-0,0007	0,0001	0,0077
6,9	0,0141	0,0080	0,0076	-0,0016	-0,0007	0,0070
8,9	0,0198	0,0115	0,0117	-0,0011	0,0001	0,0110
9,0	0,0222	0,0134	0,0126	-0,0001	0,0004	0,0114
10,7	0,0267	0,0163	0,0148	0,0008	0,0007	0,0146
10,7	0,0272	0,0176	0,0145	0,0005	0,0004	0,0146
12,7	0,0321	0,0219	0,0168	0,0012	0,0005	0,0206
12,6	0,0324	0,0241	0,0138	0,0005	-0,0011	0,0202
14,4	0,0402	0,0302	0,0188	0,0043	0,0005	0,0263
14,6	0,0459	0,0393	0,0211	0,0066	0,0015	0,0307
16,4	0,0615	0,0619	0,0267	0,0126	0,0049	0,0372
15,1	0,1551	0,3888	0,0297	0,0158	0,0099	0,0395
16,4	0,3143	0,5385	0,0320	0,0172	0,0106	0,0419
16,3	0,7673	0,6101	0,0324	0,0163	0,0110	0,0420
16,3	0,7976	0,6150	0,0287	0,0183	0,0111	0,0412
15,2	0,7917	0,6090	0,0432	0,0283	0,0122	0,0402
16,3	0,8135	0,6188	0,0578	0,0451	0,0126	0,0405
17,6	0,8614	0,7728	1,5123	1,2326	0,8208	0,0557
18,4	0,8747	0,8270	1,6346	1,3193	1,1158	0,7176
20,0	0,8461	0,9754	1,8261	1,4316	1,2709	1,0059
19,5	0,8358	0,9959	1,8197	1,4035	1,2681	1,0218
17,8	0,8256	0,9765	1,7417	1,3219	1,2421	0,9949
17,7	0,8233	0,9747	1,7381	1,3189	1,2405	0,9934
18,6	0,8272	0,9826	1,7625	1,3487	1,2505	1,0043
20,2	0,8489	1,0609	1,9072	1,4803	1,3128	1,0966
22,2	1,2631	1,8669	2,3132	1,6925	1,4670	1,2899
21,9	1,3506	2,1199	2,3491	1,6695	1,4843	1,2956
21,9	1,3522	2,1218	2,3498	1,6706	1,4849	1,2958
22,0	1,3548	2,1271	2,3514	1,6730	1,4857	1,2969
22,1	1,3617	2,1489	2,3645	1,6866	1,4913	1,3071
22,4	1,3701	2,1875	2,3875	1,7081	1,5002	1,3238
22,2	1,4557	2,3787	2,4094	1,7089	1,5118	1,3320
20,9	1,4242	2,4934	2,3187	1,6383	1,4830	1,2846
17,5	1,5051	2,8483	2,0896	1,4182	1,3859	1,1491
16,4	1,5755	3,1066	2,0435	1,3655	1,3612	1,1100
15,5	1,6521	3,0137	1,9904	1,3108	1,3343	1,0736
14,4	1,6101	2,8121	1,9025	1,2236	1,2877	1,0132
15,3	1,6983	2,9012	1,9336	1,2577	1,2953	1,0329
3,8	0,9613	1,4965	1,2679	0,6232	0,9134	0,5466

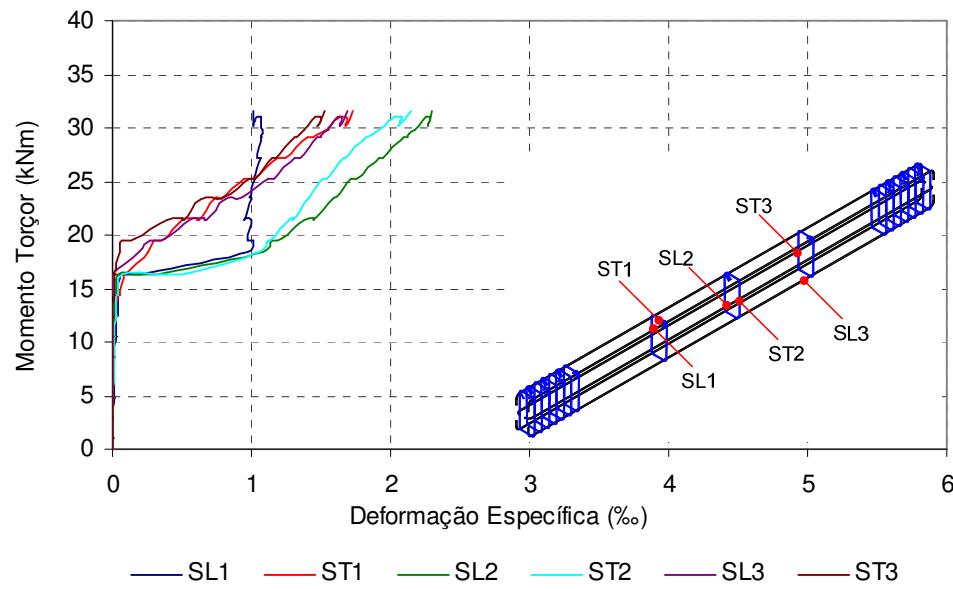
VT1

Figura A.2 – Gráfico momento torçor x deformação específica das armaduras de aço transversal e longitudinal da viga VT1.

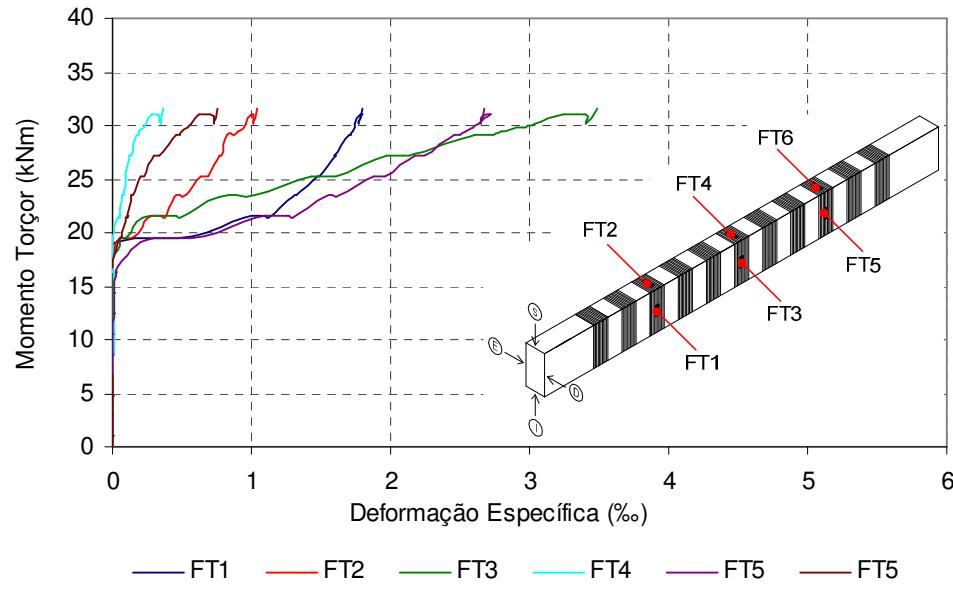


Figura A.3 – Gráfico momento torçor x deformação específica da armadura de CFC transversal da viga VT1.

Tabela A4 – Ângulo de torção por unidade de comprimento e leituras dos LVDT da viga VT1.

Torçor (kNm)	θ/m	LVDT1 (mm)	LVDT2 (mm)	LVDT3 (mm)	LVDT4 (mm)	LVDT5 (mm)
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,98	0,032	2,37	2,19	2,30	1,75	1,50
1,03	0,033	3,20	2,74	2,87	2,54	2,28
2,99	0,043	3,74	3,47	3,14	2,92	2,54
2,87	0,043	3,82	3,54	3,20	2,98	2,62
4,82	0,050	4,94	4,77	4,31	4,03	3,53
4,76	0,047	4,94	4,83	4,46	4,09	3,61
6,68	0,068	6,31	6,09	5,52	5,18	4,42
7,07	0,071	6,63	6,37	5,81	5,43	4,64
8,65	0,082	7,61	7,39	6,69	6,30	5,33
8,57	0,073	7,73	7,54	6,96	6,41	5,67
10,57	0,088	8,92	8,69	7,83	7,39	6,44
10,58	0,093	9,12	8,84	8,01	7,53	6,52
12,43	0,108	10,26	9,90	8,93	8,34	7,23
12,41	0,109	10,46	10,10	9,66	8,57	7,40
14,31	0,123	11,67	11,13	10,31	9,31	8,21
14,31	0,137	12,25	11,70	10,80	9,58	8,42
16,36	0,167	13,74	13,15	12,24	10,58	9,12
16,30	0,266	16,63	15,62	13,91	10,94	9,39
16,47	0,277	17,43	16,39	14,35	11,42	9,89
18,35	0,603	27,30	25,71	21,73	15,72	11,09
19,49	0,663	29,35	27,49	23,07	16,55	11,52
19,63	0,730	31,53	29,33	24,66	17,36	11,90
21,45	0,895	36,34	33,50	27,92	18,98	12,26
21,52	0,972	38,54	35,45	29,26	19,74	12,40
21,51	0,978	38,74	35,52	29,27	19,70	12,42
21,37	0,978	38,74	35,52	29,27	19,70	12,42
23,26	1,103	42,47	38,80	29,28	20,89	12,77
23,44	1,168	44,72	40,84	30,28	21,49	13,22
25,27	1,334	49,83	45,68	33,56	23,14	13,77
25,34	1,409	52,11	47,91	34,81	23,84	14,00
27,18	1,593	57,95	53,00	38,30	25,75	14,72
27,14	1,650	59,87	54,70	39,41	26,35	15,04
29,13	1,852	66,16	60,35	43,52	28,34	15,65
29,06	1,901	67,55	61,68	44,19	28,69	15,66
29,54	1,933	68,75	62,66	44,87	29,08	15,93
29,87	1,999	70,82	64,38	46,22	29,71	16,15
30,13	2,046	72,32	65,67	47,15	30,21	16,31
31,03	2,144	75,61	68,48	49,05	31,23	16,77
31,09	2,244	78,54	71,43	50,94	32,29	16,85
30,83	2,269	79,70	72,46	51,90	32,81	17,26
30,15	2,269	79,69	72,46	51,84	32,75	17,25
31,57	2,326	81,40	74,09	53,02	33,31	17,33

Tabela A5 – Leituras dos extensômetros colados na superfície de concreto da viga VT1.

Torçor (kNm)	C1 (%)	C2 (%)	C3 (%)	C4 (%)	C5 (%)	C6 (%)	C7 (%)	C8 (%)	C9 (%)
0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,98	0,0014	-0,0089	0,0006	0,0006	-0,0088	0,0001	0,0008	-0,0112	0,0014
1,03	0,0016	-0,0097	0,0005	0,0003	-0,0094	0,0001	0,0004	-0,0133	0,0017
2,99	0,0035	-0,0294	-0,0007	-0,0001	-0,0288	0,0003	-0,0004	-0,0344	0,0027
2,87	0,0036	-0,0301	0,0003	0,0005	-0,0290	0,0014	-0,0003	-0,0360	0,0039
4,82	0,0061	-0,0508	-0,0004	0,0001	-0,0500	0,0022	-0,0004	-0,0608	0,0058
4,76	0,0066	-0,0518	-0,0003	0,0004	-0,0512	0,0023	-0,0004	-0,0628	0,0061
6,68	0,0103	-0,0731	-0,0005	0,0005	-0,0736	0,0039	-0,0010	-0,0904	0,0087
7,07	0,0125	-0,0788	-0,0005	0,0012	-0,0796	0,0039	-0,0013	-0,0984	0,0102
8,65	0,0155	-0,0983	-0,0004	0,0012	-0,0994	0,0054	-0,0017	-0,1225	0,0129
8,57	0,0186	-0,0992	0,0006	0,0027	-0,1002	0,0063	-0,0012	-0,1247	0,0166
10,57	0,0223	-0,1243	0,0005	0,0021	-0,1246	0,0083	-0,0034	-0,1548	0,0215
10,58	0,0263	-0,1269	0,0027	0,0036	-0,1278	0,0096	-0,0027	-0,1588	0,0252
12,43	0,0321	-0,1513	0,0040	0,0021	-0,1528	0,0128	-0,0055	-0,1891	0,0344
12,41	0,0390	-0,1568	0,0086	0,0028	-0,1595	0,0147	-0,0066	-0,1965	0,0432
14,31	0,0477	-0,1823	0,0160	0,0009	-0,1857	0,0194	-0,0102	-0,2244	0,0601
14,31	0,0679	-0,1920	0,0319	-0,0009	-0,1992	0,0243	-0,0143	-0,2346	0,0844
16,36	0,1138	-0,2286	0,0445	-0,0115	-0,2410	0,0370	-0,0230	-0,2705	0,1214
16,30	–	-0,2732	-0,0213	-0,0427	-0,3462	-0,0391	-0,0383	-0,3040	0,2756
16,47	–	-0,2793	-0,0191	-0,0604	-0,3965	-0,0615	-0,0442	-0,3262	0,4124
18,35	–	-0,4233	-0,0672	-0,3369	-0,7276	-0,0361	–	-0,7143	–
19,49	–	-0,4790	-0,0672	-0,3609	-0,7731	-0,0429	–	-0,8168	–
19,63	–	-0,5353	-0,0672	-0,3849	-0,8111	-0,0493	–	-0,9026	–
21,45	–	-0,6145	-0,0672	-0,4339	-0,8961	-0,0735	–	-1,1038	–
21,52	–	-0,6347	-0,0672	-0,4551	-0,9044	-0,0914	–	-1,1823	–
21,51	–	-0,6296	-0,0286	-0,4534	-0,8997	-0,0929	–	-1,1801	–
21,37	–	-0,6275	-0,0286	-0,4560	-0,8975	-0,0962	–	-1,1872	–
23,26	–	-0,6747	-0,1060	-0,4860	-0,9487	-0,1385	–	-1,3380	–
23,44	–	-0,6837	-0,1446	-0,4949	-0,9723	-0,1722	–	-1,4591	–
25,27	–	-0,7228	-0,1446	-0,5203	-1,0373	-0,2627	–	-1,6863	–
25,34	–	-0,7269	-0,1446	-0,5218	-1,0716	-0,3404	–	-1,7685	–
27,18	–	-0,7612	-0,1833	-0,5325	-1,1655	-0,4853	–	-1,9930	–
27,14	–	-0,7541	-0,1704	-0,5249	-1,1964	-0,5538	–	-2,0241	–
29,13	–	-0,7747	-0,1833	-0,5203	-1,3060	-0,7110	–	-2,2529	–
29,06	–	-0,7746	-0,2220	-0,5130	-1,3344	-0,7509	–	-2,3048	–
29,54	–	-0,7738	-0,1833	-0,5119	-1,3531	-0,7725	–	-2,3433	–
29,87	–	-0,7707	-0,2220	-0,5079	-1,3892	-0,8158	–	-2,4185	–
30,13	–	-0,7691	-0,2220	-0,5038	-1,4139	-0,8453	–	-2,4695	–
31,03	–	-0,7777	-0,2607	-0,4976	-1,4691	-0,9066	–	-2,5848	–
31,09	–	-0,7755	-0,1446	-0,4839	-1,5214	-0,9690	–	-2,6914	–
30,83	–	-0,7660	-0,1060	-0,4768	-1,5317	-0,9901	–	-2,7205	–
30,15	–	-0,7564	-0,0286	-0,4731	-1,5239	-0,9904	–	-2,7083	–
31,57	–	-0,7414	-0,0286	-0,4738	-1,5422	-1,0200	–	-2,7560	–

Tabela A6 – Leituras dos extensômetros colados na armadura de aço transversal e longitudinal da viga VT1.

Torçor (kNm)	SL1 (%)	ST1 (%)	SL2 (%)	ST2 (%)	SL3 (%)	ST3 (%)
0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,98	0,0014	0,0000	-0,0003	0,0007	-0,0005	-0,0012
1,03	0,0008	-0,0001	0,0001	0,0010	-0,0012	-0,0010
2,99	0,0031	0,0007	0,0012	0,0023	-0,0019	-0,0030
2,87	0,0047	0,0005	0,0016	0,0034	-0,0010	-0,0030
4,82	0,0077	0,0020	0,0030	0,0050	-0,0016	-0,0042
4,76	0,0077	0,0019	0,0027	0,0052	-0,0026	-0,0043
6,68	0,0114	0,0039	0,0045	0,0077	-0,0039	-0,0050
7,07	0,0127	0,0054	0,0050	0,0085	-0,0042	-0,0039
8,65	0,0164	0,0075	0,0062	0,0110	-0,0045	-0,0042
8,57	0,0186	0,0108	0,0083	0,0131	-0,0031	-0,0020
10,57	0,0221	0,0138	0,0100	0,0160	-0,0046	-0,0011
10,58	0,0240	0,0184	0,0100	0,0167	-0,0049	0,0010
12,43	0,0290	0,0228	0,0127	0,0217	-0,0057	0,0023
12,41	0,0344	0,0306	0,0137	0,0249	-0,0053	0,0053
14,31	0,0394	0,0367	0,0169	0,0312	-0,0068	0,0080
14,31	0,0459	0,0542	0,0223	0,0390	-0,0049	0,0130
16,36	0,0563	0,0780	0,0383	0,0633	-0,0046	0,0159
16,30	0,0761	0,0983	0,1834	0,3654	0,0084	0,0219
16,47	0,2648	0,1046	0,3974	0,5634	0,0104	0,0196
18,35	0,9762	0,2525	1,0759	1,0507	0,1837	0,0531
19,49	1,0198	0,2916	1,1501	1,1225	0,2636	0,0725
19,63	0,9759	0,3816	1,2130	1,1505	0,3729	0,1655
21,45	1,0011	0,4996	1,3825	1,2697	0,5488	0,3971
21,52	0,9668	0,5991	1,4498	1,3031	0,6536	0,4952
21,51	0,9541	0,6031	1,4433	1,2971	0,6576	0,4989
21,37	0,9498	0,6159	1,4508	1,3009	0,6696	0,5109
23,26	1,0049	0,7347	1,5768	1,4016	0,8053	0,6370
23,44	0,9899	0,8022	1,6084	1,4170	0,9372	0,7974
25,27	1,0328	0,9471	1,7217	1,5191	1,1194	0,9823
25,34	1,0109	1,0176	1,7608	1,5368	1,1656	1,0241
27,18	1,0698	1,1862	1,9123	1,6655	1,3172	1,1482
27,14	1,0388	1,2414	1,9433	1,6795	1,3474	1,1773
29,13	1,0738	1,4085	2,0906	1,8219	1,4788	1,3049
29,06	1,0723	1,4498	2,1152	1,8432	1,4966	1,3233
29,54	1,0802	1,4824	2,1391	1,8753	1,5197	1,3476
29,87	1,0840	1,5344	2,1776	1,9235	1,5538	1,3814
30,13	1,0691	1,5648	2,2026	1,9555	1,5728	1,4016
31,03	1,0740	1,6335	2,2610	2,0330	1,6247	1,4558
31,09	1,0526	1,6798	2,2858	2,0764	1,6524	1,4878
30,83	1,0313	1,6900	2,2864	2,0826	1,6547	1,4938
30,15	1,0133	1,6805	2,2714	2,0587	1,6392	1,4790
31,57	1,0073	1,7268	2,3020	2,1455	1,6831	1,5285

Tabela A7 – Leituras dos extensômetros colados na armadura transversal de CFC da viga VT1.

Torçor (kNm)	FT1 (%)	FT2 (%)	FT3 (%)	FT4 (%)	FT5 (%)	FT6 (%)
0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,98	-0,0009	0,0003	0,0005	0,0008	0,0005	-0,0005
1,03	-0,0022	-0,0005	-0,0004	0,0007	-0,0007	-0,0019
2,99	-0,0057	0,0008	0,0001	0,0022	-0,0011	-0,0024
2,87	-0,0062	0,0005	-0,0004	0,0020	-0,0003	-0,0026
4,82	-0,0092	0,0015	-0,0001	0,0038	0,0001	-0,0031
4,76	-0,0110	0,0008	-0,0007	0,0035	-0,0007	-0,0046
6,68	-0,0137	0,0011	0,0001	0,0054	0,0003	-0,0046
7,07	-0,0173	0,0005	-0,0011	0,0051	-0,0020	-0,0068
8,65	-0,0188	0,0015	0,0000	0,0062	-0,0003	-0,0068
8,57	-0,0186	0,0014	0,0000	0,0072	-0,0001	-0,0077
10,57	-0,0228	0,0014	0,0005	0,0081	0,0023	-0,0084
10,58	-0,0210	0,0016	0,0014	0,0091	0,0030	-0,0088
12,43	-0,0234	0,0022	0,0033	0,0107	0,0068	-0,0092
12,41	-0,0255	0,0011	0,0030	0,0107	0,0075	-0,0098
14,31	-0,0270	0,0018	0,0043	0,0122	0,0118	-0,0110
14,31	-0,0280	-0,0007	0,0041	0,0118	0,0142	-0,0122
16,36	-0,0309	-0,0014	0,0039	0,0137	0,0205	-0,0142
16,30	-0,0589	-0,0064	-0,0572	0,0093	0,0268	-0,0152
16,47	-0,0502	-0,0066	-0,0910	0,0007	0,0329	-0,0154
18,35	-0,0500	0,0180	0,0364	-0,0007	0,1295	0,0301
19,49	0,1635	0,0500	0,0505	0,0001	0,2935	0,0481
19,63	0,5797	0,1627	0,1046	0,0065	0,6627	0,0656
21,45	0,9429	0,2507	0,2215	0,0356	1,0258	0,0947
21,52	1,1001	0,3498	0,4521	0,0568	1,2584	0,1117
21,51	1,1082	0,3579	0,4624	0,0587	1,2681	0,1127
21,37	1,1256	0,3738	0,4857	0,0599	1,2908	0,1140
23,26	1,2976	0,4489	0,7728	0,0681	1,5317	0,1350
23,44	1,3279	0,5275	1,0327	0,0772	1,6346	0,1516
25,27	1,4714	0,6338	1,4307	0,0914	1,8776	0,1961
25,34	1,4802	0,6933	1,6110	0,1001	1,9595	0,2329
27,18	1,6076	0,7683	1,9673	0,1243	2,1817	0,2954
27,14	1,5951	0,7831	2,1340	0,1379	2,2400	0,3411
29,13	1,7064	0,8290	2,6033	0,1728	2,4639	0,4540
29,06	1,7115	0,8847	2,7357	0,1852	2,5032	0,4855
29,54	1,7246	0,9114	2,8007	0,1937	2,5377	0,5028
29,87	1,7418	0,9452	2,9455	0,2243	2,5984	0,5367
30,13	1,7472	0,9607	3,0373	0,2468	2,6331	0,5652
31,03	1,7851	0,9958	3,2399	0,2850	2,7207	0,6243
31,09	1,7959	1,0140	3,3896	0,3276	2,7136	0,7093
30,83	1,7878	1,0198	3,4241	0,3432	2,6646	0,7349
30,15	1,7700	1,0140	3,4118	0,3451	2,6450	0,7356
31,57	1,7997	1,0344	3,4866	0,3604	2,6761	0,7587

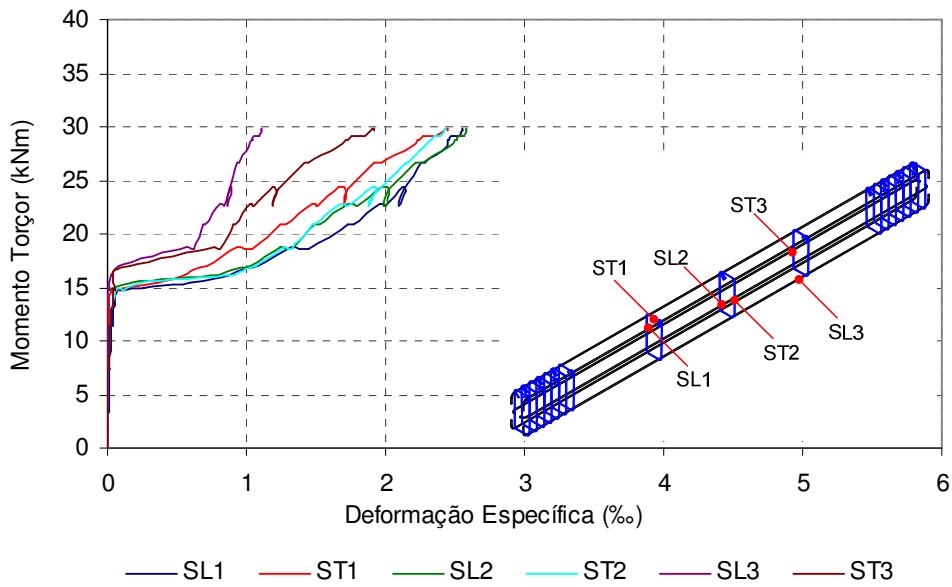
VT2

Figura A.4 – Gráfico momento torçor x deformação específica das armaduras de aço transversal e longitudinal da viga VT2.

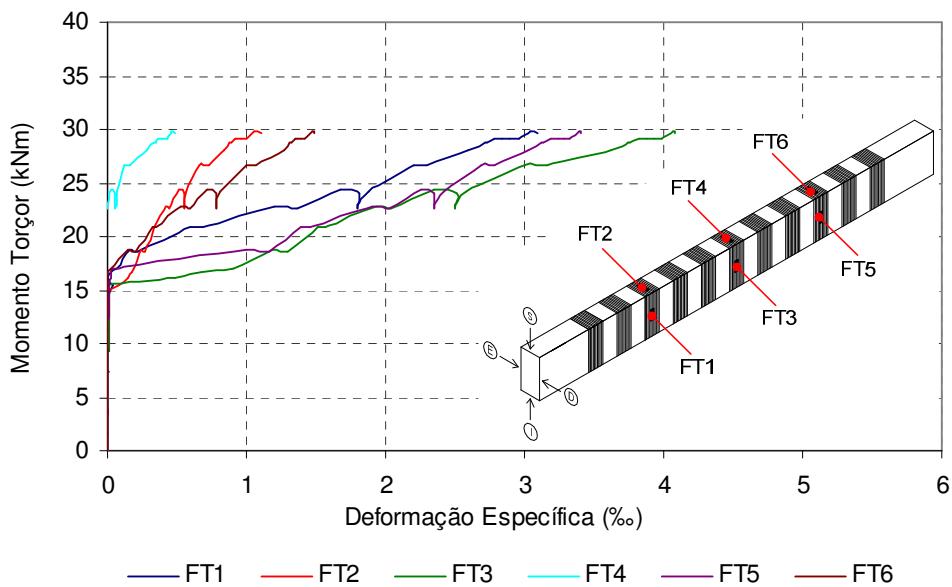


Figura A.5 – Gráfico momento torçor x deformação específica da armadura de CFC transversal da viga VT2.

Tabela A8 – Ângulo de torção por unidade de comprimento e leituras dos LVDT da viga VT2.

Torçor	θ/m	LVDT1 (mm)	LVDT2 (mm)	LVDT3 (mm)	LVDT4 (mm)	LVDT5 (mm)
0,0	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,5	0,058	2,12	2,12	0,85	1,88	0,83
1,8	0,058	2,12	2,13	0,86	1,88	0,83
3,8	0,075	3,02	2,98	1,52	2,52	1,34
3,4	0,075	3,02	3,01	1,55	2,56	1,34
5,5	0,087	3,97	3,91	2,26	3,23	2,01
5,9	0,091	4,13	4,13	2,49	3,38	2,10
7,4	0,104	5,08	4,99	3,27	4,20	2,74
7,3	0,106	5,23	5,16	3,50	4,35	2,85
9,5	0,130	6,37	6,25	4,25	5,16	3,45
9,3	0,135	6,50	6,40	4,40	5,23	3,46
11,3	0,155	7,61	7,46	5,13	6,03	4,12
11,4	0,160	7,79	7,63	5,34	6,16	4,19
12,8	0,179	8,70	8,48	5,97	6,79	4,66
13,3	0,187	8,95	8,75	6,32	6,95	4,74
14,9	0,219	10,25	9,79	7,27	7,62	5,31
14,8	0,231	10,67	10,17	7,72	7,78	5,46
15,5	0,305	12,79	12,61	9,56	8,39	5,90
16,2	0,486	17,31	15,42	11,29	8,76	6,30
16,7	0,546	18,94	16,74	12,45	9,96	6,55
17,1	0,672	22,05	19,91	14,95	11,40	6,75
18,7	0,946	29,07	26,76	21,15	15,42	7,40
18,6	1,027	30,97	28,28	22,10	15,71	7,43
20,8	1,186	35,17	32,09	25,01	17,41	7,90
20,8	1,248	36,77	32,81	25,57	17,72	8,02
22,8	1,442	41,95	37,51	29,23	19,43	8,60
22,7	1,508	43,68	40,82	30,50	20,05	8,75
24,3	1,693	48,56	45,09	33,64	21,58	9,19
24,1	1,755	50,20	46,52	34,73	22,14	9,33
22,6	1,755	50,20	46,52	34,73	22,14	9,33
22,9	1,741	50,09	46,67	34,82	24,09	9,54
24,2	1,795	51,39	47,92	34,93	24,44	9,55
26,6	1,932	55,37	53,00	38,86	25,78	10,17
26,6	1,985	56,84	54,73	40,18	26,40	10,34
28,1	2,201	62,98	60,80	44,91	29,00	11,15
28,7	2,278	65,13	64,00	46,79	29,88	11,37
28,7	2,295	65,64	64,58	47,22	30,03	11,47
29,2	2,331	66,67	66,46	48,29	30,44	11,60
29,2	2,366	67,62	67,29	49,03	30,81	11,67
29,1	2,399	68,63	68,21	49,67	31,30	11,83
29,2	2,435	69,84	69,71	50,75	32,14	12,13
29,9	2,494	71,89	71,64	52,49	33,45	12,66
29,6	2,552	73,95	74,45	54,80	35,63	13,22

Tabela A9 – Leituras dos extensômetros colados na superfície de concreto da viga VT2.

Torçor (kNm)	C1 (%)	C2 (%)	C3 (%)	C4 (%)	C5 (%)	C6 (%)	C7 (%)	C8 (%)	C9 (%)
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1,5	-0,0001	-0,0148	0,0008	-0,0006	-0,0169	0,0005	0,0010	-0,0005	-0,0144
1,8	0,0005	-0,0148	0,0009	0,0000	-0,0164	0,0017	0,0018	0,0000	-0,0144
3,8	0,0000	-0,0356	0,0025	-0,0012	-0,0409	0,0016	0,0031	-0,0004	-0,0350
3,4	0,0000	-0,0360	0,0030	-0,0012	-0,0418	0,0016	0,0026	-0,0009	-0,0361
5,5	-0,0003	-0,0565	0,0050	-0,0014	-0,0648	0,0026	0,0039	-0,0008	-0,0560
5,9	-0,0001	-0,0601	0,0063	-0,0001	-0,0686	0,0040	0,0058	0,0005	-0,0589
7,4	-0,0004	-0,0778	0,0084	-0,0003	-0,0887	0,0053	0,0079	0,0009	-0,0757
7,3	0,0008	-0,0809	0,0097	0,0004	-0,0925	0,0063	0,0088	0,0013	-0,0785
9,5	0,0010	-0,1033	0,0125	0,0013	-0,1178	0,0077	0,0114	0,0028	-0,1001
9,3	0,0021	-0,1060	0,0146	0,0027	-0,1216	0,0085	0,0125	0,0043	-0,1027
11,3	0,0031	-0,1296	0,0191	0,0041	-0,1481	0,0114	0,0156	0,0072	-0,1242
11,4	0,0052	-0,1331	0,0236	0,0075	-0,1533	0,0134	0,0170	0,0098	-0,1273
12,8	0,0064	-0,1548	0,0289	0,0098	-0,1785	0,0164	0,0188	0,0127	-0,1469
13,3	0,0134	-0,1625	0,0339	0,0164	-0,1876	0,0197	0,0213	0,0161	-0,1510
14,9	0,0691	-0,1865	0,0346	0,0356	-0,2250	0,0157	–	0,0210	-0,1706
14,8	0,1836	-0,1919	0,0259	0,0667	-0,2448	0,0092	–	0,0329	-0,1711
15,5	0,1911	-0,2081	0,0433	0,0611	-0,2823	-0,0208	–	0,0323	-0,1782
16,2	0,6629	-0,4564	-0,1227	-0,0898	-0,6015	-0,2432	–	0,0384	-0,1881
16,7	0,7932	-0,5093	-0,1546	-0,0771	-0,6827	-0,3048	–	0,0520	-0,1858
17,1	1,7260	-0,5570	-0,1750	0,0310	-0,7905	-0,3983	–	0,1398	-0,1958
18,7	–	-0,6552	-0,2206	0,2387	-0,9757	-0,5854	–	0,3009	-0,6021
18,6	–	-0,7080	-0,2481	0,2304	-1,0390	-0,6420	–	–	-0,6331
20,8	–	-0,8068	-0,3117	0,1988	-1,1655	-0,7297	–	–	-0,7389
20,8	–	-0,8220	-0,3230	0,1899	-1,1889	-0,7458	–	–	-0,7523
22,8	–	-0,9224	-0,4203	0,1391	-1,3240	-0,8289	–	–	-0,7950
22,7	–	-0,9583	-0,4535	0,1142	-1,3724	-0,8570	–	–	-0,8239
24,3	–	-1,0714	-0,5464	0,0751	-1,4966	-0,9377	–	–	-0,9162
24,1	–	-1,1140	-0,5797	0,0516	-1,5440	-0,9691	–	–	-0,9325
22,6	–	-1,0887	-0,5757	0,0596	-1,5202	-0,9623	–	–	-0,9059
22,9	–	-1,0885	-0,5761	0,0588	-1,5196	-0,9614	–	–	-0,9050
24,2	–	-1,1263	-0,5993	0,0516	-1,5663	-0,9856	–	–	-0,9430
26,6	–	-1,2406	-0,6878	0,0058	-1,7126	-1,0789	–	–	-1,0293
26,6	–	-1,2679	-0,7151	-0,0199	-1,7631	-1,1053	–	–	-1,0422
28,1	–	-1,3559	-0,8395	-0,0845	-1,9564	-1,2235	–	–	-1,1355
28,7	–	-1,3848	-0,9001	-0,1034	-2,0212	-1,2637	–	–	-1,1636
28,7	–	-1,3943	-0,9141	-0,1078	-2,0336	-1,2707	–	–	-1,1699
29,2	–	-1,4193	-0,9461	-0,1156	-2,0601	-1,2867	–	–	-1,1840
29,2	–	-1,4417	-0,9730	-0,1233	-2,0826	-1,2992	–	–	-1,1957
29,1	–	-1,4562	-1,0044	-0,1312	-2,1052	-1,3106	–	–	-1,2076
29,2	–	-1,4848	-1,0383	-0,1399	-2,1281	-1,3215	–	–	-1,2193
29,9	–	-1,5330	-1,0848	-0,1536	-2,1653	-1,3415	–	–	-1,2401
29,6	–	-1,5538	-1,1126	-0,1594	-2,1771	-1,3465	–	–	-1,2431

Tabela A10 – Leituras dos extensômetros colados na armadura de aço transversal e longitudinal da viga VT2.

Torçor (kNm)	SL1 (%)	ST1 (%)	SL2 (%)	ST2 (%)	SL3 (%)	ST3 (%)
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1,5	0,0024	-0,0001	0,0001	0,0000	-0,0004	-0,0009
1,8	0,0029	0,0008	0,0005	0,0007	0,0005	0,0006
3,8	0,0066	0,0011	0,0001	0,0008	-0,0007	-0,0001
3,4	0,0071	0,0005	-0,0003	0,0010	-0,0012	0,0000
5,5	0,0113	0,0022	-0,0003	0,0015	-0,0015	0,0012
5,9	0,0129	0,0038	0,0001	0,0030	-0,0011	0,0039
7,4	0,0173	0,0052	0,0004	0,0043	-0,0007	0,0057
7,3	0,0199	0,0061	0,0012	0,0075	0,0000	0,0083
9,5	0,0240	0,0075	0,0000	0,0083	-0,0012	0,0111
9,3	0,0271	0,0085	-0,0008	0,0106	-0,0008	0,0146
11,3	0,0326	0,0104	0,0000	0,0149	-0,0010	0,0202
11,4	0,0382	0,0141	0,0019	0,0226	0,0016	0,0261
12,8	0,0444	0,0146	0,0012	0,0264	0,0007	0,0298
13,3	0,0524	0,0184	0,0020	0,0345	0,0022	0,0370
14,9	0,0660	0,0221	0,0001	0,0680	0,0039	0,0454
14,8	0,0866	0,0340	0,0138	0,1238	0,0079	0,0527
15,5	0,6005	0,3630	0,1700	0,2376	0,0096	0,0454
16,2	0,8776	0,5521	0,7964	0,9075	0,0326	0,0457
16,7	0,9686	0,6236	0,9007	0,9830	0,0570	0,0509
17,1	1,0769	0,7191	1,0231	1,0624	0,0865	0,1661
18,7	1,3276	0,9381	1,2390	1,2740	0,5695	0,7648
18,6	1,4452	1,0423	1,3219	1,3177	0,6151	0,8051
20,8	1,7320	1,2487	1,4918	1,4691	0,6924	0,9017
20,8	1,7684	1,2801	1,5240	1,4924	0,7051	0,9155
22,8	1,9562	1,4713	1,7311	1,6816	0,8112	1,0241
22,7	2,0008	1,5187	1,7922	1,7247	0,8330	1,0552
24,3	2,1227	1,6671	1,9719	1,9080	0,8931	1,1845
24,1	2,1509	1,7119	2,0284	1,9382	0,8898	1,2106
22,6	2,0991	1,6983	1,9935	1,8821	0,8630	1,1840
22,9	2,0972	1,6976	1,9927	1,8802	0,8622	1,1830
24,2	2,1337	1,7330	2,0315	1,9623	0,8811	1,2282
26,6	2,2555	1,9239	2,2170	2,1430	0,9299	1,4162
26,6	2,2868	1,9791	2,2670	2,1638	0,9457	1,4460
28,1	2,4273	2,1760	2,4514	2,2729	1,0115	1,6543
28,7	2,4511	2,2306	2,4970	2,3182	1,0378	1,7179
28,7	2,4579	2,2432	2,5071	2,3307	1,0435	1,7323
29,2	2,4760	2,2749	2,5267	2,3521	1,0546	1,7622
29,2	2,4920	2,3039	2,5406	2,3673	1,0663	1,7924
29,1	2,5060	2,3356	2,5505	2,3790	1,0789	1,8266
29,2	2,5222	2,3699	2,5626	2,3940	1,0903	1,8531
29,9	2,5527	2,4277	2,5868	2,4279	1,1067	1,9060
29,6	2,5498	2,4473	2,5810	2,4219	1,1119	1,9139

Tabela A11 – Leituras dos extensômetros colados na armadura transversal de CFC da viga VT2.

Torçor (kNm)	FT1 (%)	FT2 (%)	FT3 (%)	FT4 (%)	FT5 (%)	FT6 (%)
0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1,5	-0,0019	-0,0014	0,0001	-0,0007	-0,0003	-0,0003
1,8	-0,0008	-0,0019	0,0000	-0,0004	-0,0004	-0,0007
3,8	-0,0009	-0,0029	0,0008	-0,0010	0,0000	-0,0011
3,4	-0,0020	-0,0037	0,0001	-0,0015	-0,0001	-0,0022
5,5	-0,0019	-0,0049	0,0016	-0,0020	0,0005	-0,0026
5,9	-0,0005	-0,0052	0,0023	-0,0018	0,0011	-0,0019
7,4	-0,0005	-0,0062	0,0038	-0,0023	0,0018	-0,0023
7,3	-0,0018	-0,0081	0,0034	-0,0031	0,0016	-0,0035
9,5	-0,0007	-0,0095	0,0057	-0,0035	0,0033	-0,0039
9,3	-0,0023	-0,0102	0,0068	-0,0041	0,0037	-0,0045
11,3	-0,0007	-0,0119	0,0103	-0,0049	0,0060	-0,0042
11,4	0,0001	-0,0130	0,0126	-0,0057	0,0066	-0,0049
12,8	0,0015	-0,0146	0,0163	-0,0066	0,0093	-0,0047
13,3	0,0045	-0,0156	0,0199	-0,0073	0,0115	-0,0037
14,9	0,0125	-0,0177	0,0187	-0,0100	0,0160	-0,0022
14,8	0,0188	-0,0187	0,0118	-0,0118	0,0196	0,0001
15,5	0,0397	0,0857	0,0026	-0,0112	0,0190	0,0010
16,2	0,0018	0,1520	0,4802	-0,0256	0,0211	0,0018
16,7	0,0237	0,1690	0,6721	-0,0244	0,0237	0,0039
17,1	0,0722	0,1953	0,9021	-0,0255	0,0359	0,0299
18,7	0,1642	0,2400	1,1839	-0,0295	1,0059	0,1551
18,6	0,2204	0,2724	1,3006	-0,0267	1,1563	0,2077
20,8	0,5923	0,3326	1,5166	-0,0264	1,3890	0,3195
20,8	0,6928	0,3438	1,5676	-0,0232	1,4608	0,3533
22,8	1,1979	0,4161	1,9262	-0,0083	1,9073	0,5251
22,7	1,3628	0,4516	2,0416	0,0049	2,0232	0,5938
24,3	1,6740	0,5099	2,3466	0,0249	2,2517	0,7130
24,1	1,8042	0,5492	2,5086	0,0516	2,3533	0,7842
22,6	1,8030	0,5572	2,5011	0,0607	2,3485	0,7858
22,9	1,8032	0,5575	2,5005	0,0614	2,3480	0,7853
24,2	1,8783	0,5705	2,5857	0,0615	2,4175	0,8074
26,6	2,2009	0,6601	3,0065	0,1176	2,6938	0,9937
26,6	2,3007	0,7233	3,1654	0,1653	2,7847	1,0721
28,1	2,5958	0,8389	3,6240	0,2890	3,0213	1,2643
28,7	2,7133	0,8834	3,7381	0,3390	3,1202	1,3147
28,7	2,7340	0,8915	3,7604	0,3468	3,1409	1,3237
29,2	2,7901	0,9134	3,8216	0,3669	3,1940	1,3478
29,2	2,8400	0,9368	3,8767	0,3868	3,2432	1,3705
29,1	2,8959	0,9641	3,9306	0,4075	3,2841	1,3954
29,2	2,9564	1,0043	3,9840	0,4296	3,3278	1,4248
29,9	3,0421	1,0539	4,0645	0,4589	3,3899	1,4683
29,6	3,0922	1,1092	4,0772	0,4812	3,4108	1,4879

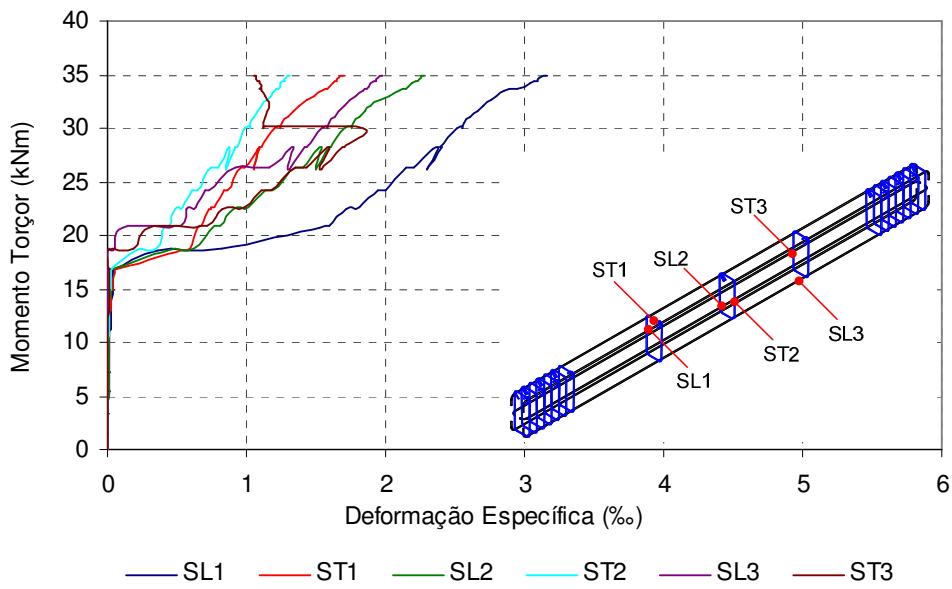
VT3

Figura A.6 – Gráfico momento torçor x deformação específica das armaduras de aço transversal e longitudinal da viga VT3.

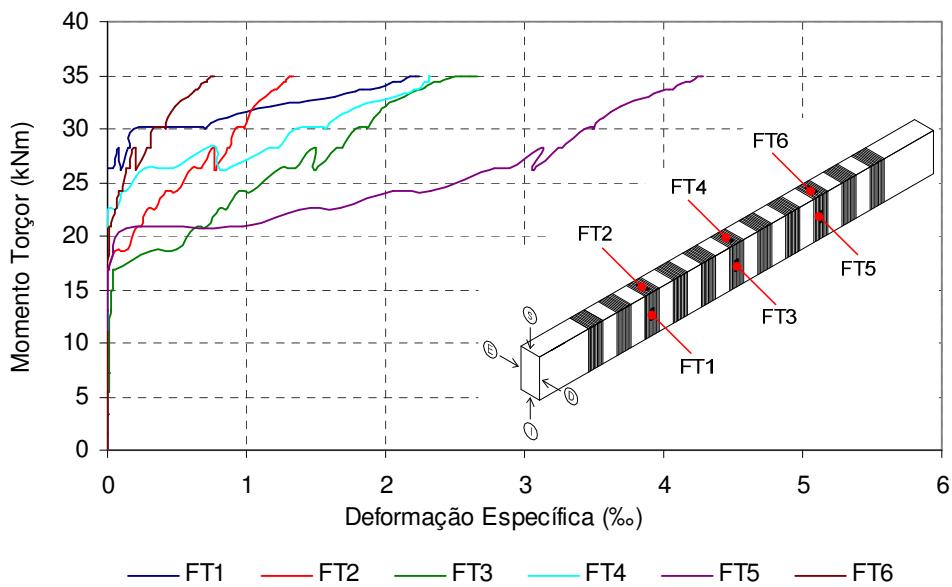


Figura A.7 – Gráfico momento torçor x deformação específica da armadura de CFC transversal da viga VT3.

Tabela A12 – Ângulo de torção por unidade de comprimento e leituras dos LVDT da viga VT3.

Torçor (kN/m)	θ/m	LVDT1 (mm)	LVDT2 (mm)	LVDT3 (mm)	LVDT4 (mm)	LVDT5 (mm)
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,47	0,012	0,06	0,12	0,00	0,03	0,04
1,62	0,012	0,06	0,12	0,00	0,03	0,04
3,37	0,024	0,12	0,17	0,00	0,06	0,06
3,37	0,024	0,12	0,17	0,00	0,06	0,07
5,42	0,041	0,19	0,23	0,00	0,10	0,10
5,41	0,044	0,20	0,23	0,00	0,10	0,10
7,23	0,064	0,27	0,30	0,04	0,14	0,13
7,19	0,064	0,27	0,30	0,05	0,14	0,13
9,19	0,087	0,35	0,37	0,10	0,18	0,16
9,23	0,090	0,36	0,38	0,11	0,18	0,16
11,00	0,107	0,43	0,44	0,18	0,23	0,19
11,15	0,113	0,45	0,46	0,19	0,24	0,20
13,14	0,133	0,52	0,53	0,24	0,28	0,23
12,99	0,138	0,54	0,54	0,25	0,28	0,23
14,99	0,162	0,63	0,61	0,31	0,33	0,26
14,84	0,168	0,65	0,63	0,33	0,34	0,27
16,89	0,197	0,77	0,72	0,40	0,40	0,33
16,80	0,223	0,85	0,76	0,43	0,43	0,35
18,61	0,473	1,58	1,44	0,95	0,83	0,51
18,81	0,596	1,91	1,73	1,19	0,85	0,55
20,72	0,825	2,50	2,17	1,41	1,00	0,61
20,79	0,941	2,77	2,38	1,59	1,08	0,62
22,47	1,068	3,12	2,68	1,80	1,24	0,68
22,55	1,199	3,45	2,97	2,06	1,32	0,70
24,27	1,342	3,85	3,27	2,29	1,43	0,76
24,27	1,428	4,07	3,50	2,46	1,48	0,77
26,28	1,604	4,56	3,92	2,79	1,60	0,84
26,32	1,704	4,81	4,13	2,96	1,63	0,85
28,01	1,836	5,18	4,44	3,19	1,72	0,90
28,26	1,880	5,30	4,76	3,25	1,74	0,91
28,33	2,072	5,81	5,06	3,44	1,81	0,95
28,22	2,100	5,88	5,12	3,49	1,83	0,95
30,06	2,220	6,20	5,37	3,65	1,86	0,98
30,12	2,299	6,41	5,57	3,80	1,93	0,99
29,96	2,304	6,42	5,57	3,80	1,93	0,99
30,50	2,326	6,48	5,63	3,84	1,94	1,00
31,08	2,371	6,61	5,73	3,91	1,98	1,02
31,63	2,421	6,75	5,84	3,98	1,99	1,03
32,09	2,492	6,95	6,07	4,08	2,03	1,05
32,57	2,602	7,25	6,35	4,20	2,09	1,07
32,94	2,713	7,55	6,65	4,33	2,13	1,10
33,52	2,842	7,90	6,96	4,49	2,20	1,12
33,70	2,908	8,08	7,15	4,56	2,22	1,13
33,70	2,949	8,20	7,24	4,60	2,23	1,14
33,82	2,985	8,30	7,33	4,65	2,26	1,15
34,16	3,025	8,42	7,49	4,71	2,28	1,16
34,38	3,072	8,55	7,62	4,78	2,30	1,17
34,44	3,119	8,68	7,78	4,82	2,33	1,18
34,74	3,153	8,78	7,90	4,89	2,36	1,19
34,83	3,192	8,89	8,02	4,94	2,37	1,21
34,97	3,224	8,98	8,21	4,99	2,40	1,22
34,95	3,239	9,04	8,31	5,02	2,42	1,23

Tabela A13 – Leituras dos extensômetros colados na superfície de concreto da viga VT3.

Torçor (kNm)	C1 (%)	C2 (%)	C3 (%)	C4 (%)	C5 (%)	C6 (%)	C7 (%)	C8 (%)	C9 (%)
0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1,47	-0,0009	-0,0151	0,0000	-0,0005	-0,0141	0,0007	0,0023	-0,0196	0,0001
1,62	-0,0001	-0,0137	0,0003	0,0001	-0,0134	0,0013	0,0037	-0,0161	0,0007
3,37	-0,0021	-0,0339	-0,0008	-0,0006	-0,0317	0,0017	0,0053	-0,0370	-0,0012
3,37	-0,0008	-0,0325	0,0004	0,0003	-0,0314	0,0027	0,0067	-0,0317	-0,0003
5,42	-0,0008	-0,0522	0,0007	0,0004	-0,0494	0,0043	0,0102	-0,0497	-0,0001
5,41	-0,0012	-0,0529	-0,0003	0,0003	-0,0499	0,0043	0,0101	-0,0515	0,0000
7,23	-0,0032	-0,0752	-0,0006	-0,0009	-0,0703	0,0046	0,0124	-0,0713	-0,0013
7,19	-0,0045	-0,0773	-0,0023	-0,0017	-0,0718	0,0037	0,0108	-0,0766	-0,0039
9,19	-0,0043	-0,0987	-0,0012	-0,0009	-0,0916	0,0059	0,0161	-0,0998	-0,0022
9,23	-0,0046	-0,1001	-0,0021	-0,0010	-0,0933	0,0052	0,0163	-0,0913	-0,0031
11,00	-0,0046	-0,1212	-0,0008	0,0000	-0,1126	0,0085	0,0218	-0,1112	-0,0012
11,15	-0,0039	-0,1241	-0,0003	0,0010	-0,1156	0,0093	0,0232	-0,1234	-0,0003
13,14	-0,0032	-0,1470	0,0016	0,0031	-0,1368	0,0129	0,0294	-0,1472	0,0021
12,99	-0,0037	-0,1499	0,0030	0,0044	-0,1395	0,0146	0,0303	-0,1519	0,0045
14,99	-0,0034	-0,1749	0,0061	0,0066	-0,1621	0,0187	0,0330	-0,1741	0,0107
14,84	-0,0034	-0,1805	0,0097	0,0103	-0,1659	0,0209	0,0286	-0,1772	0,0219
16,89	-0,0030	-0,2105	0,0128	0,0138	-0,1900	0,0266	0,0236	-0,2036	0,0444
16,80	-0,0055	-0,2221	0,0338	0,0243	-0,1973	0,0319	0,0177	-0,2111	0,0581
18,61	-0,0324	-0,3022	0,1367	0,0194	-0,4239	-0,1862	0,0809	-0,2653	0,1468
18,81	0,0329	0,6589	0,4480	0,0154	-0,5727	-0,2698	–	-0,4610	-0,0179
20,72	-0,1201	-0,8720	–	0,0161	-0,6967	-0,3199	–	-0,5403	-0,0303
20,79	0,1878	-0,9412	–	0,0142	-0,7470	-0,3457	–	-0,5944	-0,0699
22,47	–	-1,0683	–	0,0132	-0,8346	-0,3992	–	-0,7000	-0,1232
22,55	–	-1,1458	–	-0,0114	-0,9086	-0,4425	–	-0,7587	-0,1602
24,27	–	-1,2490	–	-0,1863	-1,0000	-0,4916	–	-0,8200	-0,1891
24,27	–	-1,3071	–	-0,2105	-1,0512	-0,5203	–	-0,8411	-0,2052
26,28	–	-1,4352	–	-0,2589	-1,1591	-0,5744	–	-0,9504	-0,2596
26,32	–	-1,4945	–	-0,2641	-1,1894	-0,5954	–	-1,0131	-0,3111
28,01	–	-1,5884	–	-0,2636	-1,2553	-0,6423	–	-1,0879	-0,3597
28,26	–	-1,6129	–	-0,2449	-1,2710	-0,6530	–	-1,1055	-0,3774
28,33	–	-1,6861	–	-0,1767	-1,3102	-0,6994	–	-1,1552	-0,4577
28,22	–	-1,7024	–	-0,1562	-1,3149	-0,7064	–	-1,1574	-0,4702
30,06	–	-1,7834	–	-0,1549	-1,3739	-0,7482	–	-1,2144	-0,5155
30,12	–	-1,8824	–	-0,1590	-1,4067	-0,7694	–	-1,2447	-0,5601
29,96	–	-1,8859	–	-0,0834	-1,4059	-0,7695	–	-1,2453	-0,5622
30,50	–	-1,9049	–	-0,0223	-1,4170	-0,7778	–	-1,2539	-0,5725
31,08	–	-1,9413	–	-0,0393	-1,4379	-0,7928	–	-1,2691	-0,5928
31,63	–	-1,9752	–	-0,0672	-1,4588	-0,8091	–	-1,2837	-0,6132
32,09	–	-2,0271	–	-0,0722	-1,4827	-0,8297	–	-1,3016	-0,6436
32,57	–	-2,1009	–	-0,0850	-1,5080	-0,8562	–	-1,3259	-0,6928
32,94	–	-2,1596	–	-0,1013	-1,5277	-0,8790	–	-1,3534	-0,7420
33,52	–	-2,2201	–	-0,1210	-1,5488	-0,9010	–	-1,3806	-0,7922
33,70	–	-2,2479	–	-0,1414	-1,5600	-0,9081	–	-1,3963	-0,8198
33,70	–	-2,2649	–	-0,1645	-1,5678	-0,9146	–	-1,4073	-0,8342
33,82	–	-2,2795	–	-0,1784	-1,5760	-0,9221	–	-1,4192	-0,8450
34,16	–	-2,2998	–	-0,1894	-1,5859	-0,9322	–	-1,4318	-0,8487
34,38	–	-2,3229	–	-0,1854	-1,5971	-0,9435	–	-1,4442	-0,8364
34,44	–	-2,3415	–	-0,2016	-1,6046	-0,9601	–	-1,4529	-0,8301
34,74	–	-2,3592	–	-0,2135	-1,6145	-0,9797	–	-1,4610	-0,8310
34,83	–	-2,3764	–	-0,2038	-1,6330	-1,0044	–	-1,4676	-0,8329
34,97	–	-2,3926	–	-0,2206	-1,6521	-1,0270	–	-1,4728	-0,8356
34,95	–	-2,4067	–	-0,1863	-1,6778	-1,0570	–	-1,4769	-0,8370

Tabela A14 – Leituras dos extensômetros colados na armadura de aço transversal e longitudinal da viga VT3.

Torçor (kNm)	SL1 (%)	ST1 (%)	SL2 (%)	ST2 (%)	SL3 (%)	ST3 (%)
0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1,47	0,0019	0,0012	0,0019	0,0003	-0,0007	0,0001
1,62	0,0019	0,0024	0,0026	0,0000	-0,0004	0,0011
3,37	0,0042	0,0024	0,0038	0,0003	-0,0024	-0,0005
3,37	0,0053	0,0038	0,0047	0,0010	-0,0010	0,0010
5,42	0,0084	0,0060	0,0072	0,0015	-0,0015	0,0018
5,41	0,0084	0,0064	0,0072	0,0015	-0,0022	0,0015
7,23	0,0110	0,0057	0,0084	0,0020	-0,0045	0,0000
7,19	0,0100	0,0041	0,0069	0,0018	-0,0062	-0,0008
9,19	0,0144	0,0075	0,0106	0,0038	-0,0061	0,0011
9,23	0,0150	0,0080	0,0099	0,0039	-0,0066	0,0010
11,00	0,0196	0,0115	0,0138	0,0069	-0,0066	0,0030
11,15	0,0218	0,0145	0,0149	0,0081	-0,0060	0,0053
13,14	0,0267	0,0186	0,0187	0,0112	-0,0062	0,0076
12,99	0,0293	0,0211	0,0198	0,0134	-0,0066	0,0084
14,99	0,0352	0,0284	0,0244	0,0176	-0,0061	0,0126
14,84	0,0395	0,0386	0,0264	0,0210	-0,0050	0,0137
16,89	0,0454	0,0481	0,0314	0,0249	-0,0058	0,0171
16,80	0,0523	0,0698	0,0352	0,0290	-0,0042	0,0186
18,61	0,3678	0,5257	0,4351	0,2033	0,0026	0,0054
18,81	0,8215	0,5883	0,6277	0,3472	0,0595	0,1905
20,72	1,5217	0,6491	0,7553	0,4120	0,1145	0,3029
20,79	1,5994	0,6695	0,8138	0,4426	0,5213	0,7165
22,47	1,7226	0,7316	0,9067	0,4816	0,5678	0,8303
22,55	1,8134	0,7643	1,0130	0,5394	0,6384	0,9861
24,27	1,9485	0,8366	1,1286	0,6045	0,7057	1,1122
24,27	1,9934	0,8622	1,1856	0,6521	0,7361	1,1723
26,28	2,1496	0,9644	1,3474	0,7476	0,9177	1,3529
26,32	2,2016	0,9908	1,4118	0,7940	1,1655	1,4379
28,01	2,3381	1,0752	1,5175	0,8610	1,3041	1,5733
28,26	2,3737	1,0968	1,5460	0,8800	1,3392	1,5881
28,33	2,4039	1,1009	1,5941	0,9162	1,4228	1,6840
28,22	2,3932	1,1126	1,6092	0,9277	1,4345	1,7013
30,06	2,5178	1,2041	1,7014	0,9919	1,5353	1,8428
30,12	2,5554	1,2430	1,7577	1,0229	1,5775	1,1295
29,96	2,5517	1,2413	1,7580	1,0216	1,5756	1,1166
30,50	2,5735	1,2600	1,7743	1,0326	1,5948	1,1241
31,08	2,6140	1,2948	1,8087	1,0564	1,6319	1,1348
31,63	2,6565	1,3314	1,8464	1,0808	1,6658	1,1477
32,09	2,7043	1,3785	1,8961	1,1120	1,7028	1,1563
32,57	2,7580	1,4365	1,9639	1,1460	1,7459	1,1502
32,94	2,8036	1,4900	2,0251	1,1780	1,7898	1,1320
33,52	2,8466	1,5418	2,0952	1,2091	1,8354	1,1146
33,70	2,8951	1,5714	2,1260	1,2221	1,8558	1,1103
33,70	2,9422	1,5815	2,1457	1,2308	1,8690	1,0989
33,82	2,9952	1,5963	2,1634	1,2391	1,8807	1,1019
34,16	3,0362	1,6165	2,1858	1,2497	1,8976	1,0964
34,38	3,0732	1,6384	2,2136	1,2656	1,9199	1,0941
34,44	3,0907	1,6541	2,2347	1,2740	1,9329	1,0788
34,74	3,1135	1,6677	2,2510	1,2835	1,9464	1,0708
34,83	3,1332	1,6793	2,2600	1,2953	1,9575	1,0620
34,97	3,1511	1,6897	2,2710	1,3033	1,9677	1,0562
34,95	3,1666	1,6964	2,2783	1,3102	1,9755	1,0572

Tabela A15 – Leituras dos extensômetros colados na armadura transversal de CFC da viga VT3.

Torçor (kNm)	FT1 (%)	FT2 (%)	FT3 (%)	FT4 (%)	FT5 (%)	FT6 (%)
0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1,47	-0,0022	-0,0007	0,0015	-0,0004	-0,0018	-0,0012
1,62	-0,0026	-0,0011	0,0016	-0,0001	-0,0019	-0,0011
3,37	-0,0045	-0,0008	0,0034	-0,0018	-0,0028	-0,0022
3,37	-0,0046	-0,0005	0,0037	-0,0011	-0,0031	-0,0020
5,42	-0,0068	-0,0005	0,0065	-0,0012	-0,0045	-0,0024
5,41	-0,0073	-0,0008	0,0069	-0,0012	-0,0045	-0,0030
7,23	-0,0096	-0,0003	0,0095	-0,0030	-0,0052	-0,0037
7,19	-0,0100	-0,0015	0,0088	-0,0037	-0,0054	-0,0050
9,19	-0,0125	-0,0005	0,0133	-0,0039	-0,0056	-0,0042
9,23	-0,0133	-0,0014	0,0133	-0,0049	-0,0062	-0,0056
11,00	-0,0150	-0,0008	0,0173	-0,0050	-0,0060	-0,0062
11,15	-0,0175	-0,0014	0,0183	-0,0052	-0,0058	-0,0069
13,14	-0,0194	-0,0005	0,0229	-0,0060	-0,0046	-0,0075
12,99	-0,0205	-0,0008	0,0244	-0,0061	-0,0030	-0,0084
14,99	-0,0222	0,0001	0,0303	-0,0065	-0,0007	-0,0089
14,84	-0,0248	-0,0008	0,0341	-0,0079	0,0015	-0,0108
16,89	-0,0290	-0,0008	0,0446	-0,0089	0,0065	-0,0127
16,80	-0,0306	-0,0010	0,0532	-0,0098	0,0094	-0,0142
18,61	-0,0196	0,0504	0,3108	-0,0259	0,0352	0,0200
18,81	-0,0177	0,1500	0,4972	-0,0186	0,0456	0,0127
20,72	-0,0474	0,2008	0,6268	-0,0145	0,1298	0,0134
20,79	-0,0475	0,2466	0,7126	-0,0027	0,9758	0,0241
22,47	-0,0649	0,2883	0,8015	0,0064	1,3783	0,0585
22,55	-0,0569	0,3468	0,8685	0,0657	1,6821	0,0684
24,27	-0,0524	0,4231	0,9521	0,1044	2,0509	0,0845
24,27	-0,0293	0,4951	1,0401	0,1406	2,3200	0,1050
26,28	0,0034	0,6036	1,2390	0,2770	2,7781	0,1308
26,32	0,0443	0,6802	1,3544	0,4681	2,8887	0,1581
28,01	0,0637	0,7453	1,4644	0,6951	3,0932	0,1807
28,26	0,0780	0,7674	1,4996	0,7868	3,1311	0,1972
28,33	0,1455	0,8629	1,6534	1,1570	3,2488	0,2865
28,22	0,1663	0,8820	1,6933	1,2342	3,2652	0,3041
30,06	0,1947	0,9254	1,7779	1,3485	3,4303	0,3277
30,12	0,6727	0,9864	1,8667	1,5536	3,4972	0,4109
29,96	0,7046	0,9891	1,8711	1,5642	3,4922	0,4147
30,50	0,7453	0,9964	1,8878	1,5914	3,5189	0,4218
31,08	0,8584	1,0120	1,9225	1,6539	3,5680	0,4386
31,63	1,0010	1,0290	1,9591	1,7241	3,6253	0,4562
32,09	1,1795	1,0568	2,0050	1,8161	3,6893	0,4810
32,57	1,4496	1,0982	2,0725	1,9594	3,7815	0,5321
32,94	1,6338	1,1357	2,1311	2,0734	3,8986	0,5762
33,52	1,7871	1,1809	2,2052	2,1839	3,9763	0,6194
33,70	1,8437	1,2008	2,2387	2,2147	4,0365	0,6388
33,70	1,8925	1,2155	2,2610	2,2334	4,0612	0,6517
33,82	1,9631	1,2337	2,2863	2,2511	4,0868	0,6653
34,16	2,0239	1,2532	2,3192	2,2680	4,1184	0,6824
34,38	2,0666	1,2705	2,3544	2,2884	4,1563	0,7001
34,44	2,1094	1,2876	2,3970	2,3057	4,1922	0,7165
34,74	2,1439	1,3009	2,4574	2,3047	4,2234	0,7310
34,83	2,1807	1,3147	2,5401	2,3080	4,2486	0,7458
34,97	2,2147	1,3265	2,6088	2,3162	4,2713	0,7603
34,95	2,2458	1,3377	2,6682	2,3198	4,2855	0,7738

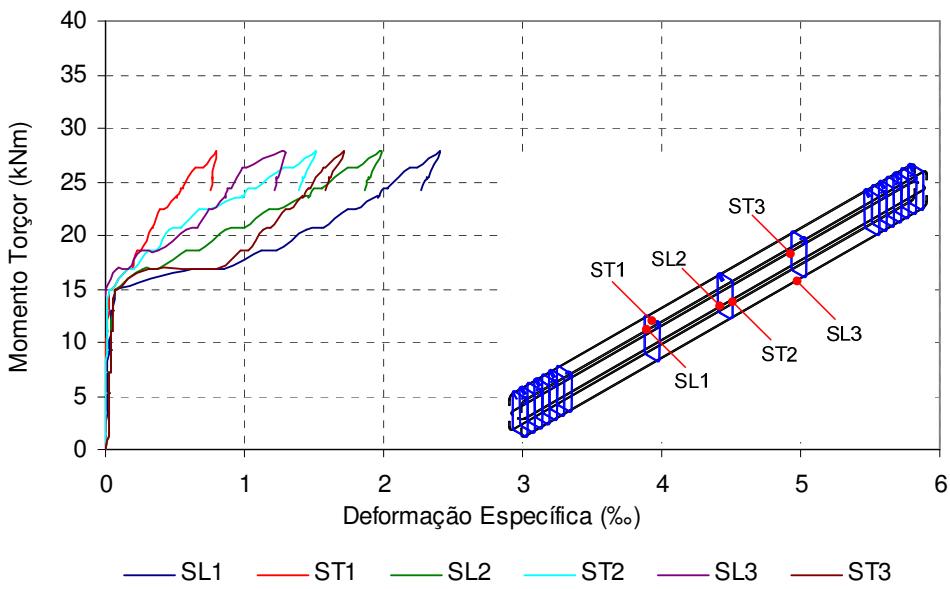
VTL1

Figura A.8 – Gráfico momento torçor x deformação específica das armaduras de aço transversal e longitudinal da viga VTL1.

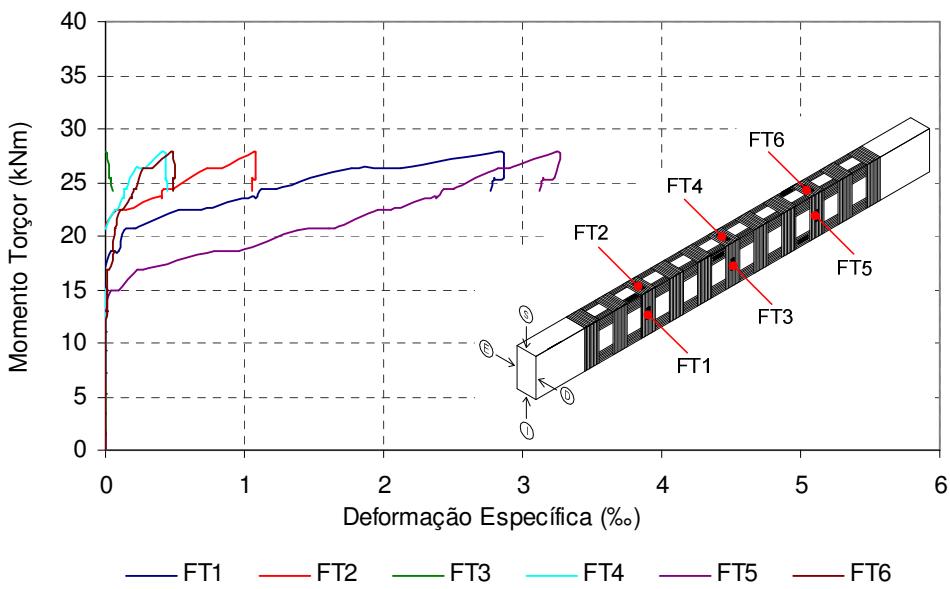


Figura A.9 – Gráfico momento torçor x deformação específica da armadura de CFC transversal da viga VTL1.

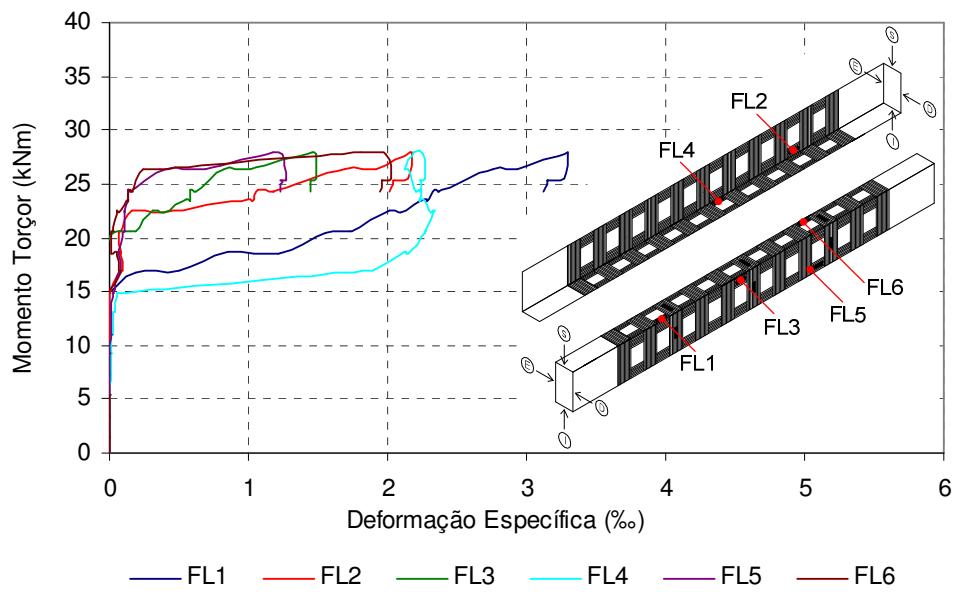


Figura A.10 – Gráfico momento torçor x deformação específica da armadura de CFC longitudinal da viga VTL1.

Tabela A16 – Ângulo de torção por unidade de comprimento e leituras dos LVDT da viga VTL1.

Torçor (kN/m)	θ/m	LVDT1 (mm)	LVDT2 (mm)	LVDT3 (mm)	LVDT4 (mm)	LVDT5 (mm)
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,58	0,019	0,95	1,18	1,09	0,78	0,50
1,45	0,019	0,96	1,20	1,12	0,78	0,50
3,48	0,052	1,94	2,09	1,73	1,36	0,73
3,38	0,054	2,00	2,12	1,75	1,37	0,73
5,35	0,082	3,02	3,09	2,49	2,04	1,10
5,35	0,085	3,09	3,19	2,56	2,11	1,11
7,24	0,102	3,98	4,07	3,20	2,70	1,59
7,26	0,102	3,98	4,11	3,26	2,74	1,59
9,22	0,123	4,89	4,88	3,81	3,27	1,99
9,24	0,124	4,90	4,99	3,91	3,33	1,99
11,01	0,144	5,92	5,86	4,49	3,91	2,53
11,04	0,150	6,06	5,93	4,57	3,99	2,53
13,00	0,167	7,17	6,96	5,31	4,70	3,22
13,03	0,169	7,37	7,12	5,49	4,85	3,36
14,88	0,193	8,57	8,18	6,24	5,56	4,00
14,90	0,204	9,00	8,61	6,55	5,70	4,16
16,78	0,495	16,38	16,82	11,00	8,70	4,73
16,87	0,624	19,42	19,56	12,74	9,37	4,73
18,68	0,796	24,27	23,09	15,85	11,22	5,48
18,59	0,881	26,28	24,97	17,20	11,76	5,48
20,47	1,050	30,86	29,25	20,10	13,07	6,00
20,66	1,154	33,35	31,39	21,62	13,65	6,00
20,65	1,154	33,35	31,39	21,62	13,65	6,00
22,51	1,347	38,03	35,57	21,62	13,71	6,02
22,43	1,414	39,63	37,20	22,40	14,15	6,02
23,61	1,650	45,40	43,36	25,67	15,76	6,03
23,49	1,664	45,75	43,70	26,14	16,05	6,03
24,43	1,709	46,86	44,88	26,49	16,25	6,04
24,33	1,744	47,69	45,86	27,00	16,46	6,03
24,34	1,749	47,81	45,99	27,06	16,46	6,03
26,29	1,976	53,43	52,78	30,55	18,31	6,04
26,30	2,073	55,84	55,37	32,00	19,01	6,04
27,98	2,392	63,79	57,26	37,20	22,31	6,02
27,78	2,496	65,41	59,16	38,92	23,84	5,12
25,43	2,398	68,73	62,50	42,61	27,53	10,27
25,25	2,404	70,85	65,02	45,30	31,08	12,03
25,36	2,427	73,84	68,44	48,22	34,01	14,15
25,05	2,492	79,83	74,96	54,19	39,85	17,96
24,21	2,517	85,20	80,54	59,79	45,17	22,12

Tabela A17 – Leituras dos extensômetros colados na superfície de concreto da viga VTL1.

Torçor (kNm)	C1 (%)	C2 (%)	C3 (%)	C4 (%)	C5 (%)	C6 (%)	C7 (%)	C8 (%)	C9 (%)
0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1,58	-0,0001	-0,0179	-0,0021	-0,0010	-0,0203	-0,0012	0,0004	-0,0212	0,0003
1,45	-0,0008	-0,0185	-0,0026	-0,0018	-0,0208	-0,0013	0,0000	-0,0218	-0,0021
3,48	0,0003	-0,0413	-0,0031	-0,0003	-0,0449	0,0010	0,0016	-0,0450	-0,0035
3,38	0,0001	-0,0410	-0,0034	-0,0007	-0,0450	0,0005	0,0012	-0,0450	-0,0041
5,35	0,0016	-0,0640	-0,0040	0,0009	-0,0699	0,0034	0,0031	-0,0690	-0,0050
5,35	0,0018	-0,0651	-0,0040	0,0009	-0,0713	0,0040	0,0035	-0,0702	-0,0054
7,24	0,0034	-0,0882	-0,0046	0,0026	-0,0969	0,0080	0,0065	-0,0936	-0,0054
7,26	0,0040	-0,0882	-0,0040	0,0036	-0,0966	0,0098	0,0072	-0,0939	-0,0050
9,22	0,0065	-0,1131	-0,0040	0,0067	-0,1246	0,0159	0,0120	-0,1198	-0,0053
9,24	0,0072	-0,1159	-0,0044	0,0064	-0,1286	0,0157	0,0117	-0,1243	-0,0053
11,01	0,0117	-0,1395	-0,0037	0,0104	-0,1550	0,0232	0,0181	-0,1491	-0,0058
11,04	0,0151	-0,1410	-0,0017	0,0125	-0,1577	0,0276	0,0209	-0,1509	-0,0054
13,00	0,0244	-0,1660	0,0016	0,0200	-0,1870	0,0406	0,0299	-0,1778	-0,0039
13,03	0,0361	-0,1711	0,0034	0,0244	-0,1942	0,0450	0,0328	-0,1847	-0,0027
14,88	0,0552	-0,2017	0,0071	0,0333	-0,2288	0,0597	0,0477	-0,2165	-0,0046
14,90	0,0731	-0,2105	0,0117	0,0377	-0,2400	0,0712	0,0492	-0,2289	-0,0130
16,78	1,1814	-0,4249	-0,0439	-0,0227	-0,5376	0,5418	-0,0845	-0,4554	-0,1633
16,87	–	-0,4814	0,0864	-0,1033	-0,2383	1,1426	-0,1630	-0,7191	-0,1769
18,68	–	-0,5531	0,3272	-0,1880	0,3156	–	-0,2146	-0,9042	-0,1916
18,59	–	-0,5833	0,5664	-0,2138	0,5149	–	-0,2442	-0,9622	-0,2615
20,47	–	-0,6673	1,0312	-0,2524	0,7905	–	-0,3012	-1,1064	-0,3677
20,66	–	-0,6986	–	-0,2823	0,9301	–	-0,3346	-1,0773	-0,3533
20,65	–	-0,7013	–	-0,2867	0,9471	–	-0,3403	-1,0703	-0,3681
22,51	–	-0,7743	–	-0,2150	1,0941	–	-0,3872	-1,1592	-0,4405
22,43	–	-0,7901	–	-0,1619	1,2557	–	-0,3988	-1,1589	-0,4632
23,61	–	-0,8633	–	0,0191	–	–	-0,4405	-1,1996	-0,5359
23,49	–	-0,8548	–	0,0282	–	–	-0,4416	-1,1808	-0,5427
24,43	–	-0,8736	–	0,0468	–	–	-0,4542	-1,1987	-0,5600
24,33	–	-0,8799	–	0,0815	–	–	-0,4578	-1,1977	-0,5749
24,34	–	-0,8812	–	0,0840	–	–	-0,4586	-1,1966	-0,5766
26,29	–	-0,9579	–	0,3987	–	–	-0,4909	-1,2737	-0,6284
26,30	–	-0,9744	–	–	–	–	-0,4883	-1,2801	-0,6635
27,98	–	-1,0378	–	–	–	–	-0,5060	-1,3495	-0,7854
27,78	–	-1,0381	–	–	–	–	-0,4958	-1,3441	-0,7944
25,43	–	-1,0006	–	–	–	–	-0,4613	-1,2774	-0,7659
25,25	–	-0,9884	–	–	–	–	-0,4538	-1,2776	-0,7618
25,36	–	-0,9902	–	–	–	–	-0,4537	-1,2791	-0,7622
25,05	–	-0,9829	–	–	–	–	-0,4475	-1,2692	-0,7582
24,21	–	-0,9731	–	–	–	–	-0,4390	-1,2539	-0,7511

Tabela A18 – Leituras dos extensômetros colados na armadura de aço transversal e longitudinal da viga VTL1.

Torçor (kNm)	SL1 (%)	ST1 (%)	SL2 (%)	ST2 (%)	SL3 (%)	ST3 (%)
0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1,58	0,0023	-0,0022	0,0234	0,0020	-0,0122	0,0291
1,45	0,0020	-0,0034	0,0225	0,0019	-0,0126	0,0282
3,48	0,0072	-0,0029	0,0260	0,0026	-0,0123	0,0290
3,38	0,0075	-0,0027	0,0261	0,0023	-0,0127	0,0291
5,35	0,0123	-0,0027	0,0295	0,0027	-0,0123	0,0298
5,35	0,0137	-0,0020	0,0302	0,0034	-0,0123	0,0298
7,24	0,0183	-0,0018	0,0337	0,0039	-0,0125	0,0325
7,26	0,0201	0,0008	0,0355	0,0053	-0,0111	0,0366
9,22	0,0266	0,0034	0,0387	0,0068	-0,0111	0,0393
9,24	0,0290	0,0053	0,0404	0,0079	-0,0119	0,0412
11,01	0,0354	0,0098	0,0433	0,0096	-0,0123	0,0447
11,04	0,0383	0,0142	0,0444	0,0113	-0,0106	0,0473
13,00	0,0469	0,0209	0,0503	0,0159	-0,0085	0,0539
13,03	0,0528	0,0272	0,0546	0,0201	-0,0093	0,0592
14,88	0,0642	0,0337	0,0647	0,0295	-0,0060	0,0688
14,90	0,0714	0,0390	0,0734	0,0345	-0,0037	0,0765
16,78	0,6222	0,1643	0,2732	0,1661	0,0820	0,3148
16,87	0,8567	0,1926	0,3723	0,1993	0,1592	0,7911
18,68	1,1204	0,2297	0,5784	0,3143	0,2635	0,9693
18,59	1,2342	0,2575	0,6708	0,3630	0,3733	1,0286
20,47	1,4502	0,3180	0,8678	0,4595	0,5752	1,1381
20,66	1,5540	0,3395	0,9839	0,5342	0,6479	1,1800
20,65	1,5710	0,3426	1,0009	0,5453	0,6573	1,1889
22,51	1,7476	0,3932	1,1704	0,6696	0,7483	1,2999
22,43	1,7941	0,4159	1,2384	0,7380	0,7770	1,3176
23,61	1,9620	0,5129	1,4519	0,9845	0,8603	1,4174
23,49	1,9605	0,5177	1,4580	0,9927	0,8630	1,4189
24,43	1,9998	0,5348	1,4989	1,0237	0,8843	1,4604
24,33	2,0239	0,5522	1,5498	1,0696	0,8961	1,4653
24,34	2,0274	0,5539	1,5558	1,0751	0,8987	1,4675
26,29	2,1899	0,6499	1,7445	1,2793	0,9805	1,5709
26,30	2,2477	0,6966	1,8129	1,3541	1,0187	1,5821
27,98	2,4079	0,7963	1,9797	1,5119	1,2683	1,7131
27,78	2,4102	0,8012	1,9858	1,5122	1,2922	1,7097
25,43	2,3273	0,7751	1,9095	1,4361	1,2404	1,6181
25,25	2,3102	0,7702	1,8942	1,4231	1,2335	1,6080
25,36	2,3088	0,7705	1,8925	1,4229	1,2349	1,6105
25,05	2,2955	0,7675	1,8814	1,4145	1,2243	1,6031
24,21	2,2717	0,7618	1,8606	1,3967	1,2111	1,5756

Tabela A19 – Leituras dos extensômetros colados na armadura transversal de CFC da viga VTL1.

Torçor (kNm)	FT1 (%)	FT2 (%)	FT3 (%)	FT4 (%)	FT5 (%)	FT6 (%)
0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1,58	-0,0026	-0,0035	-0,0022	0,0009	-0,0040	-0,0017
1,45	-0,0034	-0,0042	-0,0029	0,0004	-0,0056	-0,0020
3,48	-0,0030	-0,0056	-0,0021	0,0010	-0,0074	-0,0004
3,38	-0,0038	-0,0050	-0,0027	0,0012	-0,0085	-0,0005
5,35	-0,0031	-0,0060	-0,0020	0,0017	-0,0102	0,0010
5,35	-0,0035	-0,0056	-0,0020	0,0018	-0,0111	0,0007
7,24	-0,0025	-0,0073	-0,0016	0,0021	-0,0120	0,0022
7,26	-0,0025	-0,0077	-0,0013	0,0021	-0,0130	0,0023
9,22	-0,0008	-0,0090	-0,0009	0,0022	-0,0137	0,0046
9,24	-0,0003	-0,0122	-0,0017	0,0025	-0,0139	0,0042
11,01	0,0020	-0,0137	-0,0022	0,0027	-0,0133	0,0061
11,04	0,0035	-0,0141	-0,0029	0,0025	-0,0139	0,0061
13,00	0,0090	-0,0149	-0,0037	0,0020	-0,0099	0,0085
13,03	0,0119	-0,0155	-0,0055	0,0014	-0,0066	0,0082
14,88	0,0149	-0,0168	-0,0095	0,0001	0,0366	0,0095
14,90	0,0126	-0,0189	-0,0126	-0,0009	0,0890	0,0089
16,78	-0,0276	-0,0106	-0,0356	-0,0741	0,2238	0,0145
16,87	-0,0122	-0,0772	-0,0517	-0,0738	0,2648	0,0327
18,68	0,0344	-0,0928	-0,0738	-0,0431	0,7787	0,0645
18,59	0,0907	-0,0879	-0,0856	-0,0313	0,9651	0,0491
20,47	0,1382	-0,0802	-0,1232	-0,0180	1,3831	0,0636
20,66	0,2055	-0,0443	-0,1487	0,0004	1,6134	0,0714
20,65	0,2210	-0,0317	-0,1520	0,0039	1,6436	0,0740
22,51	0,5208	0,0815	-0,1859	0,0663	1,9553	0,1052
22,43	0,6894	0,1499	-0,1975	0,0873	2,0480	0,1245
23,61	1,0476	0,3867	-0,2220	0,1342	2,3644	0,1912
23,49	1,0787	0,4045	-0,2211	0,1385	2,3724	0,1946
24,43	1,1199	0,4212	-0,2247	0,1416	2,4277	0,2001
24,33	1,2196	0,4871	-0,2165	0,1532	2,4936	0,2106
24,34	1,2263	0,4886	-0,2172	0,1540	2,4977	0,2117
26,29	1,7715	0,7271	-0,2139	0,2195	2,8210	0,2711
26,30	2,1244	0,8408	-0,1953	0,2859	2,9069	0,3396
27,98	2,8249	1,0717	-0,0164	0,4110	3,2472	0,4765
27,78	2,8682	1,0843	0,0124	0,4289	3,2645	0,4913
25,43	2,8614	1,0806	0,0289	0,4367	3,2258	0,4939
25,25	2,7952	1,0627	0,0415	0,4368	3,1510	0,4891
25,36	2,7953	1,0600	0,0422	0,4383	3,1510	0,4892
25,05	2,7891	1,0557	0,0447	0,4396	3,1408	0,4877
24,21	2,7741	1,0502	0,0475	0,4400	3,1228	0,4834

Tabela A20 – Leituras dos extensômetros colados na armadura longitudinal de CFC da viga VTL1.

Torçor (kNm)	FL1 (%)	FL2 (%)	FL3 (%)	FL4 (%)	FL5 (%)	FL6 (%)
0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1,58	-0,0026	-0,0010	-0,0022	-0,0018	-0,0009	-0,0029
1,45	-0,0040	-0,0017	-0,0029	-0,0023	-0,0016	-0,0033
3,48	-0,0076	-0,0008	-0,0044	0,0000	-0,0005	-0,0047
3,38	-0,0076	-0,0009	-0,0047	0,0004	-0,0007	-0,0051
5,35	-0,0103	0,0003	-0,0060	0,0029	0,0003	-0,0066
5,35	-0,0096	0,0003	-0,0063	0,0037	0,0010	-0,0072
7,24	-0,0130	0,0004	-0,0078	0,0068	0,0025	-0,0089
7,26	-0,0121	0,0010	-0,0072	0,0080	0,0030	-0,0081
9,22	-0,0148	0,0018	-0,0090	0,0122	0,0057	-0,0095
9,24	-0,0152	0,0020	-0,0092	0,0139	0,0063	-0,0100
11,01	-0,0175	0,0020	-0,0107	0,0188	0,0090	-0,0113
11,04	-0,0162	0,0025	-0,0103	0,0220	0,0109	-0,0109
13,00	-0,0177	0,0033	-0,0113	0,0290	0,0145	-0,0119
13,03	-0,0167	0,0037	-0,0109	0,0358	0,0177	-0,0103
14,88	-0,0185	0,0030	-0,0132	0,0526	0,0255	-0,0102
14,90	-0,0182	0,0004	-0,0135	0,0664	0,0319	-0,0077
16,78	0,1882	0,0742	-0,1025	1,6904	0,0652	0,0875
16,87	0,4982	0,0910	-0,1122	1,8956	0,0750	0,0702
18,68	0,8459	0,0877	-0,0901	2,1151	0,0697	0,0505
18,59	1,2125	0,0765	-0,0412	2,1465	0,0693	0,0074
20,47	1,5557	0,0621	0,0315	2,2723	0,0919	0,0072
20,66	1,7259	0,0641	0,1551	2,2666	0,1048	0,0268
20,65	1,7429	0,0749	0,1825	2,2650	0,1041	0,0260
22,51	2,0199	0,1685	0,3158	2,3433	0,1043	0,0516
22,43	2,0937	0,3966	0,3884	2,3044	0,1065	0,0677
23,61	2,2751	1,0047	0,5605	2,2621	0,1331	0,1383
23,49	2,2802	1,0270	0,5744	2,2301	0,1374	0,1383
24,43	2,3388	1,0650	0,5873	2,2468	0,1416	0,1413
24,33	2,3656	1,1724	0,6143	2,2023	0,1525	0,1586
24,34	2,3694	1,1813	0,6165	2,1999	0,1542	0,1599
26,29	2,7567	1,6939	0,8231	2,1550	0,4075	0,2497
26,30	2,9352	1,9149	1,0111	2,1256	0,6844	0,3705
27,98	3,3020	2,1615	1,4602	2,1855	1,1785	1,8118
27,78	3,3003	2,1746	1,4851	2,2522	1,2487	1,9930
25,43	3,2695	2,1538	1,4828	2,2753	1,2670	2,0224
25,25	3,1511	2,0500	1,4419	2,2249	1,2346	1,9569
25,36	3,1493	2,0470	1,4448	2,2407	1,2367	1,9586
25,05	3,1450	2,0352	1,4465	2,2484	1,2357	1,9529
24,21	3,1234	2,0098	1,4419	2,2357	1,2295	1,9407

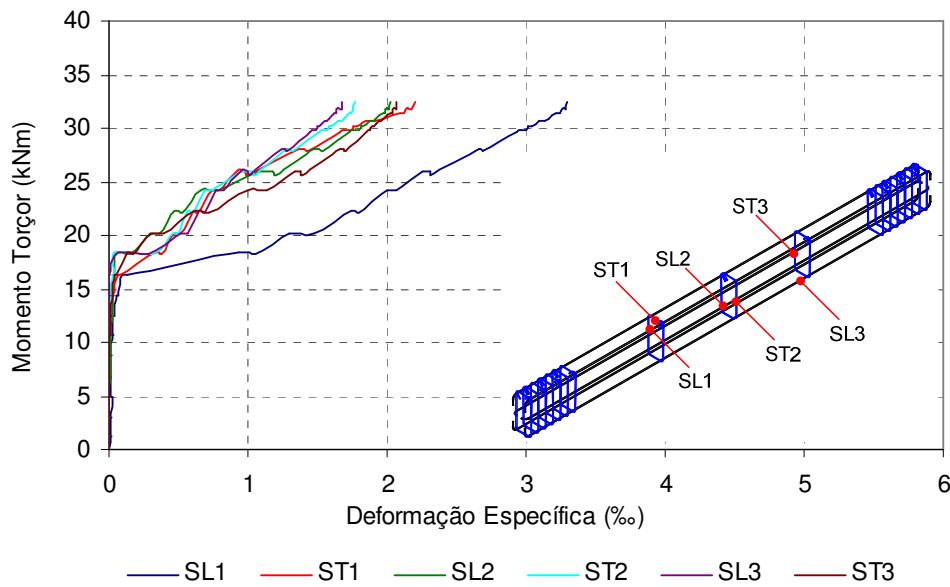
VTL2

Figura A.11 – Gráfico momento torçor x deformação específica das armaduras de aço transversal e longitudinal da viga VTL2.

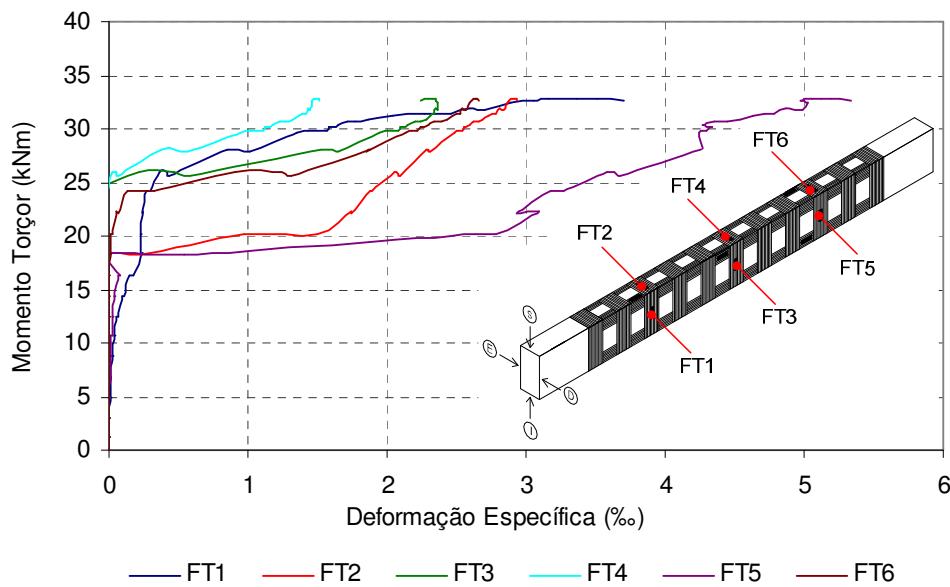


Figura A.12 – Gráfico momento torçor x deformação específica da armadura de CFC transversal da viga VTL2.

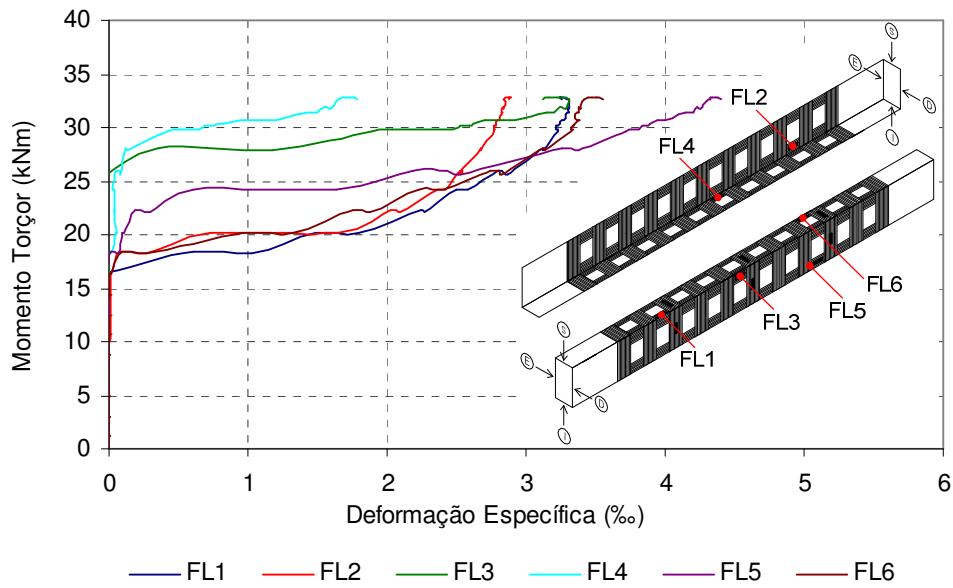


Figura A.13 – Gráfico momento torçor x deformação específica da armadura de CFC longitudinal da viga VTL2.

Tabela A21 – Ângulo de torção por unidade de comprimento e leituras dos LVDT da viga VTL2.

Torçor (kN/m)	θ/m	LVDT1 (mm)	LVDT2 (mm)	LVDT3 (mm)	LVDT4 (mm)	LVDT5 (mm)
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,31	0,004	0,25	0,34	0,00	0,13	0,34
1,28	0,004	0,25	0,34	0,00	0,13	0,34
3,03	0,018	1,01	0,94	0,60	0,14	0,58
2,96	0,019	1,04	0,95	0,61	0,14	0,58
4,92	0,039	1,87	1,66	1,16	0,46	0,95
4,95	0,043	1,96	1,71	1,19	0,46	0,95
6,77	0,061	2,78	2,39	1,81	0,90	1,34
6,75	0,065	2,87	2,42	1,84	0,93	1,34
8,75	0,086	3,76	3,20	2,49	1,43	1,73
8,78	0,091	3,92	3,31	2,61	1,47	1,77
10,67	0,112	4,81	4,08	3,24	1,99	2,16
10,66	0,116	4,92	4,17	3,32	2,03	2,19
12,54	0,137	5,84	4,99	3,98	2,58	2,61
12,54	0,141	6,01	5,15	4,12	2,67	2,68
14,46	0,170	7,19	6,04	4,88	3,31	3,18
14,47	0,173	7,31	6,15	4,98	3,39	3,22
16,29	0,223	9,03	7,27	6,00	4,31	3,76
16,28	0,245	9,58	7,67	6,30	4,61	3,79
18,42	0,508	16,50	13,46	10,57	8,06	4,56
18,26	0,627	20,01	16,29	12,56	8,97	5,24
20,25	0,904	27,24	21,75	17,00	11,12	5,87
20,18	1,012	29,81	23,21	18,27	11,69	5,88
22,24	1,157	33,80	27,17	21,52	13,55	6,35
22,18	1,231	35,58	28,38	22,56	14,08	6,36
24,13	1,421	40,67	33,12	26,29	16,02	6,82
24,19	1,523	43,16	35,21	27,99	16,86	6,82
25,94	1,709	48,58	39,88	31,74	18,89	7,63
26,04	1,782	50,38	41,63	33,04	19,47	7,63
25,70	1,835	51,69	42,51	33,70	20,09	7,63
27,99	2,199	60,76	51,08	39,99	22,93	7,64
27,82	2,279	62,75	52,86	41,19	23,48	7,63
29,73	2,564	69,97	59,68	46,51	25,69	7,64
29,87	2,590	70,64	60,62	47,25	26,01	7,64
29,89	2,650	72,17	61,99	48,27	26,59	7,64
30,10	2,671	72,72	62,91	48,66	26,61	7,64
30,21	2,693	73,28	63,26	49,16	26,67	7,64
30,42	2,719	73,93	64,04	49,63	26,80	7,64
30,66	2,786	75,67	65,28	50,52	27,12	7,64
30,78	2,838	76,99	66,53	51,33	27,46	7,64
30,95	2,878	78,03	67,46	52,08	27,72	7,64
31,15	2,937	79,56	68,51	53,00	28,13	7,64
31,34	2,993	81,01	69,69	53,83	28,45	7,64
31,34	3,055	82,63	70,53	54,50	28,85	7,64
31,91	3,097	83,70	71,40	55,14	29,10	7,64
31,82	3,148	85,04	72,66	55,95	29,52	7,64
32,50	3,191	86,17	73,20	56,65	29,68	7,64
32,63	3,227	87,10	74,07	57,23	29,85	7,64
32,76	3,243	87,54	74,67	57,82	30,00	7,64
32,77	3,276	88,40	75,25	58,39	30,38	7,64
32,84	3,305	89,15	75,90	58,94	30,53	7,64
32,89	3,352	90,41	76,83	59,74	30,75	7,64
32,59	3,410	91,93	78,24	61,14	31,96	7,63

Tabela A22 – Leituras dos extensômetros colados na superfície de concreto da viga VTL2.

Torçor (kNm)	C1 (%)	C2 (%)	C3 (%)	C4 (%)	C5 (%)	C6 (%)	C7 (%)	C8 (%)	C9 (%)
0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1,31	0,0023	-0,0143	-0,0004	0,0013	-0,0130	-0,0003	0,0015	-0,0138	0,0179
1,28	0,0022	-0,0138	-0,0005	0,0004	-0,0119	0,0001	0,0009	-0,0133	0,0215
3,03	0,0027	-0,0348	-0,0012	0,0010	-0,0300	-0,0008	0,0009	-0,0311	0,0238
2,96	0,0023	-0,0342	-0,0005	0,0009	-0,0299	0,0008	0,0010	-0,0318	0,0289
4,92	0,0042	-0,0594	-0,0012	0,0019	-0,0505	-0,0013	0,0017	-0,0526	0,0263
4,95	0,0027	-0,0620	-0,0013	0,0001	-0,0524	-0,0003	0,0006	-0,0557	0,0279
6,77	0,0061	-0,0855	-0,0003	0,0022	-0,0721	-0,0010	0,0022	-0,0755	0,0277
6,75	0,0064	-0,0875	0,0001	0,0020	-0,0732	-0,0006	0,0023	-0,0765	0,0288
8,75	0,0093	-0,1141	0,0015	0,0046	-0,0953	-0,0006	0,0032	-0,0990	0,0295
8,78	0,0119	-0,1184	0,0024	0,0043	-0,0980	0,0013	0,0036	-0,1028	0,0326
10,67	0,0143	-0,1465	0,0045	0,0059	-0,1212	0,0008	0,0045	-0,1265	0,0325
10,66	0,0157	-0,1500	0,0063	0,0075	-0,1234	0,0021	0,0056	-0,1284	0,0339
12,54	0,0173	-0,1805	0,0095	0,0092	-0,1490	0,0015	0,0042	-0,1536	0,0302
12,54	0,0178	-0,1869	0,0128	0,0110	-0,1544	0,0050	0,0023	-0,1584	0,0296
14,46	0,0183	-0,2215	0,0155	0,0155	-0,1825	0,0079	-0,0063	-0,1848	0,0210
14,47	0,0192	-0,2270	0,0194	0,0187	-0,1864	0,0091	-0,0100	-0,1869	0,0190
16,29	0,0201	-0,2712	0,0293	0,0054	-0,2191	-0,0027	-0,0267	-0,2152	0,0014
16,28	0,0121	-0,2870	0,0440	0,0015	-0,2276	-0,0083	-0,0327	-0,2265	-0,0026
18,42	-0,0658	-0,6471	–	-0,0184	-0,2907	-0,0355	-0,0124	-0,5206	0,0926
18,26	-0,0579	-0,7250	–	-0,0348	-0,4334	-0,1104	-0,0589	-0,6748	0,1854
20,25	-0,0337	-0,8985	–	-0,1063	-0,5615	-0,1880	-0,0980	-0,9811	0,2291
20,18	-0,0769	-1,0291	–	-0,1189	-0,5860	-0,1914	-0,0976	-1,0725	0,2325
22,24	-0,1324	-1,2449	–	-0,1131	-0,6661	-0,2163	-0,1072	-1,2753	0,2546
22,18	-0,1617	-1,3027	–	-0,0851	-0,6961	-0,2205	-0,0864	-1,3501	0,2652
24,13	-0,2334	-1,4831	–	-0,0070	-0,7985	-0,2343	-0,0613	-1,5307	0,3314
24,19	-0,2666	-1,5701	–	0,1597	-0,8662	-0,2317	-0,0152	-1,6295	0,3621
25,94	-0,3115	-1,7352	–	0,0523	-1,0228	-0,2313	–	-1,8341	0,3937
26,04	-0,3268	-1,7866	–	0,0935	-1,0667	-0,2214	–	-1,9160	0,3867
25,70	-0,3228	-1,7945	–	0,1162	-1,0713	-0,2172	–	-1,9404	0,3831
27,99	-0,3953	-2,0647	–	0,2631	-1,2711	-0,2016	–	-2,3510	0,3521
27,82	-0,4167	-2,1254	–	0,3089	-1,3188	-0,1962	–	-2,4384	0,3135
29,73	-0,4737	-2,3164	–	0,3516	-1,4558	-0,1912	–	-2,6574	0,2762
29,87	-0,4803	-2,3379	–	0,3551	-1,4788	-0,1940	–	-2,6858	0,2718
29,89	-0,4936	-2,3712	–	0,3615	-1,5246	-0,2072	–	-2,7349	0,2602
30,10	-0,4971	-2,3840	–	0,3643	-1,5377	-0,2122	–	-2,7516	0,2592
30,21	-0,5026	-2,4005	–	0,3676	-1,5542	-0,2165	–	-2,7744	0,2583
30,42	-0,5077	-2,4155	–	0,3650	-1,5716	-0,2238	–	-2,7983	0,2724
30,66	-0,5159	-2,4407	–	0,3671	-1,6055	-0,2399	–	-2,8351	0,2729
30,78	-0,5297	-2,4646	–	0,3681	-1,6371	-0,2518	–	-2,8737	0,2784
30,95	-0,5454	-2,4871	–	0,3668	-1,6638	-0,2599	–	-2,9091	0,2686
31,15	-0,5680	-2,5134	–	0,3645	-1,6887	-0,2657	–	-2,9366	0,2514
31,34	-0,5914	-2,5401	–	0,3575	-1,7118	-0,2723	–	-2,9621	0,2325
31,34	-0,6107	-2,5664	–	0,3552	-1,7356	-0,2791	–	-2,9816	0,2125
31,91	-0,6249	-2,5885	–	0,3500	-1,7553	-0,2836	–	-2,9971	0,1920
31,82	-0,6396	-2,6142	–	0,3431	-1,7776	-0,2896	–	-3,0147	0,1417
32,50	-0,6509	-2,6349	–	0,3378	-1,7945	-0,2934	–	-3,0256	0,0909
32,63	-0,6708	-2,6583	–	0,3259	-1,8135	-0,2958	–	-3,0406	0,0626
32,76	-0,6818	-2,6786	–	0,3202	-1,8300	-0,3008	–	-3,0479	0,0457
32,77	-0,6894	-2,6947	–	0,3134	-1,8444	-0,3062	–	-3,0582	0,0279
32,84	-0,6957	-2,7090	–	0,3078	-1,8556	-0,3078	–	-3,0637	0,0064
32,89	-0,7022	-2,7218	–	0,3023	-1,8647	-0,3085	–	-3,0647	0,0001
32,59	-0,7072	-2,7279	–	0,2982	-1,8685	-0,3085	–	-3,0586	-0,0081

Tabela A23 – Leituras dos extensômetros colados na armadura de aço transversal e longitudinal da viga VTL2.

Torçor (kNm)	SL1 (%)	ST1 (%)	SL2 (%)	ST2 (%)	SL3 (%)	ST3 (%)
0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1,31	0,0119	-0,0011	-0,0005	-0,0007	-0,0010	-0,0016
1,28	0,0149	-0,0020	0,0005	-0,0003	-0,0018	-0,0011
3,03	0,0180	-0,0024	0,0035	-0,0001	-0,0018	-0,0012
2,96	0,0167	-0,0031	0,0031	0,0010	-0,0019	-0,0018
4,92	0,0203	-0,0034	0,0052	0,0003	-0,0016	-0,0015
4,95	0,0148	-0,0042	0,0047	0,0010	-0,0038	-0,0024
6,77	0,0175	-0,0038	0,0080	0,0012	-0,0019	-0,0004
6,75	0,0159	-0,0034	0,0083	0,0020	-0,0020	0,0000
8,75	0,0188	-0,0033	0,0122	0,0028	-0,0022	0,0027
8,78	0,0199	-0,0028	0,0144	0,0050	-0,0022	0,0037
10,67	0,0221	-0,0019	0,0171	0,0058	-0,0022	0,0061
10,66	0,0251	0,0007	0,0176	0,0064	-0,0022	0,0085
12,54	0,0324	0,0057	0,0209	0,0081	-0,0018	0,0126
12,54	0,0373	0,0127	0,0233	0,0118	-0,0005	0,0153
14,46	0,0527	0,0242	0,0297	0,0161	0,0010	0,0236
14,47	0,0645	0,0332	0,0303	0,0173	0,0005	0,0272
16,29	0,1012	0,0641	0,0397	0,0270	0,0035	0,0425
16,28	0,1292	0,0875	0,0466	0,0340	0,0056	0,0534
18,42	0,9382	0,3413	0,0600	0,0461	0,0610	0,1321
18,26	1,0481	0,3742	0,1433	0,3045	0,2827	0,1730
20,25	1,2956	0,4700	0,3112	0,4609	0,5173	0,3020
20,18	1,4707	0,5107	0,3688	0,4954	0,5695	0,3925
22,24	1,7425	0,6143	0,4767	0,5659	0,6528	0,6165
22,18	1,7917	0,6391	0,5289	0,6014	0,6825	0,7149
24,13	1,9964	0,7456	0,6616	0,6840	0,7700	1,0035
24,19	2,0690	0,7968	0,7774	0,7367	0,8206	1,1385
25,94	2,2616	0,9249	1,0805	0,9546	0,9508	1,3322
26,04	2,3093	0,9737	1,1757	1,0252	0,9961	1,3844
25,70	2,3129	0,9967	1,1992	1,0488	1,0108	1,3980
27,99	2,6670	1,3595	1,4729	1,2760	1,2370	1,6588
27,82	2,6877	1,4307	1,5444	1,3243	1,2817	1,7012
29,73	2,9330	1,6658	1,7319	1,5084	1,4413	1,8458
29,87	2,9603	1,6922	1,7596	1,5339	1,4606	1,8613
29,89	3,0012	1,7365	1,7994	1,5680	1,4862	1,8840
30,10	3,0196	1,7563	1,8136	1,5824	1,4983	1,8986
30,21	3,0424	1,7786	1,8292	1,5994	1,5119	1,9116
30,42	3,0628	1,8042	1,8477	1,6161	1,5258	1,9253
30,66	3,0971	1,8534	1,8736	1,6518	1,5493	1,9468
30,78	3,1298	1,9130	1,9005	1,6760	1,5685	1,9606
30,95	3,1609	1,9729	1,9238	1,6938	1,5866	1,9734
31,15	3,1917	2,0377	1,9458	1,7108	1,6074	1,9979
31,34	3,2201	2,0883	1,9683	1,7287	1,6255	2,0211
31,34	3,2449	2,1249	1,9858	1,7404	1,6411	2,0350
31,91	3,2653	2,1532	2,0010	1,7510	1,6529	2,0479
31,82	3,2898	2,1817	2,0150	1,7629	1,6700	2,0629
32,50	3,3029	2,2034	2,0247	1,7701	1,6800	2,0732
32,63	3,3425	2,2213	2,0475	1,7798	1,6997	2,0780
32,76	3,3610	2,2376	2,0589	1,7838	1,7097	2,0889
32,77	3,3778	2,2525	2,0697	1,7922	1,7218	2,1049
32,84	3,3885	2,2639	2,0770	1,7966	1,7315	2,1162
32,89	3,3966	2,2752	2,0836	1,7997	1,7408	2,1237
32,59	3,3949	2,2748	2,0830	1,7933	1,7423	2,1171

Tabela A24 – Leituras dos extensômetros colados na armadura transversal de CFC da viga VTL2.

Torçor (kNm)	FT1 (%)	FT2 (%)	FT3 (%)	FT4 (%)	FT5 (%)	FT6 (%)
0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1,31	0,0009	-0,0007	-0,0027	-0,0012	-0,0005	-0,0004
1,28	0,0008	-0,0009	-0,0026	-0,0004	-0,0009	-0,0016
3,03	0,0034	-0,0013	-0,0051	-0,0007	0,0014	-0,0012
2,96	0,0034	-0,0014	-0,0064	-0,0009	0,0009	-0,0023
4,92	0,0077	-0,0010	-0,0079	-0,0018	0,0038	-0,0014
4,95	0,0074	-0,0023	-0,0096	-0,0030	0,0039	-0,0030
6,77	0,0132	-0,0013	-0,0111	-0,0031	0,0073	-0,0022
6,75	0,0141	-0,0014	-0,0120	-0,0037	0,0081	-0,0022
8,75	0,0228	-0,0012	-0,0138	-0,0038	0,0126	-0,0021
8,78	0,0255	-0,0025	-0,0149	-0,0043	0,0134	-0,0031
10,67	0,0361	-0,0023	-0,0165	-0,0050	0,0193	-0,0031
10,66	0,0395	-0,0027	-0,0167	-0,0051	0,0208	-0,0031
12,54	0,0526	-0,0030	-0,0185	-0,0066	0,0272	-0,0035
12,54	0,0612	-0,0043	-0,0191	-0,0076	0,0305	-0,0038
14,46	0,0922	-0,0049	-0,0199	-0,0087	0,0416	-0,0040
14,47	0,1025	-0,0070	-0,0199	-0,0095	0,0436	-0,0047
16,29	0,1491	-0,0087	-0,0193	-0,0113	0,0651	-0,0051
16,28	0,1822	-0,0119	-0,0210	-0,0124	0,0827	-0,0065
18,42	0,2391	-0,0020	-0,0323	-0,0190	0,0052	0,0094
18,26	0,2234	0,2259	-0,0590	-0,0194	0,5406	0,0111
20,25	0,2329	0,9673	-0,1122	-0,0350	2,6359	0,0087
20,18	0,2259	1,5040	-0,1182	-0,0414	2,7777	0,0246
22,24	0,2449	1,7480	-0,1211	-0,0445	3,0996	0,0544
22,18	0,2487	1,7499	-0,1368	-0,0445	2,9288	0,0662
24,13	0,2699	1,8776	-0,1464	-0,0327	3,1701	0,1288
24,19	0,2940	1,8957	-0,1232	-0,0168	3,2728	0,3297
25,94	0,3679	2,0488	0,2115	0,0313	3,5861	0,9037
26,04	0,4143	2,0740	0,4608	0,0557	3,6384	1,2276
25,70	0,4306	2,0886	0,5788	0,0724	3,6807	1,3164
27,99	0,8493	2,2801	1,5273	0,3844	4,2531	1,8754
27,82	1,0169	2,3150	1,6457	0,5731	4,2766	1,8519
29,73	1,3535	2,4928	1,9463	0,9516	4,2465	2,1399
29,87	1,4283	2,5126	1,9880	1,0135	4,2716	2,1725
29,89	1,5661	2,5426	2,0787	1,1046	4,2955	2,2183
30,10	1,5862	2,5553	2,1003	1,1230	4,3181	2,2365
30,21	1,6151	2,5735	2,1274	1,1470	4,3416	2,2625
30,42	1,6552	2,5917	2,1553	1,1765	4,2679	2,2926
30,66	1,7097	2,6251	2,1987	1,2232	4,3562	2,3425
30,78	1,7732	2,6613	2,2484	1,2716	4,4420	2,3936
30,95	1,8622	2,6939	2,2892	1,3189	4,5416	2,4345
31,15	2,0419	2,7309	2,3142	1,3604	4,6326	2,4665
31,34	2,2695	2,7615	2,3296	1,3949	4,7140	2,4953
31,34	2,4653	2,7893	2,3432	1,4186	4,7795	2,5224
31,91	2,5949	2,8122	2,3529	1,4333	4,8588	2,5448
31,82	2,7079	2,8363	2,3659	1,4438	4,9920	2,5686
32,50	2,8884	2,8593	2,3633	1,4572	5,0218	2,5927
32,63	3,0587	2,8747	2,3575	1,4651	4,9702	2,6061
32,76	3,1633	2,8878	2,3464	1,4767	5,0532	2,6154
32,77	3,3678	2,9026	2,3296	1,4875	5,1165	2,6286
32,84	3,5125	2,9159	2,2999	1,4990	5,1939	2,6379
32,89	3,6127	2,9280	2,2676	1,5093	5,2531	2,6491
32,59	3,7036	2,9377	2,2428	1,5180	5,3325	2,6590

Tabela A25 – Leituras dos extensômetros colados na armadura longitudinal de CFC da viga VTL2.

Torçor (kNm)	FL1 (%)	FL2 (%)	FL3 (%)	FL4 (%)	FL5 (%)	FL6 (%)
0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1,31	-0,0014	0,0004	-0,0012	-0,0095	-0,0007	-0,0016
1,28	-0,0016	-0,0003	0,0003	-0,0103	-0,0012	-0,0009
3,03	-0,0070	0,0008	-0,0017	-0,0121	-0,0025	-0,0016
2,96	-0,0083	-0,0001	-0,0025	-0,0143	-0,0029	-0,0029
4,92	-0,0115	0,0020	-0,0030	-0,0158	-0,0020	-0,0030
4,95	-0,0124	0,0009	-0,0034	-0,0168	-0,0038	-0,0038
6,77	-0,0173	0,0033	-0,0040	-0,0182	-0,0029	-0,0039
6,75	-0,0173	0,0030	-0,0042	-0,0184	-0,0033	-0,0043
8,75	-0,0211	0,0056	-0,0040	-0,0193	-0,0034	-0,0050
8,78	-0,0218	0,0061	-0,0035	-0,0198	-0,0038	-0,0030
10,67	-0,0258	0,0086	-0,0038	-0,0218	-0,0040	-0,0034
10,66	-0,0262	0,0093	-0,0033	-0,0215	-0,0044	-0,0034
12,54	-0,0309	0,0120	-0,0038	-0,0229	-0,0040	-0,0034
12,54	-0,0320	0,0130	-0,0030	-0,0214	-0,0043	-0,0072
14,46	-0,0385	0,0160	-0,0027	-0,0223	-0,0050	-0,0057
14,47	-0,0405	0,0177	-0,0029	-0,0223	-0,0053	-0,0043
16,29	-0,0504	0,0188	-0,0005	-0,0221	-0,0066	-0,0013
16,28	-0,0535	0,0199	0,0020	-0,0215	-0,0091	0,0081
18,42	0,6067	0,0878	-0,0010	-0,0210	0,0122	0,0942
18,26	1,0280	0,2653	-0,0306	0,0182	0,0629	0,2670
20,25	1,4851	0,7311	-0,0271	0,0563	0,0923	0,9722
20,18	1,7907	1,6542	-0,0372	0,0507	0,1136	1,3215
22,24	2,2460	2,0234	-0,0375	0,0471	0,1850	1,7522
22,18	2,2761	2,0981	-0,0379	0,0440	0,2932	1,8838
24,13	2,4952	2,3588	-0,0362	0,0382	0,6080	2,2245
24,19	2,5762	2,4180	-0,0322	0,0305	1,6320	2,4099
25,94	2,7927	2,5298	-0,0260	0,0608	2,1893	2,7413
26,04	2,8263	2,5379	-0,0178	0,0771	2,4201	2,8077
25,70	2,8604	2,5176	-0,0087	0,0778	2,5275	2,8212
27,99	3,1260	2,6748	0,3553	0,1211	3,2576	3,1180
27,82	3,1265	2,6786	1,1715	0,1331	3,3786	3,1315
29,73	3,2280	2,7660	1,8906	0,4123	3,7229	3,3293
29,87	3,2277	2,7703	2,0421	0,4961	3,7571	3,3389
29,89	3,2118	2,7647	2,4749	0,6525	3,8099	3,3242
30,10	3,2221	2,7713	2,5332	0,6843	3,8332	3,3314
30,21	3,2320	2,7804	2,5883	0,7268	3,8647	3,3410
30,42	3,2434	2,7876	2,6259	0,7878	3,8912	3,3518
30,66	3,2556	2,7988	2,7074	1,0009	3,9420	3,3731
30,78	3,2702	2,8084	2,8362	1,1549	3,9967	3,3820
30,95	3,2805	2,8139	2,9867	1,2549	4,0504	3,3516
31,15	3,2905	2,8188	3,0847	1,3563	4,0988	3,3579
31,34	3,3002	2,8219	3,1516	1,4378	4,1545	3,3701
31,34	3,3058	2,8266	3,2066	1,5034	4,2003	3,3762
31,91	3,2990	2,8375	3,2465	1,5496	4,2326	3,3817
31,82	3,3098	2,8380	3,2824	1,5924	4,2615	3,3920
32,50	3,3098	2,8447	3,3074	1,6333	4,2926	3,4120
32,63	3,3111	2,8355	3,3135	1,6510	4,3194	3,4216
32,76	3,2420	2,8764	3,2617	1,6975	4,3210	3,4503
32,77	3,2419	2,8807	3,2484	1,7292	4,3437	3,4703
32,84	3,2404	2,8867	3,2307	1,7543	4,3607	3,4940
32,89	3,2476	2,8850	3,1563	1,7710	4,3829	3,5166
32,59	3,2502	2,8819	3,1242	1,7855	4,4051	3,5522

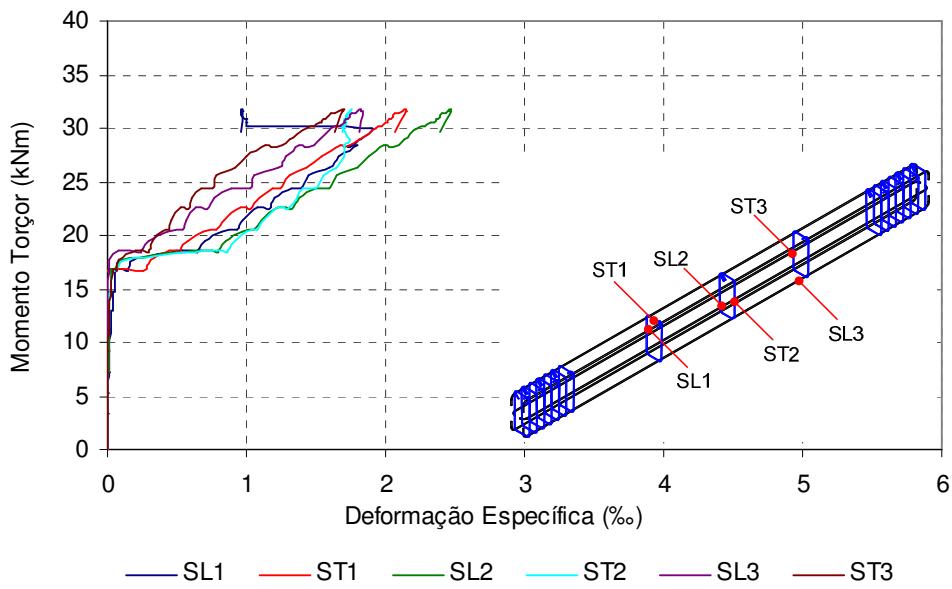
VTL3

Figura A.14 – Gráfico momento torçor x deformação específica das armaduras de aço transversal e longitudinal da viga VTL3.

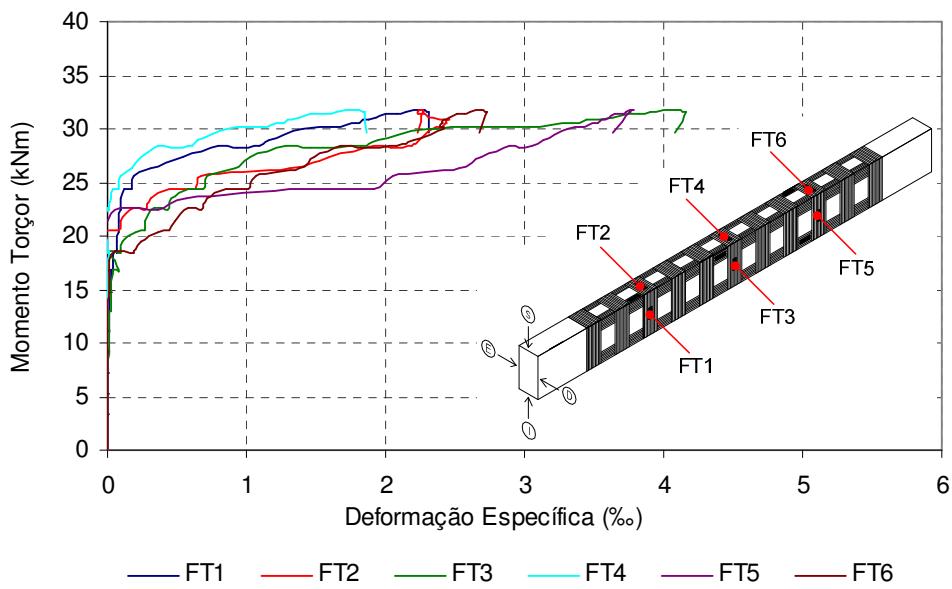


Figura A.15 – Gráfico momento torçor x deformação específica da armadura de CFC transversal da viga VTL3.

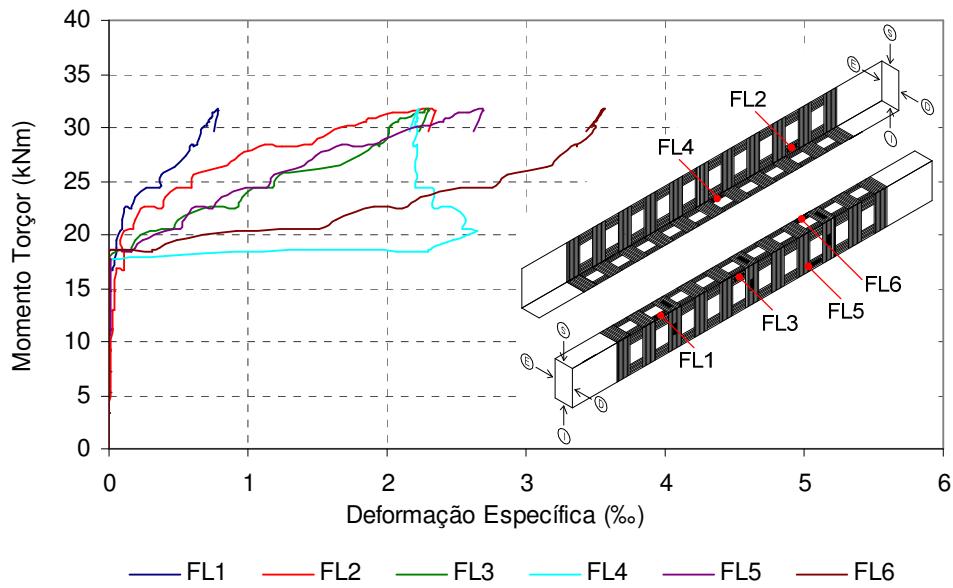


Figura A.16 – Gráfico momento torçor x deformação específica da armadura de CFC longitudinal da viga VTL3.

Tabela A26 – Ângulo de torção por unidade de comprimento e leituras dos LVDT da viga VTL3.

Torçor (kN/m)	θ/m	LVDT1 (mm)	LVDT2 (mm)	LVDT3 (mm)	LVDT4 (mm)	LVDT5 (mm)
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3,40	0,037	0,29	0,76	0,66	0,32	0,02
3,41	0,037	0,29	0,78	0,68	0,33	0,02
5,33	0,076	1,35	1,98	1,55	1,14	0,64
5,31	0,079	1,35	2,10	1,64	1,22	0,72
7,12	0,103	2,56	3,27	2,65	2,03	1,47
7,18	0,109	2,56	3,45	2,77	2,14	1,58
9,22	0,131	3,77	4,61	3,80	2,95	2,32
9,16	0,135	3,77	4,76	3,93	3,06	2,40
11,15	0,157	4,96	5,81	4,84	3,79	3,07
11,12	0,163	5,28	5,98	4,95	3,89	3,15
12,81	0,186	6,11	6,87	5,72	4,46	3,62
12,93	0,192	6,11	7,05	5,84	4,55	3,71
14,79	0,221	7,65	8,04	6,62	5,17	4,23
14,75	0,226	7,91	8,27	6,85	5,31	4,34
16,77	0,251	9,43	9,43	7,88	6,18	5,01
16,67	0,295	11,57	10,57	8,72	7,27	5,42
17,66	0,376	13,23	12,27	9,85	8,04	5,77
18,66	0,593	18,28	16,83	13,33	9,81	6,30
18,49	0,707	21,57	19,32	15,42	10,43	6,50
18,57	0,707	21,57	19,32	15,42	10,43	6,50
18,69	0,724	21,65	19,60	15,57	10,49	6,50
19,50	0,767	23,22	20,66	16,40	10,90	6,76
20,43	0,877	26,55	23,13	18,37	12,13	7,09
20,55	0,993	29,60	25,38	19,91	12,86	7,28
21,45	1,037	31,15	26,46	20,75	13,31	7,53
22,56	1,183	34,43	29,42	22,74	14,50	7,92
22,46	1,269	37,16	31,43	24,47	15,37	8,11
23,52	1,333	38,58	32,86	25,59	16,06	8,29
24,46	1,467	42,47	35,78	27,69	17,12	8,75
24,35	1,590	45,66	38,36	29,58	17,90	8,98
25,65	1,653	47,41	39,84	30,71	18,54	9,24
26,23	1,751	48,91	41,16	30,71	19,03	9,44
27,30	1,866	51,49	43,59	32,43	19,96	9,72
28,37	2,011	55,72	47,21	35,18	21,46	10,52
28,29	2,061	57,08	48,38	36,06	21,85	10,69
28,39	2,183	59,62	50,95	37,80	22,67	11,01
29,03	2,250	61,39	52,51	38,88	23,25	11,31
30,02	2,398	65,01	55,85	41,18	24,44	11,87
30,11	2,476	67,12	57,58	42,44	24,95	12,05
30,10	2,487	67,38	57,84	42,65	25,05	12,08
30,51	2,549	68,32	59,35	43,78	25,57	12,35
30,58	2,566	68,85	59,76	44,10	25,73	12,39
30,84	2,587	69,22	60,26	44,44	25,87	12,50
30,91	2,605	69,54	60,68	44,78	26,05	12,53
31,11	2,630	70,56	61,25	45,21	26,54	12,59
31,33	2,672	70,67	62,21	45,92	26,87	12,71
31,34	2,712	71,05	63,21	46,71	27,19	12,85
31,64	2,752	71,05	64,04	47,30	27,45	12,89
31,73	2,811	70,46	65,33	48,16	27,84	13,05
31,64	2,816	65,40	65,50	48,28	27,94	13,13
31,59	2,822	63,89	65,64	48,39	27,99	13,15
29,73	2,769	57,66	64,94	48,35	28,16	13,15

Tabela A27 – Leituras dos extensômetros colados na superfície de concreto da viga VTL3.

Torçor (kNm)	C1 (%)	C2 (%)	C3 (%)	C4 (%)	C5 (%)	C6 (%)	C7 (%)	C8 (%)	C9 (%)
0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3,40	0,0009	-0,0276	-0,0012	0,0017	-0,0282	-0,0017	0,0003	-0,0279	-0,0032
3,41	0,0015	-0,0280	-0,0015	0,0012	-0,0286	-0,0019	-0,0004	-0,0284	-0,0037
5,33	0,0015	-0,0474	-0,0008	0,0028	-0,0484	-0,0028	0,0008	-0,0479	-0,0061
5,31	0,0035	-0,0475	-0,0001	0,0035	-0,0488	-0,0018	0,0013	-0,0487	-0,0061
7,12	0,0036	-0,0667	0,0005	0,0050	-0,0680	-0,0032	0,0024	-0,0676	-0,0079
7,18	0,0054	-0,0676	0,0024	0,0061	-0,0689	-0,0022	0,0043	-0,0689	-0,0073
9,22	0,0054	-0,0898	0,0049	0,0092	-0,0906	-0,0032	0,0068	-0,0905	-0,0102
9,16	0,0060	-0,0914	0,0060	0,0096	-0,0922	-0,0031	0,0073	-0,0916	-0,0110
11,15	0,0066	-0,1138	0,0111	0,0134	-0,1150	-0,0032	0,0093	-0,1141	-0,0144
11,12	0,0068	-0,1175	0,0125	0,0143	-0,1189	-0,0032	0,0100	-0,1177	-0,0166
12,81	0,0054	-0,1384	0,0189	0,0184	-0,1399	-0,0036	0,0120	-0,1385	-0,0210
12,93	0,0077	-0,1403	0,0230	0,0213	-0,1424	-0,0028	0,0141	-0,1405	-0,0225
14,79	0,0052	-0,1659	0,0343	0,0293	-0,1691	-0,0050	0,0201	-0,1650	-0,0294
14,75	0,0082	-0,1689	0,0426	0,0344	-0,1726	-0,0059	0,0226	-0,1665	-0,0340
16,77	-0,0012	-0,2225	0,0606	0,0509	-0,2011	-0,0107	0,0198	-0,1907	-0,0477
16,67	-0,0616	-0,4456	0,3849	0,0783	-0,2209	-0,0181	0,0055	-0,1969	-0,0566
17,66	-0,0382	-0,5274	0,6413	0,3841	-0,2626	-0,0528	-0,0089	-0,2122	-0,0639
18,66	-0,0129	-0,6230	–	1,3434	-0,3962	-0,1243	-0,1141	-0,2433	-0,0708
18,49	0,0037	-0,6531	–	–	-0,4402	-0,1219	-0,1524	-0,3106	-0,1092
18,57	0,0043	-0,6532	–	–	-0,4403	-0,1223	-0,1523	-0,3110	-0,1097
18,69	0,0077	-0,6550	–	–	-0,4421	-0,1205	-0,1530	-0,3162	-0,1109
19,50	0,0165	-0,6870	–	–	-0,4680	-0,1226	-0,1636	-0,3448	-0,1226
20,43	0,0695	-0,7517	–	–	-0,5184	-0,1173	-0,1991	-0,4521	-0,1744
20,55	0,1205	-0,8031	–	–	-0,5318	-0,1063	-0,2336	-0,5834	-0,2426
21,45	0,1326	-0,8356	–	–	-0,5534	-0,1105	-0,2431	-0,6172	-0,2593
22,56	0,1822	-0,9050	–	–	-0,5999	-0,1233	-0,2533	-0,6972	-0,2977
22,46	0,2472	-0,9459	–	–	-0,6332	-0,1302	-0,2486	-0,7389	-0,3187
23,52	0,2753	-0,9837	–	–	-0,6634	-0,1373	-0,2547	-0,7669	-0,3376
24,46	0,4093	-1,0463	–	–	-0,7303	-0,1523	-0,2432	-0,8124	-0,3691
24,35	0,5399	-1,0989	–	–	-0,7998	-0,1721	-0,2283	-0,8610	-0,4046
25,65	0,5808	-1,1356	–	–	-0,8346	-0,1814	-0,2330	-0,8922	-0,4217
26,23	0,8042	-1,2241	–	–	-0,9698	-0,2103	-0,2575	-0,9932	-0,4844
27,30	0,9518	-1,2824	–	–	-1,0459	-0,2311	-0,2710	-1,0431	-0,5101
28,37	–	-1,3358	–	–	-1,1690	-0,2634	-0,2894	-1,1171	-0,5399
28,29	–	-1,3533	–	–	-1,2229	-0,2832	-0,2945	-1,1474	-0,5483
28,39	–	-1,3938	–	–	-1,3173	-0,3342	-0,3073	-1,2074	-0,5655
29,03	–	-1,4254	–	–	-1,3644	-0,3558	-0,3122	-1,2386	-0,5778
30,02	–	-1,4841	–	–	-1,4701	-0,4084	-0,3245	-1,2948	-0,5972
30,11	–	-1,5074	–	–	-1,5327	-0,4429	-0,3318	-1,3408	-0,6051
30,10	–	-1,5135	–	–	-1,5432	-0,4472	-0,3341	-1,3491	-0,6073
30,51	–	-1,5366	–	–	-1,5946	-0,4796	-0,3410	-1,3892	-0,6161
30,58	–	-1,5433	–	–	-1,6075	-0,4862	-0,3428	-1,4003	-0,6187
30,84	–	-1,5516	–	–	-1,6215	-0,4937	-0,3446	-1,4120	-0,6226
30,91	–	-1,5599	–	–	-1,6374	-0,5031	-0,3469	-1,4253	-0,6260
31,11	–	-1,5706	–	–	-1,6587	-0,5155	-0,3493	-1,4444	-0,6301
31,33	–	-1,5880	–	–	-1,6892	-0,5313	-0,3531	-1,4717	-0,6360
31,34	–	-1,6057	–	–	-1,7216	-0,5464	-0,3599	-1,5143	-0,6534
31,64	–	-1,6205	–	–	-1,7475	-0,5565	-0,3646	-1,5433	-0,6656
31,73	–	-1,6428	–	–	-1,7925	-0,5705	-0,3700	-1,5874	-0,6836
31,64	–	-1,6425	–	–	-1,8043	-0,5782	-0,3697	-1,5990	-0,6859
31,59	–	-1,6462	–	–	-1,8097	-0,5803	-0,3706	-1,6041	-0,6869
29,73	–	-1,6015	–	–	-1,7720	-0,5743	-0,3575	-1,5690	-0,6721

Tabela A28 – Leituras dos extensômetros colados na armadura de aço transversal e longitudinal da viga VTL3.

Torçor (kNm)	SL1 (%)	ST1 (%)	SL2 (%)	ST2 (%)	SL3 (%)	ST3 (%)
0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3,40	0,0022	-0,0046	0,0014	-0,0016	-0,0014	-0,0015
3,41	0,0019	-0,0049	0,0005	-0,0020	-0,0020	-0,0018
5,33	0,0056	-0,0072	0,0033	-0,0018	-0,0014	-0,0014
5,31	0,0064	-0,0073	0,0026	-0,0014	-0,0012	-0,0012
7,12	0,0099	-0,0095	0,0049	-0,0012	-0,0012	-0,0001
7,18	0,0141	-0,0076	0,0080	0,0015	0,0004	0,0016
9,22	0,0177	-0,0114	0,0093	0,0015	0,0001	0,0034
9,16	0,0202	-0,0108	0,0106	0,0038	0,0007	0,0042
11,15	0,0252	-0,0134	0,0130	0,0052	0,0004	0,0077
11,12	0,0271	-0,0134	0,0125	0,0068	0,0014	0,0087
12,81	0,0329	-0,0154	0,0159	0,0100	0,0014	0,0125
12,93	0,0377	-0,0130	0,0183	0,0142	0,0030	0,0157
14,79	0,0455	-0,0154	0,0210	0,0186	0,0042	0,0234
14,75	0,0512	-0,0085	0,0224	0,0237	0,0057	0,0286
16,77	0,0683	0,0089	0,0320	0,0345	0,0089	0,0454
16,67	0,1478	0,2632	0,0508	0,0547	0,0135	0,0664
17,66	0,1937	0,3173	0,1115	0,1379	0,0158	0,0754
18,66	0,5396	0,4483	0,6725	0,7557	0,0775	0,2075
18,49	0,6482	0,5248	0,7978	0,8664	0,2471	0,3005
18,57	0,6524	0,5267	0,7983	0,8667	0,2498	0,3016
18,69	0,6615	0,5333	0,8079	0,8752	0,2621	0,3083
19,50	0,7093	0,5763	0,8572	0,9234	0,3020	0,3287
20,43	0,8292	0,6917	0,9663	1,0029	0,4281	0,3880
20,55	0,9294	0,7842	1,0584	1,0775	0,5377	0,4481
21,45	0,9690	0,8438	1,1134	1,1241	0,5638	0,4645
22,56	1,0746	0,9631	1,2300	1,2260	0,6381	0,5280
22,46	1,1559	1,0265	1,3203	1,2945	0,7192	0,5862
23,52	1,2028	1,0898	1,3806	1,3603	0,7672	0,6135
24,46	1,3220	1,1921	1,4980	1,4065	0,8945	0,6791
24,35	1,3970	1,2463	1,5886	1,5021	1,0208	0,7522
25,65	1,4395	1,3135	1,6475	1,5581	1,0602	0,7797
26,23	1,5895	1,4362	1,8024	1,6495	1,2289	0,9216
27,30	1,6660	1,5387	1,8814	1,6980	1,2885	0,9979
28,37	1,8021	1,6790	1,9893	1,6975	1,3806	1,1302
28,29	1,7230	1,7022	2,0221	1,6971	1,4179	1,1818
28,39	1,7616	1,7448	2,0926	1,7067	1,4903	1,2620
29,03	1,8093	1,8093	2,1417	1,7414	1,5259	1,3086
30,02	1,8861	1,9272	2,2349	1,6896	1,6078	1,4282
30,11	1,0121	1,9606	2,2768	1,6930	1,6532	1,4816
30,10	1,0058	1,9689	2,2863	1,6988	1,6608	1,4908
30,51	0,9969	1,9994	2,3310	1,7131	1,6977	1,5291
30,58	0,9992	2,0098	2,3450	1,6960	1,7073	1,5412
30,84	1,0037	2,0233	2,3587	1,7039	1,7180	1,5543
30,91	1,0067	2,0339	2,3720	1,7107	1,7285	1,5672
31,11	0,9789	2,0494	2,3893	1,7190	1,7429	1,5851
31,33	0,9656	2,0723	2,4092	1,7272	1,7612	1,6094
31,34	0,9621	2,0965	2,4318	1,7380	1,7802	1,6397
31,64	0,9638	2,1180	2,4499	1,7474	1,7991	1,6662
31,73	0,9682	2,1507	2,4753	1,7565	1,8262	1,6976
31,64	0,9688	2,1457	2,4653	1,7437	1,8305	1,6919
31,59	0,9690	2,1471	2,4684	1,7442	1,8324	1,6944
29,73	0,9592	2,0725	2,3880	1,6873	1,8080	1,6318

Tabela A29 – Leituras dos extensômetros colados na armadura transversal de CFC da viga VTL3.

Torçor (kNm)	FT1 (%)	FT2 (%)	FT3 (%)	FT4 (%)	FT5 (%)	FT6 (%)
0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3,40	0,0008	-0,0009	0,0012	0,0004	-0,0020	0,0016
3,41	0,0001	-0,0010	0,0009	0,0005	-0,0023	0,0012
5,33	0,0018	-0,0017	0,0030	0,0005	-0,0040	0,0022
5,31	0,0018	-0,0014	0,0033	0,0008	-0,0035	0,0027
7,12	0,0033	-0,0022	0,0059	0,0004	-0,0047	0,0035
7,18	0,0030	-0,0025	0,0059	-0,0004	-0,0052	0,0031
9,22	0,0047	-0,0034	0,0095	-0,0004	-0,0061	0,0044
9,16	0,0047	-0,0038	0,0098	-0,0009	-0,0066	0,0038
11,15	0,0081	-0,0055	0,0139	-0,0014	-0,0076	0,0052
11,12	0,0091	-0,0060	0,0147	-0,0013	-0,0069	0,0053
12,81	0,0124	-0,0076	0,0186	-0,0014	-0,0079	0,0065
12,93	0,0139	-0,0080	0,0203	-0,0020	-0,0074	0,0063
14,79	0,0172	-0,0108	0,0259	-0,0029	-0,0086	0,0074
14,75	0,0212	-0,0124	0,0297	-0,0029	-0,0072	0,0077
16,77	0,0203	-0,0228	0,0421	-0,0047	-0,0089	0,0085
16,67	0,0341	-0,1086	0,0744	-0,0059	-0,0099	0,0068
17,66	0,0357	-0,1206	0,0582	-0,0051	-0,0092	0,0073
18,66	0,0533	-0,1280	0,0048	0,0090	-0,0398	0,0598
18,49	0,0625	-0,1163	0,0952	0,0004	-0,0598	0,1857
18,57	0,0619	-0,1164	0,0959	0,0000	-0,0600	0,1866
18,69	0,0621	-0,1143	0,0987	-0,0016	-0,0602	0,2002
19,50	0,0655	-0,1146	0,1074	-0,0048	-0,0634	0,2382
20,43	0,0796	-0,0715	0,1968	-0,0138	-0,0658	0,3635
20,55	0,0792	0,0841	0,2644	-0,0107	-0,0107	0,4520
21,45	0,0781	0,1009	0,2713	-0,0098	-0,0042	0,4815
22,56	0,0916	0,1881	0,3377	0,0038	0,0996	0,5849
22,46	0,0982	0,2748	0,4274	0,0198	0,3667	0,6741
23,52	0,0990	0,3078	0,4596	0,0245	0,5645	0,7179
24,46	0,1261	0,4426	0,5801	0,0457	1,4015	0,8515
24,35	0,1775	0,6338	0,6904	0,0843	1,9183	1,0176
25,65	0,1848	0,6767	0,7097	0,0925	2,0492	1,0613
26,23	0,3125	1,3087	0,9239	0,1731	2,5255	1,3754
27,30	0,5412	1,5987	1,0255	0,2428	2,6922	1,4809
28,37	0,7946	1,9155	1,2806	0,3678	2,8917	1,6815
28,29	0,9279	2,0464	1,4539	0,4557	2,9540	1,8444
28,39	1,0957	2,1875	1,8218	0,6016	3,0499	2,0867
29,03	1,1572	2,2439	1,9463	0,6509	3,1393	2,2026
30,02	1,4010	2,3444	2,3044	0,8692	3,3160	2,4126
30,11	1,6278	2,3954	2,9560	1,0968	3,3976	2,4011
30,10	1,6505	2,4088	3,0389	1,1216	3,4171	2,3939
30,51	1,7877	2,4365	3,3353	1,2497	3,4991	2,4032
30,58	1,8152	2,4358	3,3896	1,2709	3,5211	2,4064
30,84	1,8431	2,4445	3,4449	1,2944	3,5481	2,4187
30,91	1,8782	2,4647	3,5346	1,3250	3,5708	2,4384
31,11	1,9301	2,3114	3,6322	1,3764	3,6026	2,4656
31,33	2,0009	2,2902	3,7444	1,4654	3,6530	2,5131
31,34	2,0863	2,2404	3,8272	1,5728	3,7022	2,5663
31,64	2,1466	2,2284	3,9086	1,6492	3,7359	2,6089
31,73	2,2537	2,2620	4,0907	1,7756	3,7804	2,6916
31,64	2,2981	2,2637	4,1381	1,8392	3,7548	2,7170
31,59	2,3141	2,2701	4,1618	1,8576	3,7557	2,7251
29,73	2,3074	2,2247	4,0806	1,8716	3,6330	2,6790

Tabela A30 – Leituras dos extensômetros colados na armadura longitudinal de CFC da viga VTL3.

Torçor (kNm)	FL1 (%)	FL2 (%)	FL3 (%)	FL4 (%)	FL5 (%)	FL6 (%)
0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3,40	-0,0036	0,0038	-0,0022	-0,0014	0,0012	-0,0008
3,41	-0,0031	0,0035	-0,0027	-0,0013	0,0004	-0,0007
5,33	-0,0064	0,0077	-0,0053	-0,0016	0,0017	-0,0013
5,31	-0,0038	0,0090	-0,0046	-0,0008	0,0023	-0,0009
7,12	-0,0068	0,0130	-0,0076	-0,0009	0,0035	-0,0009
7,18	-0,0090	0,0146	-0,0086	-0,0005	0,0035	-0,0016
9,22	-0,0119	0,0190	-0,0120	-0,0012	0,0053	-0,0017
9,16	-0,0122	0,0190	-0,0128	-0,0009	0,0051	-0,0020
11,15	-0,0151	0,0245	-0,0158	-0,0017	0,0070	-0,0026
11,12	-0,0156	0,0268	-0,0163	-0,0008	0,0078	-0,0017
12,81	-0,0180	0,0315	-0,0182	-0,0008	0,0090	-0,0021
12,93	-0,0156	0,0352	-0,0182	0,0007	0,0104	-0,0010
14,79	-0,0207	0,0408	-0,0221	0,0001	0,0121	-0,0017
14,75	-0,0184	0,0461	-0,0218	0,0025	0,0138	0,0001
16,77	-0,0294	0,0522	-0,0288	0,0052	0,0145	-0,0003
16,67	0,0224	0,1035	-0,0425	0,0120	0,0132	0,0017
17,66	0,0399	0,1095	-0,0298	0,0307	0,0138	0,0027
18,66	0,0479	0,1061	0,0789	1,4553	-0,0104	0,0093
18,49	0,0521	0,0899	0,1598	2,2981	0,1657	0,3082
18,57	0,0527	0,0900	0,1605	2,2995	0,1684	0,3163
18,69	0,0522	0,0899	0,1666	2,3241	0,1864	0,3667
19,50	0,0546	0,0854	0,1933	2,4694	0,2386	0,4869
20,43	0,0794	0,1074	0,2919	2,6445	0,4040	0,9123
20,55	0,0952	0,1727	0,4538	2,5466	0,5201	1,5144
21,45	0,1008	0,1830	0,4985	2,5652	0,5438	1,6313
22,56	0,1216	0,2532	0,7328	2,4567	0,6282	1,9056
22,46	0,1663	0,3796	0,9013	2,3421	0,7447	2,1137
23,52	0,1898	0,4076	0,9582	2,3443	0,8058	2,2413
24,46	0,2728	0,4826	1,0450	2,3188	0,9803	2,5292
24,35	0,3607	0,5926	1,1781	2,1964	1,1378	2,7577
25,65	0,3762	0,6148	1,2348	2,2150	1,1844	2,8677
26,23	0,4771	0,8167	1,6006	2,2070	1,3851	3,1457
27,30	0,5551	0,9352	1,7906	2,2155	1,4847	3,2477
28,37	0,5984	1,1245	1,9227	2,2097	1,6693	3,3513
28,29	0,6141	1,2466	1,9398	2,2009	1,7605	3,3636
28,39	0,6300	1,4395	1,9495	2,1886	1,9036	3,3704
29,03	0,6428	1,4974	1,9980	2,2053	1,9834	3,4318
30,02	0,6752	1,6570	2,0165	2,2148	2,1947	3,5007
30,11	0,6977	1,7560	2,0218	2,1985	2,2956	3,4784
30,10	0,7011	1,7695	2,0328	2,2015	2,3122	3,4836
30,51	0,7174	1,8350	2,0613	2,2068	2,3804	3,4886
30,58	0,7212	1,8493	2,0766	2,2110	2,3990	3,4949
30,84	0,7260	1,8686	2,0947	2,2146	2,4206	3,5072
30,91	0,7312	1,8961	2,1337	2,2165	2,4445	3,5160
31,11	0,7370	1,9510	2,1744	2,2187	2,4753	3,5264
31,33	0,7454	2,0358	2,2144	2,2204	2,5182	3,5432
31,34	0,7550	2,1241	2,2520	2,2206	2,5753	3,5400
31,64	0,7638	2,1927	2,2758	2,2220	2,6191	3,5482
31,73	0,7813	2,3080	2,3037	2,2256	2,6842	3,5663
31,64	0,7821	2,3411	2,2914	2,2119	2,6826	3,5381
31,59	0,7821	2,3474	2,2965	2,2119	2,6875	3,5373
29,73	0,7554	2,2935	2,2240	2,1583	2,6176	3,4281

Anexo B – Fotografias

Aplicação do carregamento



Figura B.1 – Aplicação da força.



Figura B.2 – Elemento de reação.

Montagem do Sistema de Apoio



a

b



c

Figura B.3 – Montagem do sistema de apoios: a) marcas para posicionamento das peças; b) montagem do sistema de apoio; c) aplicação de massa plástica para fixação das peças.

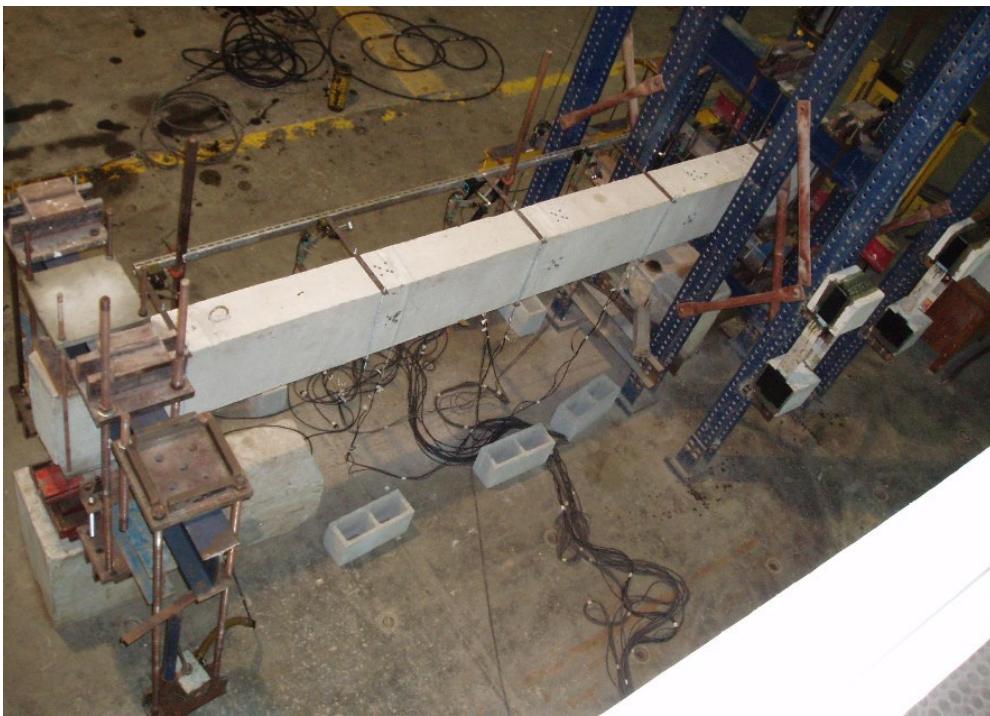
Ensaio da Viga VRef

Figura B.4 – Vista superior da viga VRef.

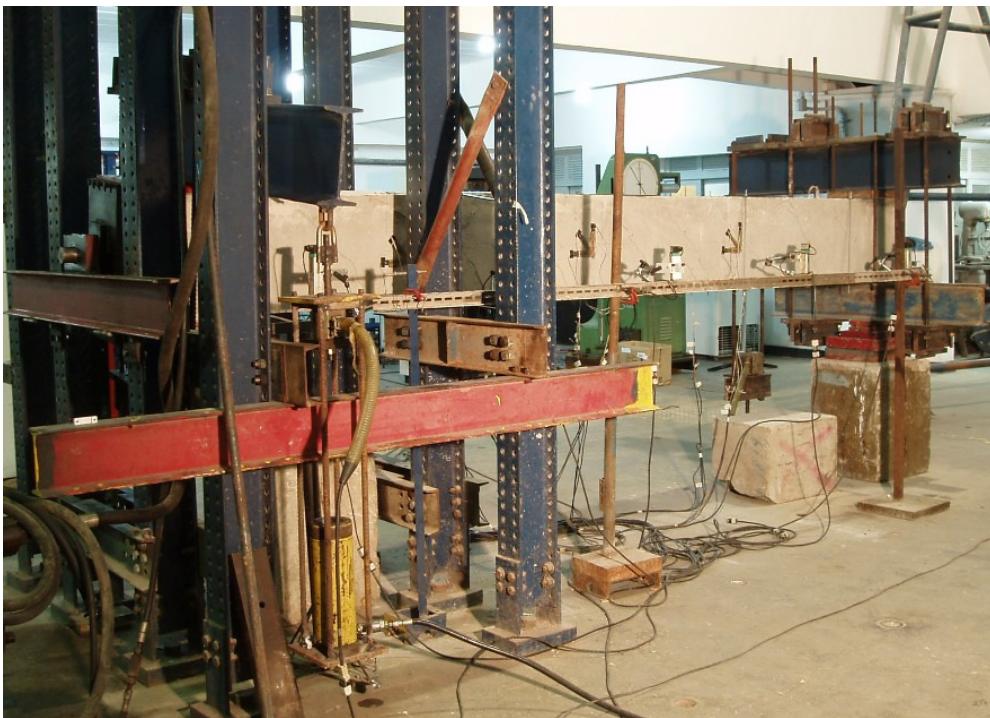


Figura B.5 – Vista lateral da viga VRef.

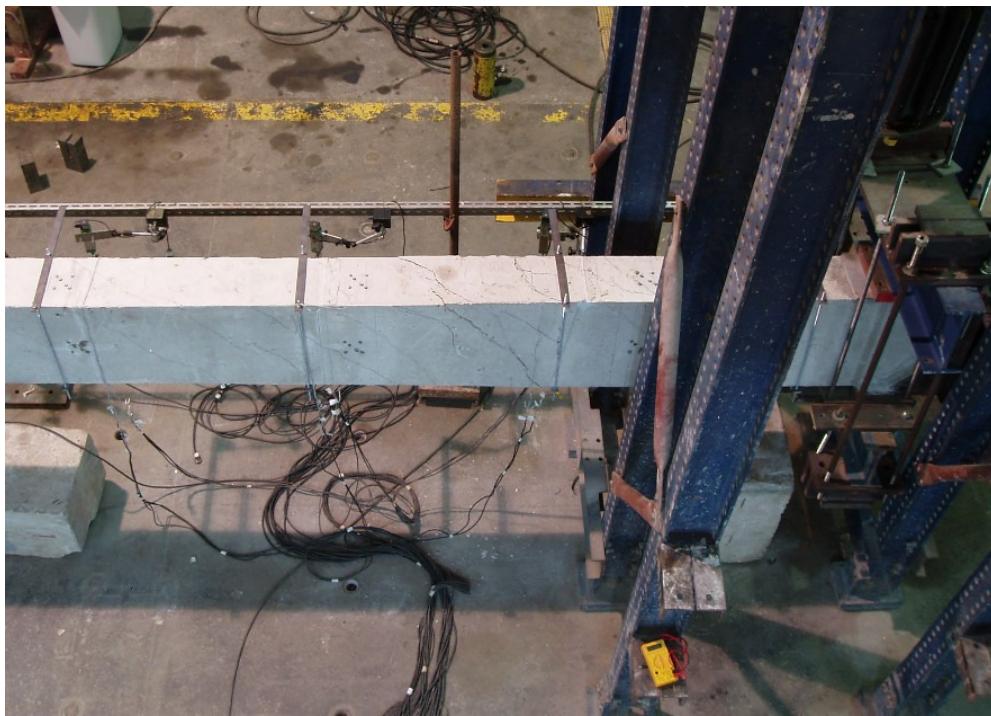


Figura B.6 – Vista superior da viga VRef após a ruptura.

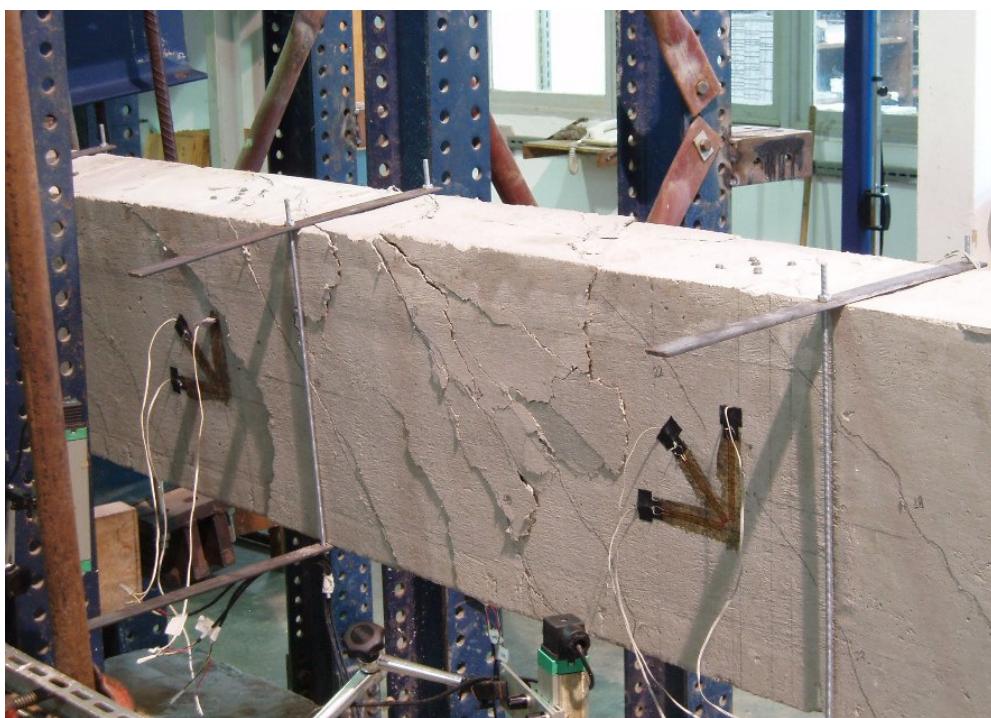


Figura B.7 – Detalhe da ruptura da viga VRef.



Figura B.8 – Detalhe da ruptura da viga VRef vista da face esquerda.

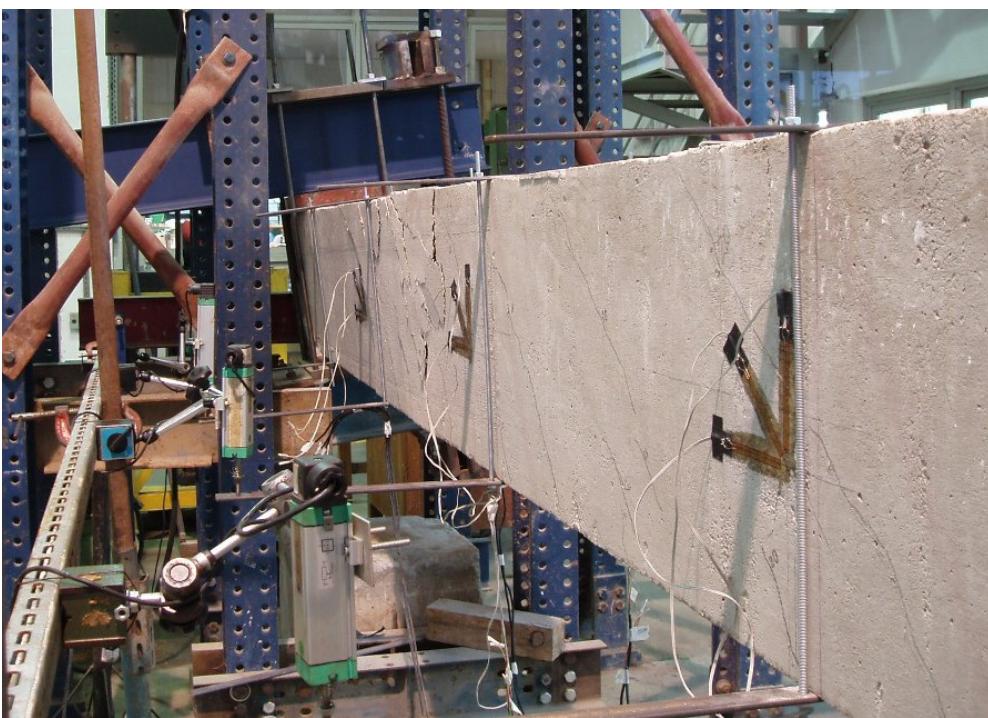


Figura B.9 – Detalhe da torção aplicada na viga VRef.



Figura B.10 – Configuração das fissuras da viga VRef.

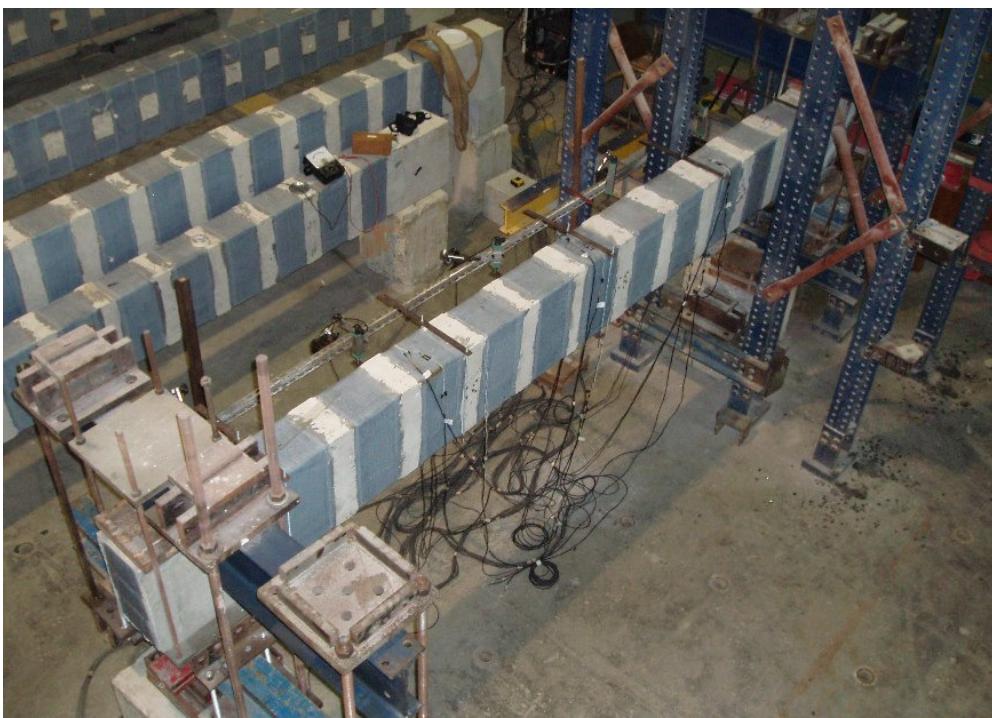
Ensaio da Viga VT1

Figura B.11 – Vista superior da viga VT1.



Figura B.12 – Vista frontal da viga VT1.



Figura B.13 – Detalhe da torção aplicada na viga VT1.



Figura B.14 – Detalhe da ruptura da viga VT1 vista da direita.



Figura B.15 – Detalhe da ruptura da viga VT1 vista da esquerda.



Figura B.16 – Detalhe da ruptura da viga VT1 vista da face inferior.

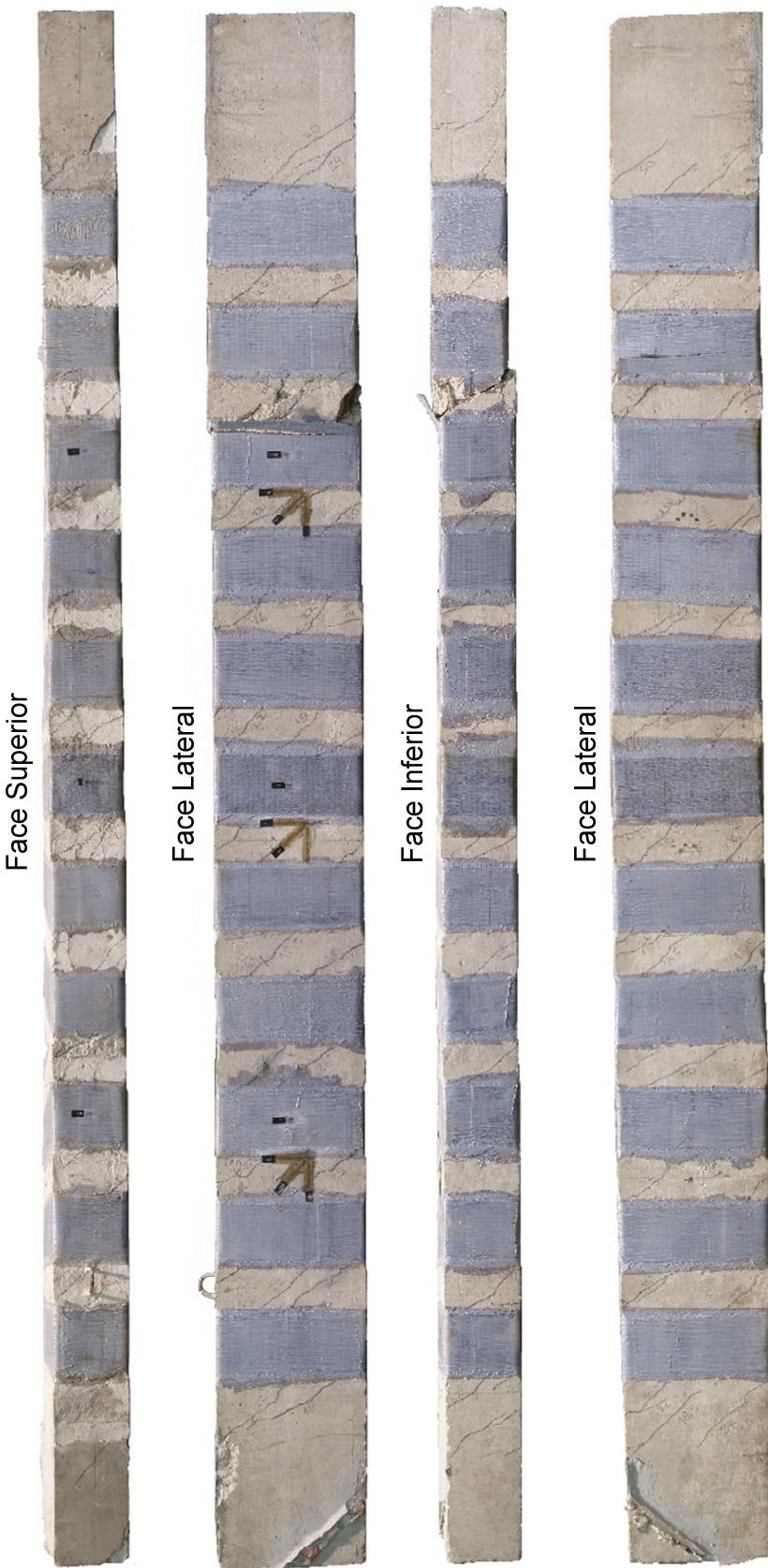


Figura B.17 – Configuração das fissuras da viga VT1.

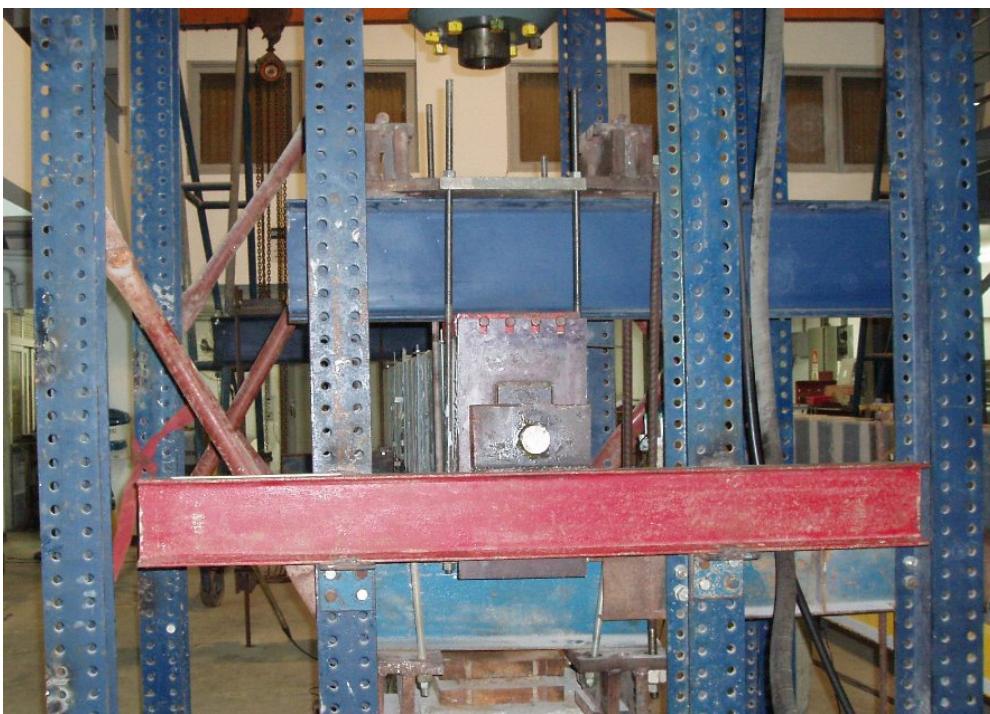
Ensaio VT2

Figura B.18 – Vista frontal da viga VT2.



Figura B.19 – Vista frontal da viga VT2 solicitada à torção.



Figura B.20 – Vista da esquerda da viga VT2.



Figura B.21 – Detalhe da viga VT2 solicitada à torção.



Figura B.22 – Detalhe da ruptura da viga VT2 vista da direita.



Figura B.23 – Detalhe da ruptura da viga VT2 vista da esquerda.

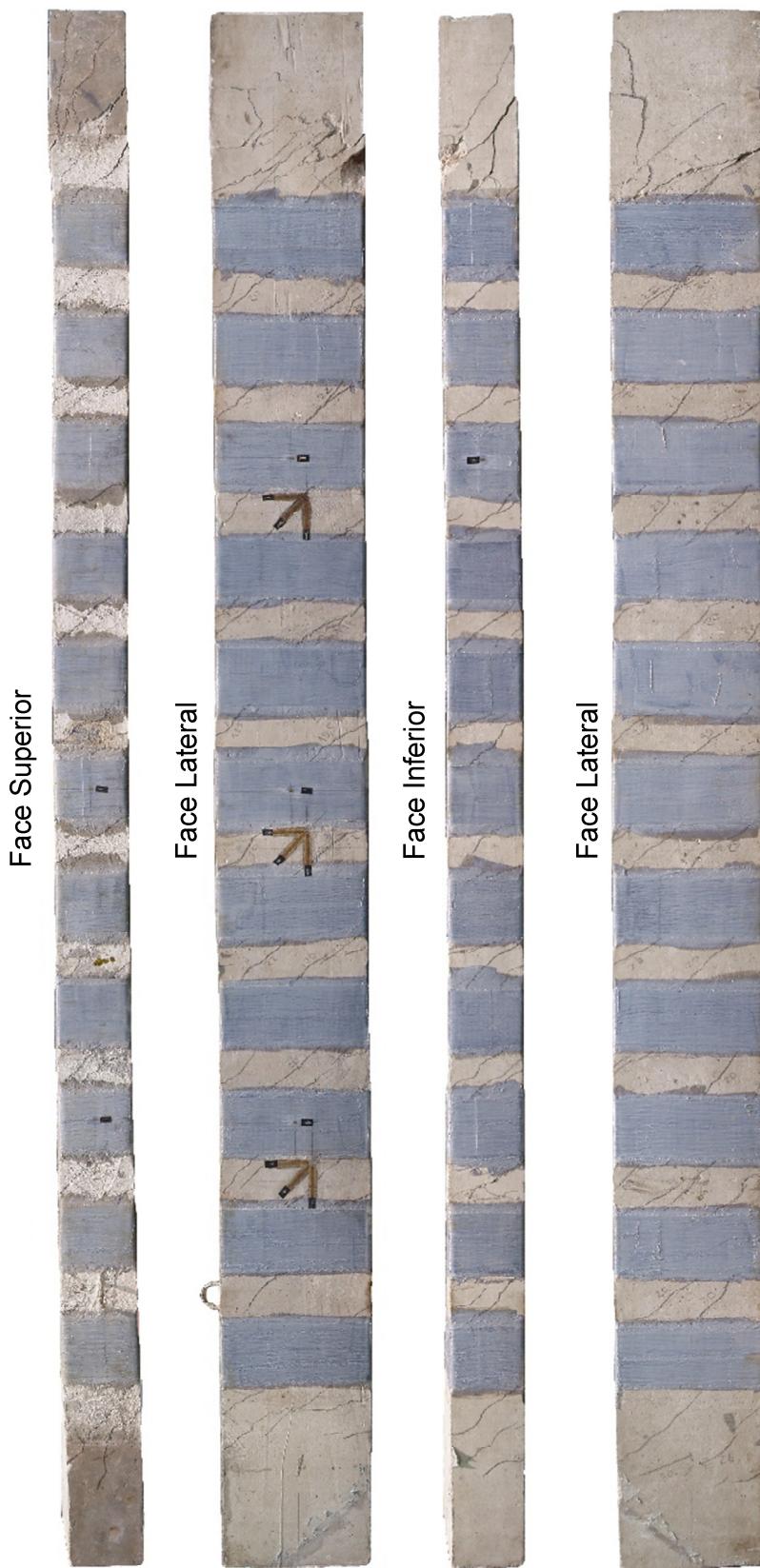


Figura B.24 – Configuração das fissuras da viga VT2.

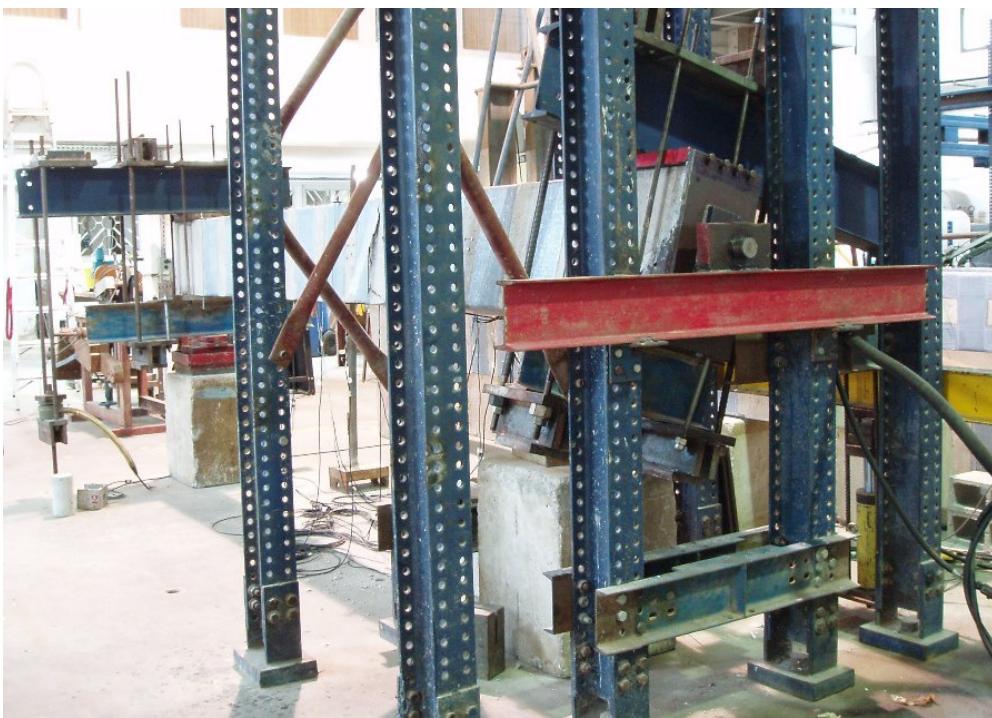
Ensaio VT3

Figura B.25 – Viga VT3 solicitada à torção.

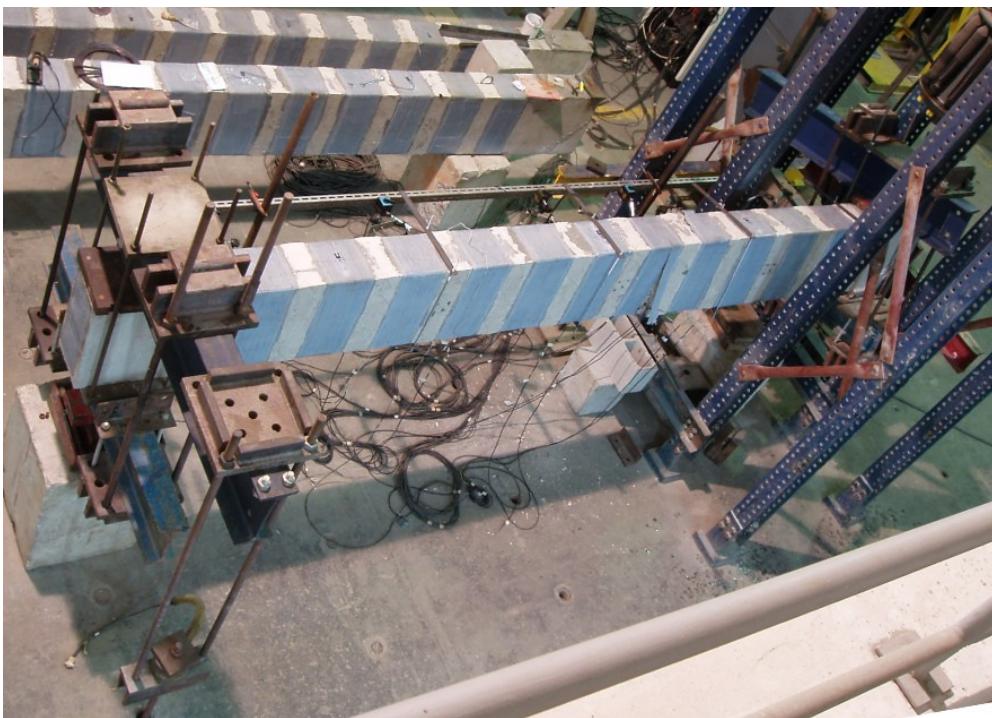


Figura B.26 – Vista superior da viga VT3.



Figura B.27 – Detalhe da viga VT3 solicitada à torção.

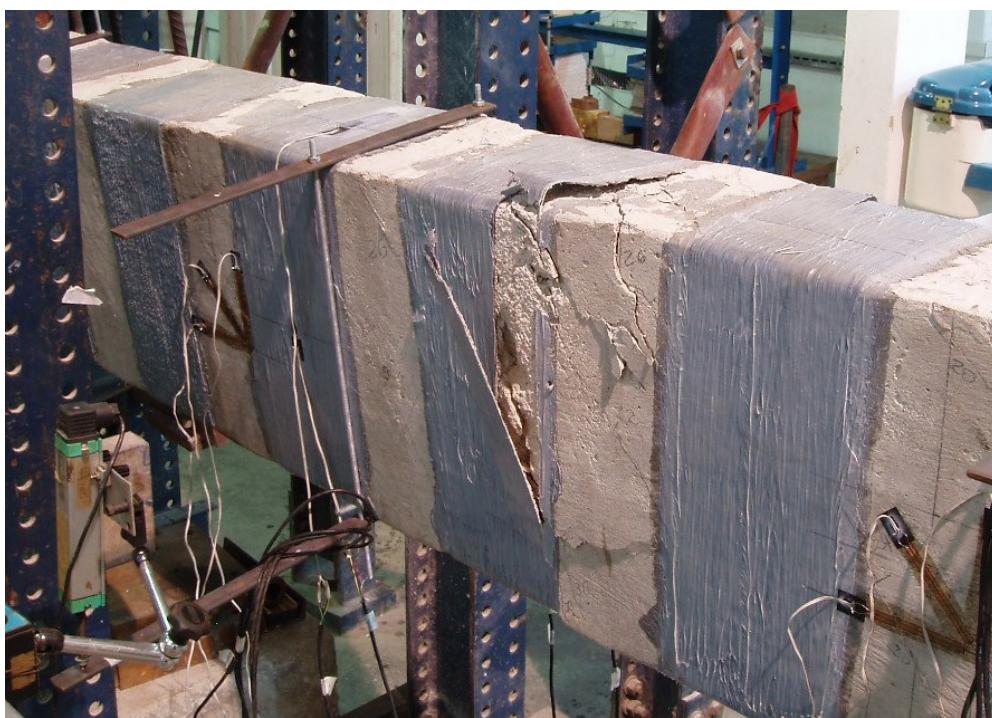


Figura B.28 – Detalhe da ruptura da viga VT3.



Figura B.29 – Detalhe da ruptura da viga VT3 vista da direita.



Figura B.30 – Detalhe da ruptura da viga VT3 vista inferior.

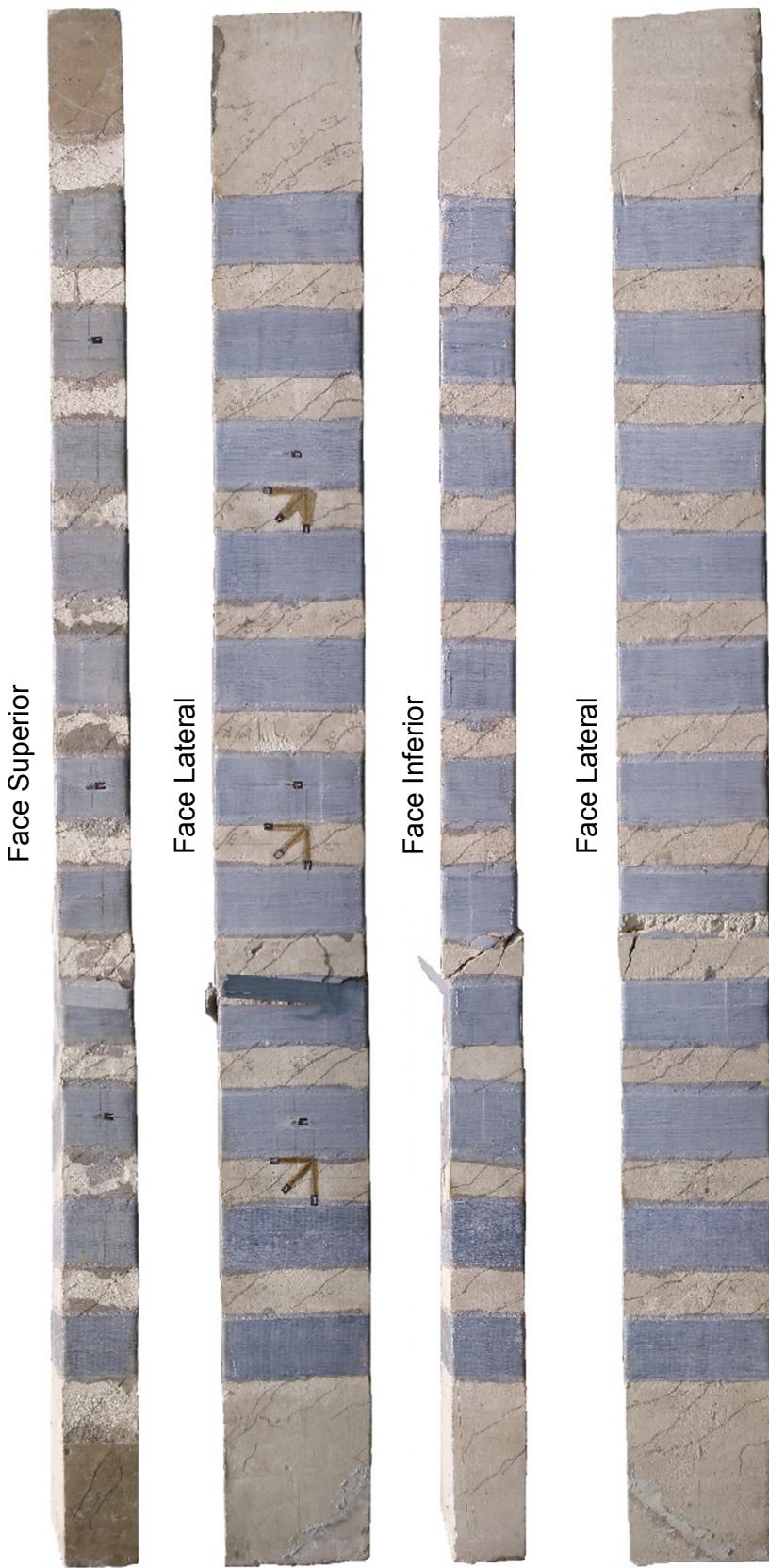


Figura B.31 – Configuração das fissuras da viga VT3.

Ensaio VTL1

Figura B.32 – Vista lateral do ensaio da viga VTL1.



Figura B.33 – Vista superior do ensaio da viga VTL1.



Figura B.34 – Detalhe da viga VTL1 solicitada à torção.



Figura B.35 – Detalhe da ruptura da viga VTL1 vista da direita.



Figura B.36 – Detalhe da ruptura da viga VTL1 vista da esquerda.



Figura B.37 – Detalhe do descolamento da CFC.



Figura B.38 – Configuração das fissuras da viga VTL1.

Ensaio VTL2

Figura B.39 – Ensaio da viga VTL2.



Figura B.40– Detalhe da viga VTL2 solicitada à torção.



Figura B.41 – Detalhe da ruptura da viga VTL2 vista da direita.

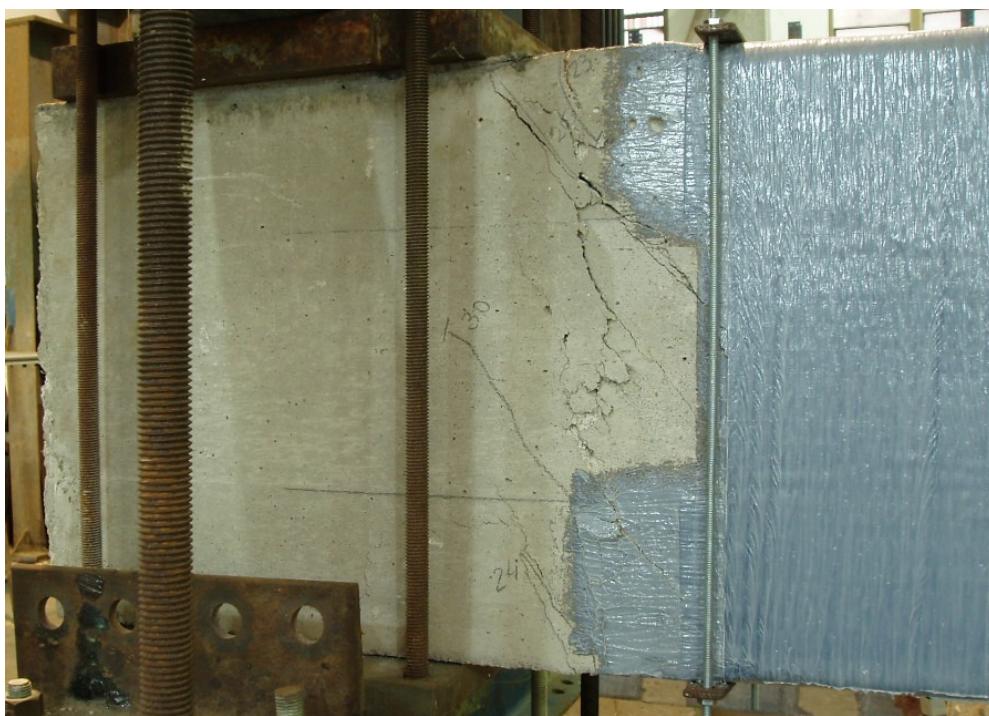


Figura B.42 – Detalhe da ruptura da viga VTL2 vista da esquerda.



Figura B.43 – Detalhe do descolamento do CFC da viga VTL2 vista da direita.



Figura B.44 – Detalhe do descolamento do CFC da viga VTL2 vista da esquerda.



Figura B.45 – Configuração das fissuras da viga VTL2.

Ensaio VTL3

Figura B.46 – Ensaio da viga VTL3.



Figura B.47 – Ensaio da viga VTL3 vista da direita.



Figura B.48 – Detalhe da viga VTL3 solicitada à torção.



Figura B.49 – Detalhe da ruptura da viga VTL3 vista da direita.

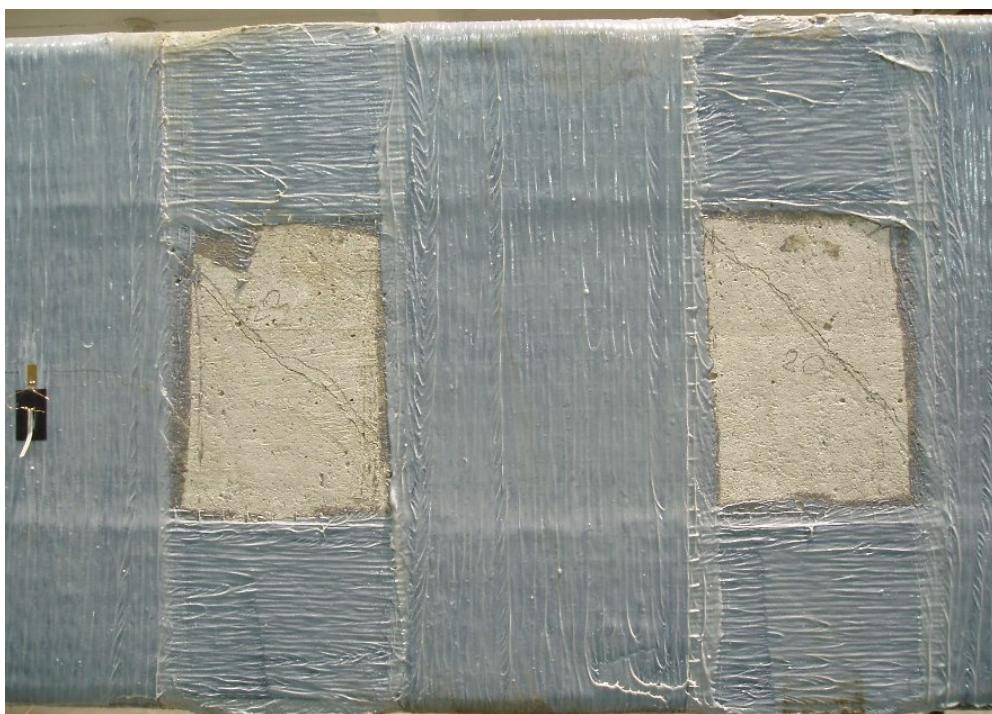


Figura B.50 – Detalhe das fissuras da viga VTL3 vista da direita.

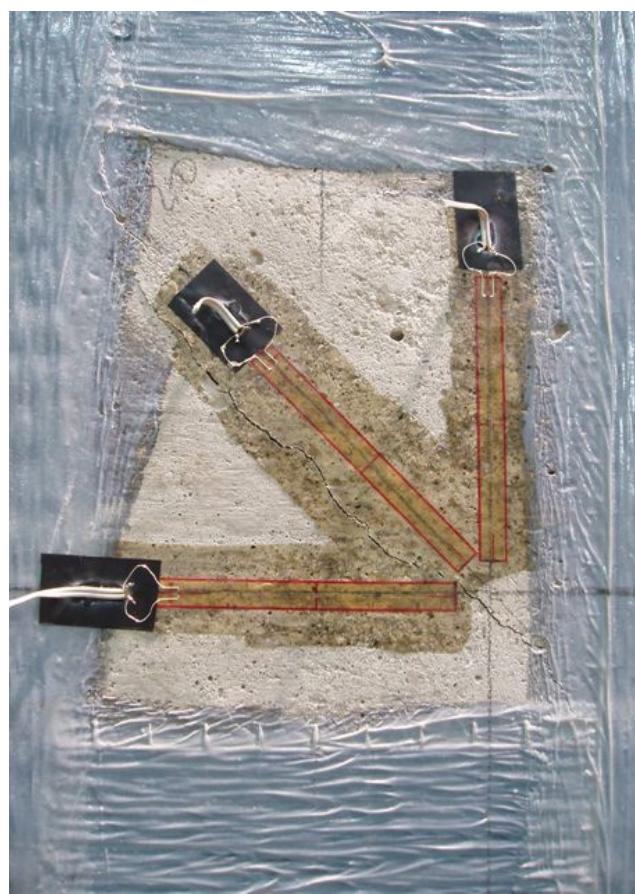


Figura B.51 – Detalhe dos extensômetros colados no concreto da viga VTL3.

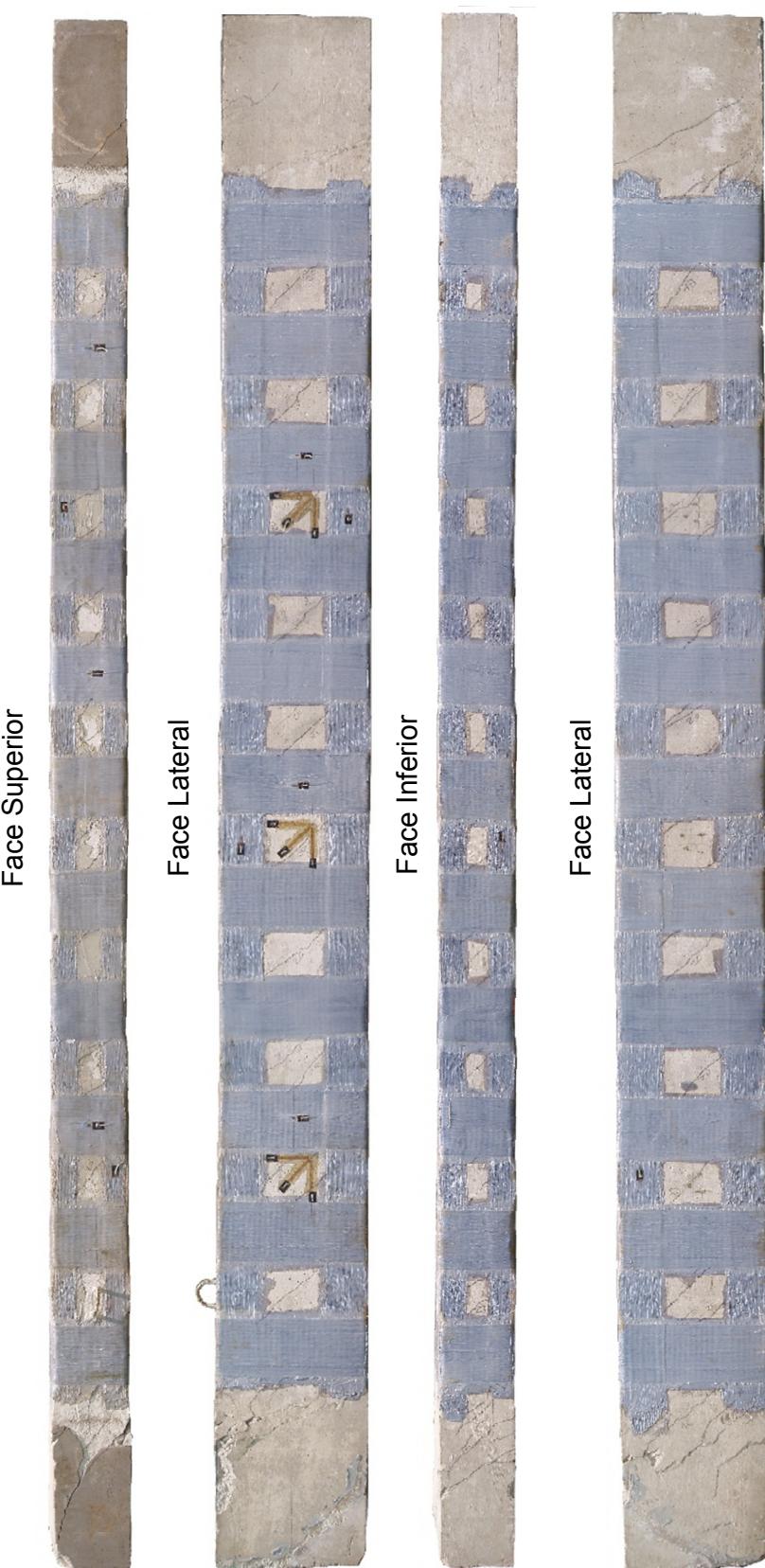


Figura B.52 – Configuração das fissuras da viga VTL3.