REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRATE, S. Modeling of impact on composite structures. Composite Structures, v.51, p. 129-138, 2001.

ABRATE, S. Impact on composite structures. 1 ed. New York: Cambridge University Press, 1998, p.289.

ABREA. Associação dos Expostos ao Amianto. 4 de Dezembro de 2004. Disponível na internet em: <http://www.abrea.com.br>. Acesso em 4 de Dezembro de 2004.

ACI COMMITTEE 544. Measurement of Properties of Fiber Reinforced Concrete. ACI Materials Journal, v.85, n.6, 1984.

ACHESON, E.D.; GARDINER, M.J.;WINTER, P.D. e BENNETT,C. Cancer in a factory using amosite asbestos. International Journal of Epidemiology, v.13, p.3-10, 1984.

ADAMS, G.C.; BENDER, R.G.; CROUCH, B.A. e WILLIAMS, J.G. Impact fracture toughness tests on polymers. Polymer engineering and science, v.30, n.4, p.241-248, 1990.

ALBIN, M.; JACOBSON, K.; ATTAWELL, R.; JOHANNSON, L. e WELLINDER, H. Mortality and cancer morbidity in cohorts of asbestos cement workers and referents. British Journal of Industrial Medicine, v.47, p.602-607, 1990.

AGOPYAN, V. Materiais com fibras para a construção civil. Revista Politécnica, n. 182, p 66-70, 1983.

AKERS, S.A.S e GARRETT, G.G. The relevance of single fibre models to the industrial behaviour of asbestos cement composites. The International Journal of Cement Composites and Lightweight Concrete, v. 5 n. 3, 1983.

ANDONIAN, R; MAI, Y.M. e COTERRELL, B. Strength and fracture properties of cellulose fibre reinforced cement composites. The International Journal of Cement Composites, v.1, n.3, p. 151-158, 1979.

ARSLAN, A. Mixed-mode fracture performance of fibre reinforced concrete under impact loading. Materials and Structures, v. 28, p. 473-478, 1995.

ASTM C1185-96. Standard test methods for sampling and testing non-asbestos fiber-cement flat sheet, roofing and siding shingles and clapboards. ASTM-American Society for Testing and Materials, p.7, 1996.

ASTM C1225-93. Standard Specification for Non-Asbestos Fiber-Cement Roofing Shingles, Shakes and Slates. ASTM-American Society for Testing and Materials, p.2, 1993.

ASTM C1325-96. Standard Specification for Fiber-Mat Reinforced Non-Asbestos Cement Interior Substrate Sheets. ASTM-American Society for Testing and Materials, p.3, 1996.

ASTM D 1037-96a. Standard test methods for evaluating properties of wood-based fiber and particle panel materials. ASTM-American Society for Testing and Materials, p.29, 1996.

ASTM D256-78. Standard test methods for impact resistance of plastics and electrical insulating materials. ASTM-American Society for Testing and Materials, p.18, 1978.

AS 2802.2. Cellulose-cement products Part II: Flat Sheets. AS-Australian Standard, Standards Association of Australia.1992.

AVESTON, J.; MERCER, R.A. e SILLWOOD, J.M. Fibre reinforced cements-scientific foundations for specifications composites-standards, tensting and design, National Physical Laboratory Conference Proceedings, p.93-103, 1974.

AVESTON, J. COOPER, G.A. e KELLY, AL. Single and multiple fracture, Conference Proceedings of NPL, Conference IPC Science and Technology Press LTD, p.15-24, 1971.

AZIS, M.A; PARAMASIVAM, P. e LEE, S.L. Concrete reinforced with natural fibres. In: SWAMY, R.N. (editor). New Reinforced Concretes. 1 ed. Glasgow: Blackie & Son Ltd, 1984. v. 2, cap. 3, p. 106-140.

AZIS, M.A.; PARAMASIVAM, P.; LEE, S.L. Natural fibre reinforced composite building materials for low-income housing. In: Symposium on Building Materials for Low Incoming Housing, Banckok, Thailand, p.129-137, 1987.

BANTHIA, N.; MINDESS, S. e TROTTIER, J.F. Impact resistance of steel fiber reinforced concrete. ACI Materials Journal, v.93, n.5, p.472-479, 1996.

BADER, M.G. e ELLIS, R.M. The effect of notches and specimen geometry on the pendulum impact strength of uniaxial cfrp. Composites, v.5, p.253-258, Novembro de 1974.

BEAUDOIN, J.J. Handbook of fiber-reinforced concrete: principles, properties and applications. 1 ed. New Jersey: Noyes Publications, 1990. 332p.

BENTUR, A. e MINDESS, S. Fibre Reinforced Cementitious Composites. 1 ed. Belfast: Elsevier Applied Science, 1990. 449 p.

BERRY, G.; NEWHOUSE, M.L. e ANTONIS, P. Combied effect of asbestos and smoking on mortality from lung cancer and mesothelioma in factory workers. British Journal of Industrial Medicine, v.42, p.12-18, 1985.

BRESCAIN, J. Comportamento à fratura de compósitos de matriz cimentícia reforçada com polpa de bambu. 2003. 84 f. (Mestrado em ciência dos materiais e metalurgia) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

CANTWELL, W.J. e MORTON, J. The impact resistance of composite materials – a review. Composites, v.22, n. 5, p. 347-362, setembro de 1991.

CNA. Confederação da agricultura e pecuária no Brasil. Disponível na Internet em: <http://scnawi.cna.org.br/cna/index.wsp> . Acesso em 7 de Dezembro de 2003.

CHAWLA, K. K. Composite materials science and engineering. 2 ed. New York: Springer-Verlag, 1998. 483 p.

CHAWLA, K.K.; BASTOS, A. C. The mechanical properties of jute fibers and polyester/jute composites. International Conference on Mechanical Behavior of Materials III, v.3, Cambridge: England. 1979.

CHAND, N.; TIWARY, R.K. ; ROHATGI, P.K. Resorurce structure properties of natural cellulosic fibres – an annotated bibliography. Journal of Materials Science, v.23, p. 381-387, 1988.

CHEON, S.S.; LIM, T.S. e LEE, D.G. Impact energy absorption characteristics of glass fiber hybrid composites. Composites Structures, v.46, p.267-278, 1999.

CHOU, S.C.; ROBERTSON, K.D. e RAINEY, J.H. The effect of strain rate and heat developed during deformation on the stress-strain curve of plastics. Experimental Mechanics, v.13, n.10, p.422-432, Outubro de 1973.

COLLOMBET, F.; LALBIN, X.; BONINI, J.; MARTIN, V. e LATAILLADE, J.L. Damage criteria for the study of impacted composite laminates. Composites Science and Technology, v.58, p. 679-686, 1998.

CONNELL, J.D. Blast response of retrofitted concrete structures. UAB REU site in Structural Engineering, Publicação interna, University of Alabama at Birmingham, 1999.

COUTTS, R.S.P. e KIGHTLY, P.Microstructure of autoclaved refined wood-fibre cement mortars. Journal of Materials Science, v.17, p.1801-1806, 1982.

COUTTS, R.S.P. e KIGHTLY, P. Bonding in wood fibre-cement composites. Journal of Materials Science, v.19, p. 3355-3359, 1984.

COUTTS, R.S.P. Eucalyptus wood fibre-reinforced cement. Journal of Materials Science Letters, v.6, p.955-957, 1987.

COUTTS, R.S.P. Wood fibre reinforced cement composites. In: Swamy, R.N. Natural Fibre Reinforced Cement and Concrete. 1. ed. Glasgow: Blackie & Son Ltd, 1988. v.5, cap. 1, p. 1-62.

COUTTS, R.S.P. From Forest to Factory to Fabrication. In: Swamy, R.N. Fibre Reinforced Cement and Concrete. 1 ed. London: E & FN Spon, 1992. cap. 3. p.31-47.

COUTTS, R.S.P. e WARDEN, P.G. Sisal pulp reinforced cement mortar. Cement & Concrete Composites, v.14, p.17-21, 1992.

COUTTS, R.S.P. Air-cured bamboo pulp reinforced cement. Journal of Materials Science Letters, v. 13, p.283-285, 1994.

COUTTS, R.S.P e NI, Y. Autoclaved bamboo pulp fibre reinforced cement. Cement & Concrete Composites, v.17, p. 99-106, 1995.

COX, B.N.; SRIDHAR, N.; DAVIS, J.B.; MAYER, A.; MCGREGOR, T.J. e KURTZ, A.G. Chain composites under ballistic impact conditions. International Journal of Impact Engineering, v.24, p.809-820, 2000.

COX, H.L. The elasticity and strength of paper and other fibrous materials. British Journal of Applied Physics, v.3, p.72-79, 1952.

D'ALMEIDA, J.R.M. Propriedades mecânicas de fibras de juta. Ciência e Cultura, v. 39, n.11, 1987.

DAS, S.; SAHA, A.K.; CHOUDHURY, P.K.; BASAK, R.K.; MITRA, B.C.; TODD, T.; LANG, S. e ROWELL, R.M. Effect of steam pretreatment of jute fiber on dimensional stability of jute composite. Journal of Applied Polymer Science, v.76, p.1652-1661, 2000.

DE LUCA, E.; PRIFTI, J.; BETHENEY, W. e CHOU, S.C. Ballistic impact damage of S2-glass-reinforced plastic structural armour. Composites Science and Technology, v. 58, p. 1453-1461, 1998.

DEKA, M.; DAS, P. e SAIKIA, C.N. Studies on dimensional stability, thermal degradation and térmite resistant properties of bamboo (*Bambusa tulda Roxb.*) treated with thermosetting resins. Journal of Bamboo and Ratan, v.2 ,n.1, p.29-41, 2003.

DOS ANJOS, M.A.S. Compósito à base de cimento reforçado com polpa de bambu: caracterização física, mecânica e microestrutural. 2002. 96 f. (Mestrado em engenharia civil, estruturas). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

FORDOS, Z. e TRAM, B. Natural fibers as reinforcement in cement-based composites. Rilem Thechnical Committee 49-TFR, Third International Symposium on Developments in Fibre Reinforced Cement and Concrete, v.1, 1986.

FUJIYAMA, R. T. Argamassa de cimento reforçada por fibras de sisal: caracterização mecânica e microestrutural. 1997. 115 f. (Mestrado em ciência dos materiais e metalurgia) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.

GHAVAMI, K. Application of bamboo as a low-cost construction material. Proceedings of the international bamboo workshop, p.270-279, 1988a.

GHAVAMI, K. Ultimate load behaviour of bamboo reinforced lightweight concrete beams. Cement & Concrete Composites, v. 17, p. 281-288, 1995.

GHAVAMI, K. E ZIELINSKI, Z.A. Permanent shutter bamboo reinforced concrete slab, Publicacao BRCSI, departamento de engenharia civil, Universidade de Concórdia, Montreal, Canadá, p.34, 1988b.

GHAVAMI, J. E VILLELA, M. Coluna reforçada com bambu. Trabalho de fim de curso, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2000.

GHAVAMI, K. Structural concrete elements reinforced with bamboo. Asian Journal of Civil Engineering (Building and Housing), v.2, n.2, p. 97-110, 2001a.

GHAVAMI, K. Development of structural elements using bamboo. The role of bamboo in disaster avoidance international. Workshop organized by international network for bamboo and rattan (INBAR). Guayaquil, Equador 6-11 de Agosto, 2001b.

GHAVAMI, K; RODRIGUES, C.S. Composites with bamboo and vegetable fibres: a contribution to a sustainable development. Proceedings of NOCMAT/3. Vietnam International Conference on Non-Conventional Materials and Technologies. p. 54-70, 2002.

GHAVAMI, K; RODRIGUES, C. S.; PACIORNIK, S. Bamboo: functionally graded composite material. Asian Journal of Civil Engineering (Building and Housing), v.4 n. 1 , p.1-10, 2003.

GIBSON, R. F. Principles of composite materials mechanics. 1 ed. New York: McGraw-Hill, 1994.

GUIMARÃES, S. S. Some experiments in vegetable fiber cement composites. Symposium on Building Materials for Low Income Housing, Bagkok, Thailand, Jan. 20-26, 1987. p. 167-175.

GOLDSMITH, W. Impact – The theory and physical behavior of colliding solids. 1 ed. London: Edward Arnold Publishers Ltd, 1960. 379 p.

GOLDSMITH, W.; DHARAN, C.K.H. e CHANG, H. Quasi-Static and ballistic perforation of carbon fiber laminates. International Journal of Solids Structures, v. 32, n. 1, p. 89-103, 1995.

GOPALARATNAM, V.S. e SHAH, S.P. Properties of steel fiber reinforced concrete subjected to impact loading. ACI Journal, p.117-126, 1986.

GRAM, H.E. Durability of natural fibres in concrete. Swedish Cement and Concrete Research Institute, Research Fo., v.1, n.83, 1983.

HANCOX, N. L. An overview of the impact behavior of fibre reinforced composites. IN: REID, S.R. e ZHOU, G. Impact behavior of fibre reinforced composite materials and structures. 1 ed. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2000. cap. 1, p. 1-32.

HANNANT, D.J. Fibre Cements and Fibre Concretes.1 ed. John Wiley & Sons, 1978. 219 p.

HATAKEYAMA, T. e ZHENHAI, L. Handbook of Thermal Analysis. 1 ed. John Wiley & Sons, 1999, 452 p.

HILLIS, W.E.; BROWN, A.G. Eucalyptus for wood production. CSIRO/Academic press, Sydney, Cap.12, 1984. APUD COUTTS, R.S.P Wood fibre reinforced cement composites. In: Swamy, R.N. Natural Fibre Reinforced Cement and Concrete. 1. ed. Glasgow: Blackie & Son Ltd, 1988. v.5, cap. 1, p. 1-62.

HSIEH, C.Y; NAGARAJAN, S. e ZEE, R.H. Infrared thermographic analysis of polymer composites during ballistic impact. Rev. Sci. Instrum., v.63, n.4, Abril de 1992.

HODGSON, J.T. e DARNTON, A. The quantitative risks of mesothelioma and lung cancer in relation to asbestos exposure. Ann. Occup. Hyg., v.44, n.8, p.565-601, 2000.

HOU, J.P.; PETRINIC, N. e RUIZ, C. A delamination criterion for laminated composites under low-velocity impact. Composites Science and Technology, v.61, p.2069-2074, 2001.

IREMONGER, M.J. e WENT, A.C. Ballistic impact of fibre composite armours by fragment-simulating projectiles. Composites: Part A, v. 27 A, p.575-581, 1996.

ISO 180. Plásticos – Determinação da resistência ao impacto Izod. International Organization for Standardization, p.11, 1993.

JAIN, S. ; KUMAR, R. ; JINDAL, U.C. (1992). Mechanical behaviour of bamboo and bamboo composite. Journal of Materials Science, v. 27, p.4598-4604.

JONES, R. M. Mechanics of Composite Materials. 1 ed. Washington: Scripta, 1975. 355 p.

KAISER, M.A. Advancements in the Split Hopkinson Bar Test. 1998, 94f. (mestrado em engenharia mecânica), Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia, 1998.

KHEDARI, J.; SUTTISONK, B.; PRATINTHONG, N. e HIRUNLABH, J. New lightweight composite construction materials with low thermal conductivity, Cement & Concrete Composites, v.23, p.65-70, 2001.

KINLOCH, A.J.;KODOKIAN, G.A. e JAMARANI, M.B. Impact properties of epoxy polymers. Journal of Materials Science, v.22, p. 4111-4120, 1987.

KRENCHEL, H. Fibre reinforcement: theoretical and practical investigation of the elasticity and strength of fibre-reinforced materials. Copenhagen: Akademisk Forlag, 1964, 159 p.

KULKARNI, A.G.; SATYANARAYANA, K.G. ; ROHATGI, P.K. ; VIJAYAN, K. Mechanical properties of banana fibres. Journal of Materials Science, v. 18 , p. 2290-2296, 1983.

KULKARNI, A.G.; SATYANARAYANA, K.G., SUKKUMARAN. Mechanical behaviour of coir fibres under tensile load. Journal of Materials Science, v.16, p. 905-914, 1981.

LAMONTAGNE, C.G.; MANUELPILLAI, G.N.; KERR, J.H.; TAYLOR, E. A.; TENNYSON, R.C. e BURCHELL, M.J. Projectile density, impact angle and energy effects on hypervelocity impact damage to carbon fibre/peek composites. International Journal of Impact Engineering, v. 26, p.381-398, 2001.

LAND, P.L. Stress rates for three and four point flexure tests. Journal of Materials Science Letters, v.14, p.2760-2761, 1979.

LARSSON, F. e SVENSSON, L. Carbon, polyethylene and PBO hybrid fibre composites for structural lightweight armour. Composites: part A, v.33, p. 221-231, 2002.

LAWS, V. The efficiency of fibrous reinforcement of brittle matrices. J. Phys. D: Appl. Phys. , v.4 , p.1737-1746, 1971.

LI, S. H.; ZHOU, B. L. ; TANG, Z.T. ; ZENG, Q.Y. Reformed bamboo and reformed bamboo/aluminium composite part II impact properties. Journal of Materials Science Letters, v. 15, p. 129-131, 1996.

LI, Y.; MAI, Y.W.; YE, L. Sisal fibre and its composites: a review of recent developments. Composites Science and Technology, v.60, p. 2037-2055, 2000.

LIU, D. e MALVERN, L.E. Matrix cracking in impacted glass/epoxy plates. Journal of Composite Materials, v. 21, p.594-609, 1987.

LÓPEZ, O.H. Bamboo the gift of the gods**.** 1 ed. Bogota: D'VINNI Ltda, 2003 553 p.

LOW, N.M.P.; BEAUDOIN, J.J. Flexural strength and microstructure of cement binders reinforced with wollastonite micro-fibres. Cement and Concrete Research, v. 23, p. 905-916, 1993a.

LOW, N.M.P.; BEAUDOIN, J.J. The effect of wollstonite micro-fibre aspect ratio on reinforcement of Portland cement-based binders. Cement and Concrete Research, v. 23, p. 1467-1479, 1993b.

LOW, N.M.P.; BEAUDOIN, J.J. Stability of Portland cement-based binders reinforced with natural wollastonite micro-fibres. Cement and Concrete Research, v. 24, n.5, p.874-884, 1994a.

LOW, N.M.P; BEAUDOIN, J.J. The flexural toughness and ductility of Portland cement-based binders reinforced with wollastonite micro-fibres. Cement and Concrete Research, v. 24, p. 250-258, 1994b.

MAI, Y. W., HAKKEM M. I., COTTERELL B. Effects of Water and Bleaching on the Mechanical Properties of Cellulose Fibre Cements. Journal of Materials Science, vol. 18, p.2156-2162, 1983.

MAI, Y.W. Strength and fracture properties of asbestos-cement mortar composites. Journal of Materials Science, v.14, p.2091-2102, 1979.

MAI, Y.W.; FOOTE, R.M. e COTTERELL, B. Size effects and scaling laws of fracture in asbestos cement. International Journal of cement composites, v.2, n.1, p.23-34, 1980.

MACKE, T. e QUENISSET, M. A comparative study of the impact behavior of ceramic matrix composites. Composites Science and Technology, v.37, p.267-278, 1990.

MACVICAR, R. Mechanical and Physical Changes Associated with Aging of Cellulose Fiber Reinforced Cement Composites. 1997, 126 f. (Mestrado em Engenharia Florestal), University of Toronto, Toronto, Canada,1997.

MARSTON, T.U.; ATKINS, A.G. e FELBECK, D.K. Interfacial fracture energy and the toughness of composites. Journal of Materials Science, v.9, p. 447-455, 1974.

MARSHALL, G.P.; WILLIAMS, J.G. e TURNER, C.E. Fracture toughness and absorbed energy measurements in impact tests on brittle materials. Impact Tests on Brittle Materials, p. 949-956, 1973.

MARTINEZ, A.B.; MASPOCH, M. L.; DIAS, M.R. e AROS, M. Efeitos dinâmicos e parâmetros de fratura nos ensaios de impacto. In: 2º Congresso Brasileiro de Polímeros, 2., 1993, São Paulo. Anais... São Paulo:1993, p. 1024-1030.

MINDESS, S. e YAN, C. Perforation of plan and fibre reinforced concretes subjected to low-velocity impact loading. Cement and Concrete Research, v.23, p.83-92, 1993.

MILLS, N.J. e ZHANG, P.S. The effects of contact conditions on impact tests on plastics. Journal of Materials Science, v. 24, p.2099-2109, 1989.

MORYE, S.S.; HINE, P.J.; DUCKETT, R.A.; Carr, D.J. e Ward, I.M. Modelling of the energy absorption by polymer composites upon ballistic impact. Composites Science and Technology, v.60, p. 2631-2642, 2000.

MOREIRA, L.E.;GHAVAMI, K. The influence of initial imperfection on the buckling of bamboo columns. The role of bamboo in disaster avoidance international. Workshop organized by international network for bamboo and rattan (INBAR). Guayaquil, Equador, 6-11 de agosto, 2001.

MOREIRA, L.E.;GHAVAMI, K. Buckling behaviour of bamboo culms considering initial imperfection. Proceedings of NOCMAT/3. Vietnam International Conference on Non-Conventional Materials and Technologies. p. 54-70, 2002.

NAVARRO, E.H.A. Estudo teórico experimental a flexão de lajes de concreto reforçadas com bambu. 2002. 134 f. (Mestrado em engenharia civil, estruturas). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

NIJ STANDARD – 0101.04. Ballistic Resistance of Personal Body Armor. Law Enforcement and Corrections Standards and Testing Program, National Institute of Justice, Office of Justice Programs, U.S. Department of Justice, 2001.

NYCO TECHNICAL DATA IN-82-88-5. NYAD 325. NYAD 325 wollastonite. NYCO Minerals inc., Willsboro, NY, p.1-2, 1988.

OKAFOR, A.C.; OTIENO, A.W.; DUTTA, A. e RAO, V.S. Detection and characterization of high-velocity impact damage in advanced composite plates using multi-sensing techniques. Composite Structures, v.54, p.289-297, 2001.

PARAMASIVAM, P. ; NATHAN, G.K. ; DAS GUPTA, N.C. Coconut fibre reinforced corrugated slabs. The International Journal of Cement Composites and Lightweight Concrete, v.6 , n.1 , p.19-27, 1984.

PAKOTIPRAPHA, B.; PAMA, R.P.; LEE, S.L. Analysis of a bamboo fibre-cement paste composite. Journal of Ferrocement, v. 13, n.2, 1983a.

PAKOTIPRAPHA, B ; PAMA, R.P. ; LEE, S.L. Behavior of a bamboo fibre-cement paste composite. Journal of Ferrocement, v.13, n.3, 1983b.

PERSSON, H. e SKARENDAHL, A. Natural fibre concrete for roofing sheets and other purposes. In: Sarec report. Natural fibre concrete. Stockholm: Sarec, 1984. cap.1, p.8-64.

PEREIRA, C.A.G. Elaboração e caracterização de compósitos cimento-material lenhocelulósico de origem portuguesa. 2004. 149 f. (Mestrado em Gestão Ambiental, Materiais e Valorização de Resíduos) – Universidade de Aveiro – Departamento de Engenharia Cerâmica e do Vidro, Aveiro, Portugal, 2004.

RAMSTEINER, F. $J_{0.2}$ – Values by impact testing. Polymer Testing, v.18, p.641-647, 1999.

REDDY, J.N. Mechanics of laminated composite plates: theory and analysis.CRC press. Boca Raton, Florida. 1997, p.782.

RICHARDSON, M.O.W. e WISHEART, M.J. Review of low-velocity impact properties of composite materials. Composites part A, v.27A, p.1123-1131, 1996.

RILEM TECHNICAL COMMITTEE 49 TFR. Testing Methods for Fibre Reinforced Cement-Based Composites. Materiaux et constructions, v.17, n. 102, p.441-456, 1984.

RILEM TECHNICAL COMMITTEE 19-FRC. Fibre reinforced cement composites. Materiaux et constructions, v.10, n.56., p.103-120, 1982.

ROBINSON, P. E DAVIES, G.A.O. Impactor mass and specimen geometry effects in low velocity impact of laminated composites. International Journal of impact Engineering, v.12, n.2, p.189-207, 1992.

RODRIGUES, C.S. Mecânica da fratura de compósitos de matrizes rígidas (argamassa) reforçadas com fibras de sisal. 1999. 109 f. (mestrado em engenharia civil, estruturas) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.

RODRIGUES, C.S. Bamboo pulp reinforced rice husk ash blended cement paste: production and performance. Stevin Report 22.1.03.05. Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen, TUDelft, 2003.

ROMUALDI, J.P. e MANDEL, J.A. Tensile strength of concrete affected by uniformly distributed and closely spaced short lengths of wire reinforcement. Journal of the American Concrete Institute, p 657-672, 1964.

ROSA, S.P.A.P. Análise teórica e experimental de colunas de concreto armado com bambu. 2002. 135 f. (Mestrado em engenharia civil, estruturas). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

SAVASTANO Jr., H. e AGOPYAN, V. Fibras naturais para produção de componentes construtivos. Curso Internacional Materiales Compuestos Fibrorreforzados, Universidad Del Valle/Cyted Proyecto VIII, Cali, Colômbia, 1998.

SAVASTANO JR, H. ; WARDEN, P.G. e COUTTS, R.S.P. Brazilian waste fibres as reinforcement for cement-based composites. Cemente & Concrete Composites, v. 22, p.379-384, 2000.

SAVASTANO JR., WARDEN, P.G. e COUTTS, R.S.P. Mechanically pulped sisal as reinforcement in cementitious matrices. Cement & Concrete Composites, v.25, 2003.

SANADI, A.R.; PRASAD, S.V. e ROHATGI, P.K. Sunhemp fibre-reinforced polyester. Journal of Materials Science Letters, v.21, p. 4299-4304, 1986.

SERVER, W.L. Impact three-point bend testing for notched and precracked speciens. Journal of Testing and Evaluation, v.6, n.1, p.29-34, 1978.

SIMPSON, W. e TENWOLDE, A. Physical Properties and Moisture Relations of wood. In: WOOD HANDBOOK: Wood as an Engineering Material. Cap. 3. Madison: Forest Products Society, 1999.

SINHA, U. N.; DUTTA, S. N. ; CHALIHA, B.P. ; IYENGAR, M.S. Possibilities of replacing asbestos in asbestos cement sheets by cellulose pulp. Indian Concrete Journal, p.228-237, 1975.

SYDENSTRICKER, T.H.D., MOCHNAZ, S. e AMICO, S.C. Pull-out and other evaluations in sisal-reinforced polyester biocomposites. Polymer Testing, v.22, p.375-380, 2003.

SJOBLOM, P.O. e HARTNESS, J.T. On low-velocity impact testing of composite materials. Journal of Composite Materials, v.22, p. 31-52, Janeiro de 1988.

SMITH, A.H. e WRIGHT, C.C. Chrysotile asbestos is the main cause of pleural mesothelioma. American Journal of Industrial Medicine, v.30, p.252-266, 1996.

SMOOK, G.A. Handbook for Pulp & Paper Technologists. 1989. 395 p.

STARRAT, D; SANDERS, T.; CEPU,E.; POURSARTIP,A. e VAZIRI, R. An efficient method for continuous measurement of projectile motion in ballistic impact experiment. International Journal of Impact Engineering, v.24, p.155-170, 2000.

STUDINKA, J.B. Asbestos substitution in the fibre cement industry. The International Journal of Cement Composites and Lightweight Concrete, v. 12, n. 2, p. 73-78, Maio de 1989.

SUARIS, W. e SHAH, S.P. Properties of concrete subjected to impact. Journal of Structural Engineering, v.109, n.7, p. 1727-1741, Julho de 1983.

SUARIS, W. e SHAH, S.P. Inertial effects in the instrumented impact testing of cementitious compoisites. Cement, Concrete and Aggregates, v.3, n.2, p.77-83, 1981.

SUBRAHMANYAM, B.V. Bamboo reinforcement for cement matrices. In: Concrete technology and Design, v.2, ed RN Swamy, Surrey University Press 1984 p. 141-193.

SWAMY, R.N. e MANGAT, P.S. A theory for the flexural strength of steel fiber reinforced concrete. Cement and Concrete Research, v. 4, p. 313-325, 1974.

SWAMY, R.N.; MANGAT, P.S. e RAO, C.V.S.K. The mechanisms of fiber reinforcement of cement matrices. Fiber Reinforced Concrete – SP 44-1, American Concrete Institute, p.1-28, 1974.

TARIM, N.; FINDIK, F. e UZUN, H. Ballistic impact performance of composite structures. Composite Structures, v. 56, p. 13-20, 2002.

TOLÊDO FILHO, R. D. Materiais Compósitos Reforçados com Fibras Naturais: Caracterização Experimental. 1997. 483 f. (Doutorado em engenharia civil, estruturas) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.

TOLÊDO FILHO, R. D.; SCRIVENER, K. ; ENGLAND, G. L. Ghavami, K. Durability of alkali sensitive sisal and coconut fibres in cement composites. Cement & Concrete Composites, v.22, p. 127-143, 2000.

TORMALA, P.; PAAKKONEN, E. e KEMPPAINEN, P. Deformation ad relaxation studies of polycarbonate using the split Hopkinson pressure bar method. Journal of Materials Science, v. 16, p.275-279, 1981.

VIRTA, R. L. Wollastonite. U.S. Geological Survey-Minerals Information, p.1-2, 1997.

VINCENT, P.I. Impact strength and mechanical losses in thermoplastics. Polymer, v. 15, p. 111-116, 1974.

WALL, J.W. III. An Investigation of the ballistic impact resistance of modified 2x1, four-step, three-dimensionally braided composites with axial reinforcement. 2002, 109 f. (mestrado em engenharia mecânica) –North Carolina State University, Raleigh, 2002.

WILLIAMS, J.G. e ADAMS, G. C. The analysis of instrumented impact tests using a mass-spring model. International Journal of Fracture, v.33, p.209-222, 1987.

WILLIAMS, J.G. The analysis of dynamic fracture using lumped mass-spring models. International Journal o Fracture, v. 33, p. 47-59, 1987.

WILLIAMS, J.G. e HODGKINSON, J.M. Crack blunting mechanisms in impact tests on polymers. Proc. R. Soc. Lond. , v. A 375, p. 231-248, 1981.

WHITNEY, J.M. e HUSMAN, G.E. Use of the flexure test for determining environmental behavior of fibrous composites. Experimental Mechanics, p.185-190, 1978.

WOLSTENHOLME, W.E. Characterizing impact behavior of thermoplastics. Journal of Applied Polymer Science, v. 6, n.21, p.332-337, 1962.

XU, Y. e CHUNG, D.D.L. Effect of sand addition on the specific heat and thermal conductivity of cement. Cement and Concrete Research, v.30, p.59-61, 2000.

YEUNG, P. e BROUTMAN, L.J. The effect of glass-resin interface strength on the impact strength of fiber reinforced plastics. Polymer Engineering and Science, v. 18, n. 2, p.62-71, 1978.

ZHANG, J.Y.; YU, T.X.; KIM, J.K.; SUI, G.X. Static indentation and impact behaviour of reformed bamboo/aluminium laminated composites. Composite Structures, v. 50, p.207-216, 2000.

ZHU, W.H.; TOBIAS, B.C.; COUTTS, R.S.P.; LANGFORS. Air cured banana fibre reinforced cement composites. Cement & Concrete Composites, v.16, p. 3-8, 1994.

ANEXO A
LEI DE CONTATO DE HERTZ

A primeira tentativa de se incorporar uma teoria de identação local foi baseada em um esquema sugerido por Hertz que percebeu o contato entre dois corpos como um problema equivalente em eletrostática (Goldsmith, 1960). O uso da lei de Hertz, além do limite da sua validade, tem sido justificado pois, esta consegue prever de forma acurada a maioria dos parâmetros de impacto que podem ser verificados experimentalmente (Goldsmith, 1960).

Derivação da Lei de Contato de Hertz (Goldsmith, 1960):

Equações das duas superfícies inicialmente no ponto 0 (como pode ser visto na figura A.1):

$$Z_1 = A_1X_1^2 + B_1Y_1^2 + C_1X_1Y_1 \quad , \quad Z_2 = A_2X_1^2 + B_2Y_1^2 + C_2 X_1Y_1 \qquad (A.1)$$

Através da rotação dos eixos x_1-y_1 os termos x_1y_1 podem ser eliminados da equação acima.

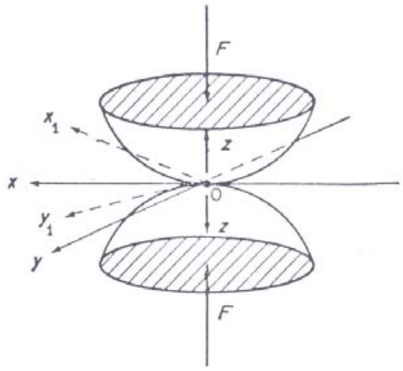


Figura A.1 – Coordenadas das duas superfícies inicialmente no ponto 0.

A distância d que separa a superfície não deformada ao longo de uma linha paralela ao eixo z é:

$$d = Z_1 + Z_2 = AX^2 + BY^2 \tag{A.2}$$

As constantes A e B são relacionadas ao raio principal de curvatura R_1 e $\overline{R_1}$ para o corpo 1 e R_2 e $\overline{R_2}$ para o corpo 2 pelas seguintes equações:

$$2(B+A) = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{\overline{R_1}} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{\overline{R_2}} \tag{A.3}$$

$$2(B-A) = \left[\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{\overline{R_1}}\right)^2 + \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{\overline{R_2}}\right)^2 + 2\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{\overline{R_1}}\right)\left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{\overline{R_2}}\right)\cos 2\beta\right]^{1/2} \tag{A.4}$$

β é o ângulo formado pelos dois planos normais contendo as duas curvaturas $1/R_1$ e $1/R_2$, respectivamente. Este ângulo pode ser eliminado pela substituição de um ângulo auxiliar θ, definido como $\cos\theta = \frac{B-A}{B+A}$ o que permite escrever a expressão anterior como:

$$2A\cos\sec^2\frac{1}{2}\theta = 2B\sec^2\frac{1}{2}\theta = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{\overline{R_1}} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{\overline{R_2}} \tag{A.5}$$

Quando uma força F é aplicada aos dois corpos ao longo do eixo z uma pequena seção da superfície de cada corpo na vizinhança do ponto de contato se deformará em uma figura de plano localizada no plano x-y. As regiões de contato e separação das superfícies são distinguidas pela seguinte relação:

$$W_1 + W_2 = \alpha - AX^2 - BY^2 \text{ e } W_1 + W_2 > \alpha - AX^2 - BY^2 \tag{A.6}$$

onde, W_1 e W_2 denotam os deslocamentos de dois corpos na direção z. O termo α é o valor de $W_1 + W_2$ ao longo do eixo z e representa a compressão relativa máxima dos corpos.

Uma adaptação da teoria da elasticidade para o deslocamento devido a uma força concentrada num corpo semi-infinito para o deslocamento W no plano z = 0 leva a:

$$w\Big|_{z=0} = \frac{1-\mu^2}{E\pi}\iint \frac{pdxdy}{s} = \delta \iint \frac{pdxdy}{s} \tag{A.7}$$

$$\text{onde } \delta \equiv \frac{1-\mu^2}{E\pi}$$

Substituindo a equação A.7 na equação A.6 temos:

$$W_1 + W_2 = \alpha - AX^2 - BY^2 = \left[\frac{1-\mu_1^2}{E_1\pi} + \frac{1-\mu_2^2}{E_2\pi}\right]\iint \frac{pdxdy}{s}$$

$$= [\delta_1 + \delta_2]\iint \frac{pdxdy}{s} \tag{A.8}$$

onde a pressão p desconhecida deve ser deduzida.

A tensão de compressão ou distribuição de pressão será assumida na forma de um potencial o qual deve satisfazer as seguintes condições de equilíbrio dos dois corpos (Goldsmith, 1960):

a) A força F aplicada total deve ser igual a força total resistida pela componente vertical da pressão dentro da área de contato, ou $F = \iint pzdxdy$.
b) No interior de cada corpo, fora da região de contato, os deslocamentos são governados pela equação com os termos da aceleração igualados a zero. As tensões decrescem rapidamente com o incremento da distância em relação à área de contato.
c) Os componentes de deslocamento desaparecem no infinito. Na prática tais deslocamentos podem ser desprezados em grandes distâncias da área de contato quando comparadas as suas dimensões.

d) Ao longo da superfície dos corpos: (1) as tensões de cisalhamento τ_{xz} e τ_{yz} devem desaparecer; (2) as tensões normais fora da região de contato devem desaparecer, e (3) as tensões normais agindo nos dois corpos devem ser balanceadas dentro da área de contato.

A equação 4.9 sugere que a forma da pressão potencial seja uma função quadrática de x e y. As condições a e d são satisfeitas pela escolha de um potencial que resulte de uma elipsóide de densidade ρ e formato dado por:

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}+\frac{z^2}{c^2}=1 \tag{A.9}$$

no plano z = 0.

A distribuição da pressão na área de contato é dada por:

$$p=2\rho c\sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}-\frac{y^2}{b^2}} \tag{A.10}$$

A forma apropriada do potencial é então dada por:

$$\iint\frac{pdxdy}{s}=\pi(\rho c)ab\int_v^\infty\frac{1-\frac{x^2}{a^2+\xi}-\frac{y^2}{b^2+\xi}}{\sqrt{[(a^2+\xi)(b^2+\xi)\xi]}}d\xi \tag{A.11}$$

onde v é a raiz positiva da equação:

$$\frac{x^2}{a^2+v}+\frac{y^2}{b^2+v}+\frac{z^2}{v}=1 \tag{A.12}$$

quando o potencial é aplicado fora da região de contato, e v = 0 dentro do domínio.

Das equações A.10 a A.12, é possível deduzir as seguintes expressões:

$$p = \frac{3F}{2\pi ab}\sqrt{\left(1-\frac{x^2}{a^2}-\frac{y^2}{b^2}\right)} \tag{A.13}$$

e

$$\alpha - Ax^2 - By^2 = \frac{3}{4}[\delta_1+\delta_2]F\int_0^\infty \frac{1-\frac{x^2}{a^2+\xi}-\frac{y^2}{b^2+\xi}}{\sqrt{[(a^2+\xi)(b^2+\xi)\xi]}}\,d\xi \tag{A.14}$$

Para se assegurar a aplicabilidade da equação acima, os coeficientes dos termos semelhantes devem ser igualados:

$$\alpha = \frac{3}{4}F[\delta_1+\delta_2]\int_0^\infty \frac{d\xi}{\sqrt{[(a^2+\xi)(b^2+\xi)\xi]}} \tag{A.15}$$

$$A = \frac{3}{4}F[\delta_1+\delta_2]\int_0^\infty \frac{d\xi}{\sqrt{[(a^2+\xi)^3(b^2+\xi)\xi]}} \tag{A.16}$$

$$B = \frac{3}{4}F[\delta_1+\delta_2]\int_0^\infty \frac{d\xi}{\sqrt{[(a^2+\xi)(b^2+\xi)^3\xi]}} \tag{A.17}$$

Substituindo $\bar{k} \equiv a/b$ e $\bar{\xi} \equiv \frac{\xi}{a^2}$ nas equações acima:

$$\alpha = \frac{3}{4}F[\delta_1+\delta_2]\int_0^\infty \frac{d\bar{\xi}}{\sqrt{[(1+\bar{\xi})(\bar{k}^{-2}+\bar{\xi})\bar{\xi}]}} \tag{A.18}$$

$$A = \frac{3}{4}\frac{F}{a^3}[\delta_1+\delta_2]\int_0^\infty \frac{d\bar{\xi}}{\sqrt{[(1+\bar{\xi})^3(\bar{k}^{-2}+\bar{\xi})\bar{\xi}]}} \equiv \frac{3}{4}\frac{F}{a^3}[\delta_1+\delta_2][\phi_1 < \bar{k} >] \tag{A.19}$$

$$B = \frac{3}{4}\frac{F}{a^3}[\delta_1+\delta_2]\int_0^\infty \frac{d\bar{\xi}}{\sqrt{[(1+\bar{\xi})(\bar{k}^{-2}+\bar{\xi})^3\bar{\xi}]}} \equiv \frac{3}{4}\frac{F}{a^3}[\delta_1+\delta_2][\phi_2 < \bar{k} >] \tag{A.20}$$

Dividindo as duas equações anteriores:

$$A/B = \frac{[\phi_1 < \bar{k} >]}{[\phi_2 < \bar{k} >]} \tag{A.21}$$

mostrando assim que $\bar{k}$, ou de outra forma, a excentricidade da elipse $e = \sqrt{1-\bar{k}^{-2}}$ é função apenas da razão A/B. ϕ_1 e ϕ_2 podem ser calculados por polinomiais de Lagrange. As dimensões de contato da elipse podem então ser expressas por:

$$a = q_a \sqrt[3]{\frac{3F(\delta_1+\delta_2)}{4(A+B)}} \qquad \text{e} \qquad b = q_b \sqrt[3]{\frac{3F(\delta_1+\delta_2)}{4(A+B)}} \tag{A.22}$$

onde $q_a = (\phi_1 + \phi_2)^{1/3}$ e $q_b = \frac{q_a}{\bar{k}}$

Assim, uma combinação das equações A.18 e A.22 resulta na lei de contato de Hertz:

$$\boxed{F = k_2 \alpha^{2/3}} \tag{A.23}$$

$$\text{onde } k_2 = \frac{\frac{4}{3}\frac{q_a^{3/2}}{(\delta_1+\delta_2)\sqrt{(A+B)}}}{\left[\int_0^\infty \frac{d\bar{\xi}}{\sqrt{[(1+\bar{\xi})(\bar{k}^{-2}+\bar{\xi})\bar{\xi}]}}\right]^{3/2}} \equiv \frac{4}{3}\frac{q_k}{(\delta_1+\delta_2)\sqrt{(A+B)}} \tag{A.24}$$

A pressão máxima ocorre no centro da elipse e pode ser calculada a partir da seguinte equação:

$$p_m = \frac{3F}{2\pi ab} \qquad (A.25)$$

A lei de contato de Hertz pode ser usada diretamente para se determinar o impacto em corpos elásticos quando as vibrações produzidas por colisões podem ser desprezadas. Através da segunda Lei de Newton, a força de impacto que age nos corpos em impacto é dada por:

$$F = -m_1\ddot{w}_2 = -m_2\ddot{w}_2 = -\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}\ddot{\alpha} \qquad (A.26)$$

onde $\ddot{\alpha} = \ddot{w}_1 + \ddot{w}_2 \left.\right|_{\substack{x=0 \\ y=0}}$

Substituindo a equação de contato de Hertz na equação anterior e integrando com as seguintes condições iniciais $\dot{\alpha} = v_0, \alpha = 0$:

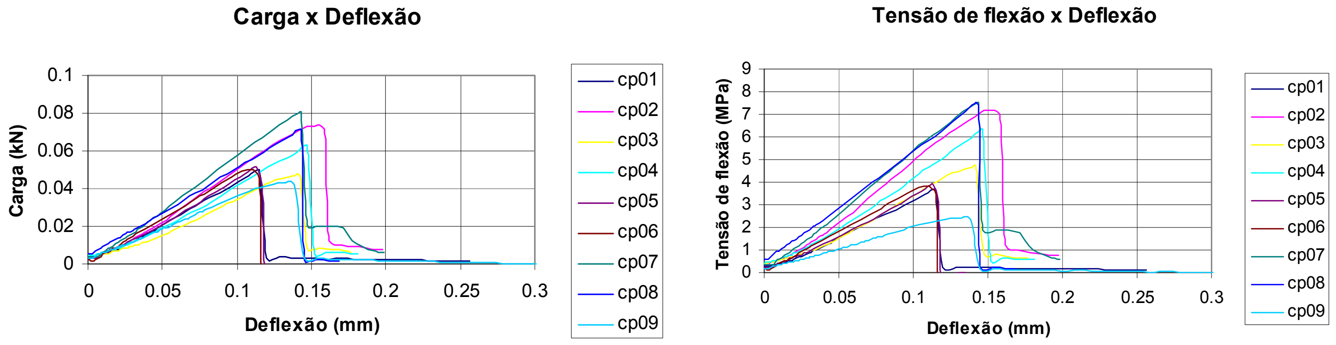
$$\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}\ddot{\alpha} = -k_2\alpha^{3/2} \quad \text{ou} \quad \ddot{\alpha} = -k_1 k_2 \alpha^{3/2} \quad \text{com}\, k_1 = \frac{m_1 + m_2}{m_1 m_2} \qquad (A.27)$$

$$\text{e}\ \frac{1}{2}(\dot{\alpha}^2 - v_0^2) = -\frac{2}{5}k_1 k_2 \alpha^{5/2} \qquad (A.28)$$

onde v_0 é a velocidade inicial. A compressão máxima α_m ocorre no instante de velocidade inicial zero $\dot{\alpha} = 0$, e conseqüentemente:

$$\alpha_m = \left[\frac{5v_0^2}{4k_1 k_2}\right]^{2/5} \qquad (A.29)$$

ANEXO B
CURVAS CARGA X DEFLEXÃO E TENSÃO DE FLEXÃO X DEFLEXÃO



ura B.1 – carga x deflexão e tensão de flexão x deflexão do CP0.

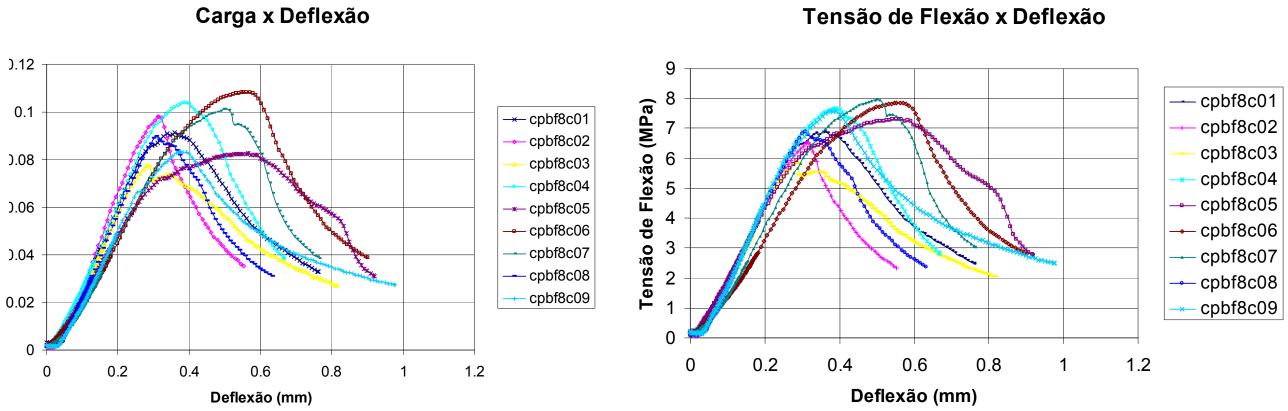


Figura B.2 – Carga x deflexão e tensão de flexão x deflexão do CPB8C.

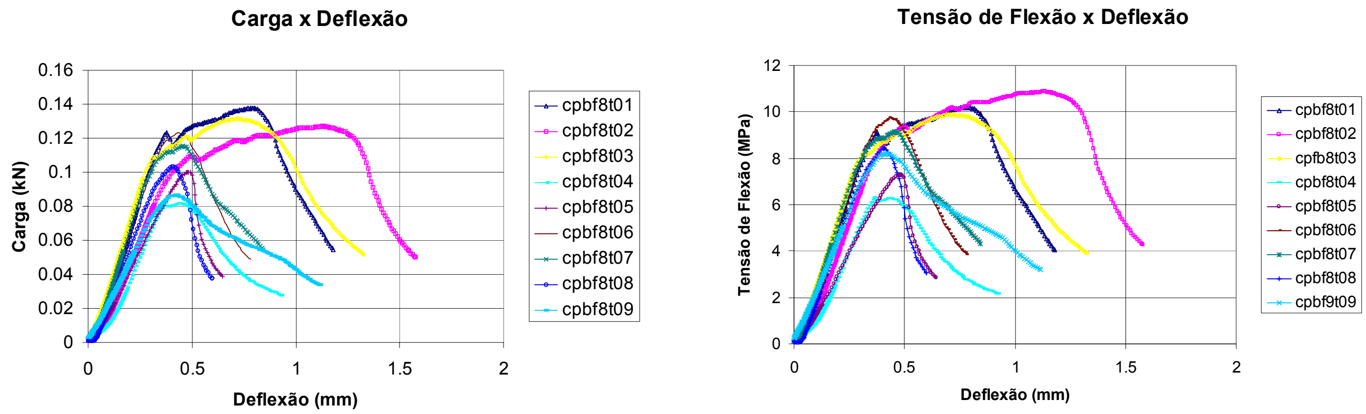
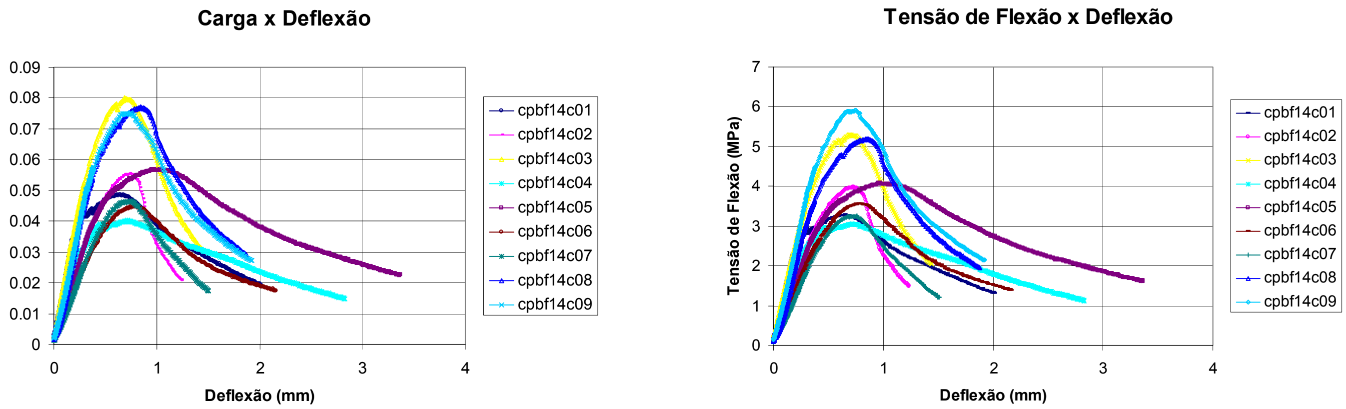


Figura B.3 - Carga x deflexão e tensão de flexão x deflexão do CPB8T



ura B.4 – Carga x deflexão e tensão de flexão x deflexão do CPB14C.

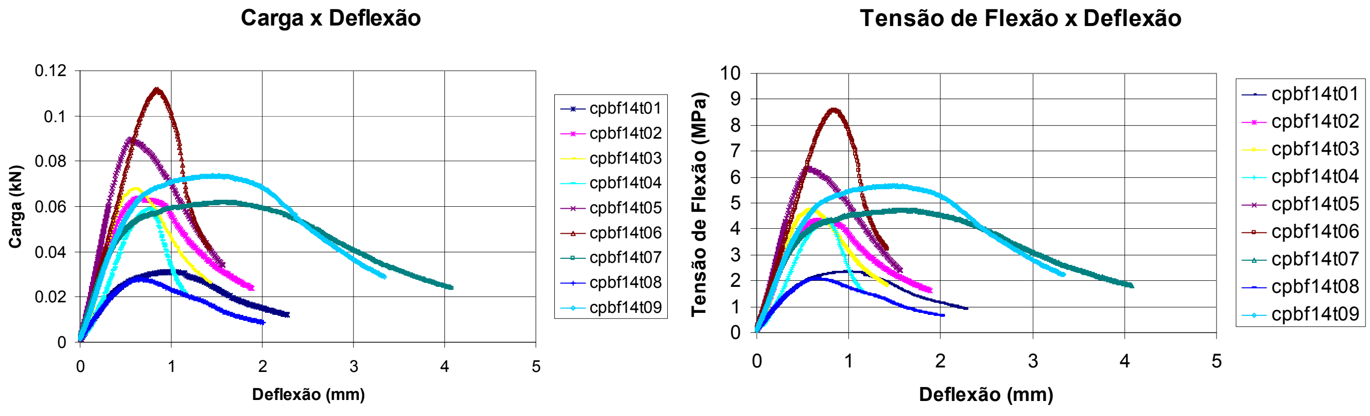


Figura B.5 – Carga x deflexão e tensão de flexão x deflexão do CPB14T.

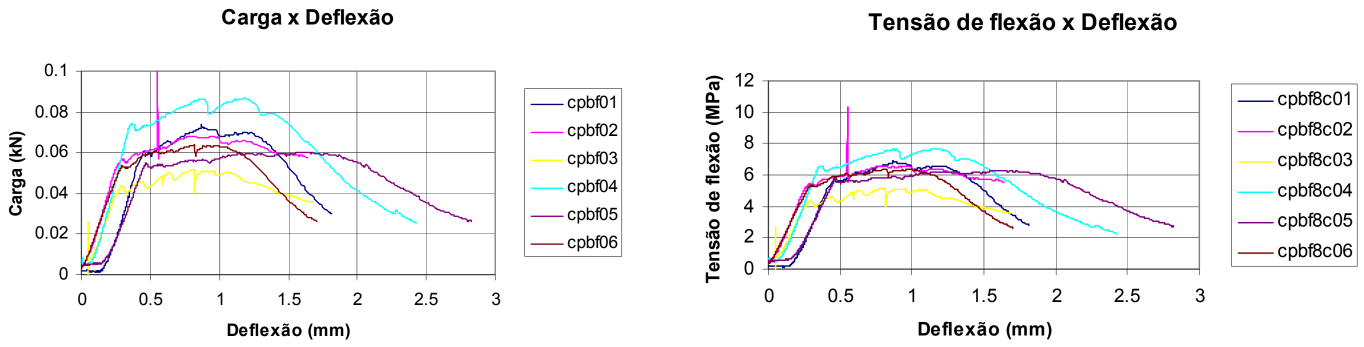
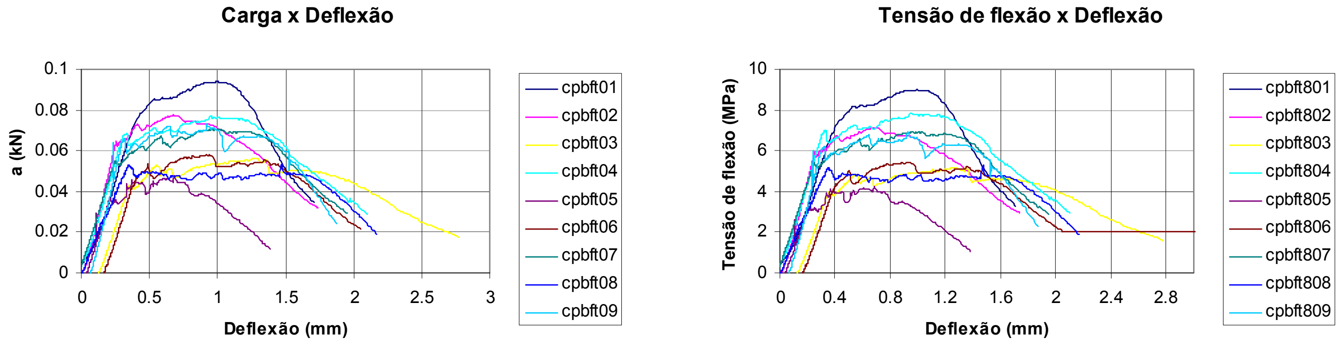


Figura B.6 – Carga x deflexão e tensão de flexão x deflexão do CPB8C (1^a série).



ura B.7 – Carga x deflexão e tensão de flexão x deflexão do CPB8T (1^a série).

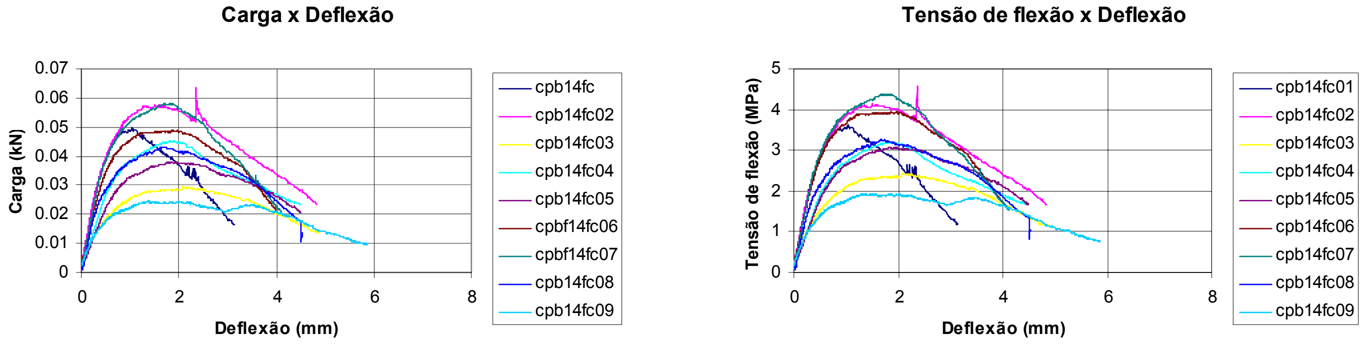


Figura B.8 – Carga x deflexão e tensão de flexão x deflexão do CPB14C (1^a serie).

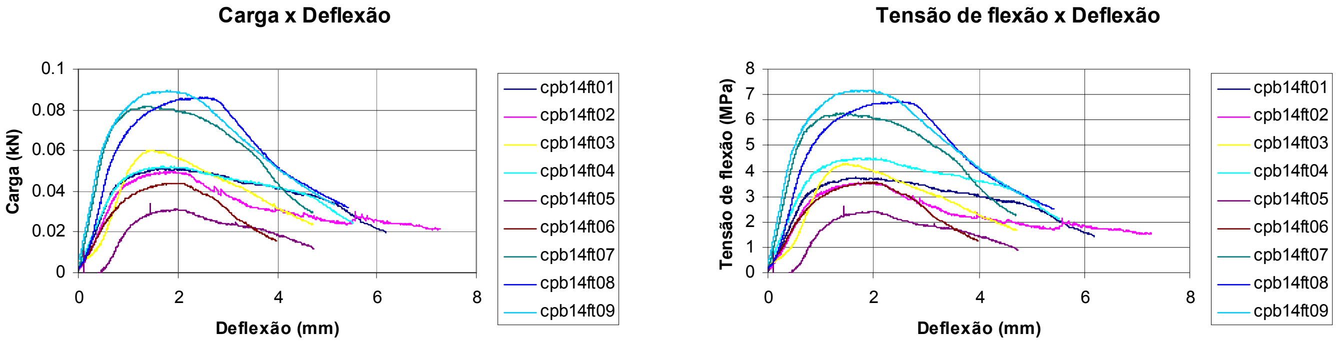
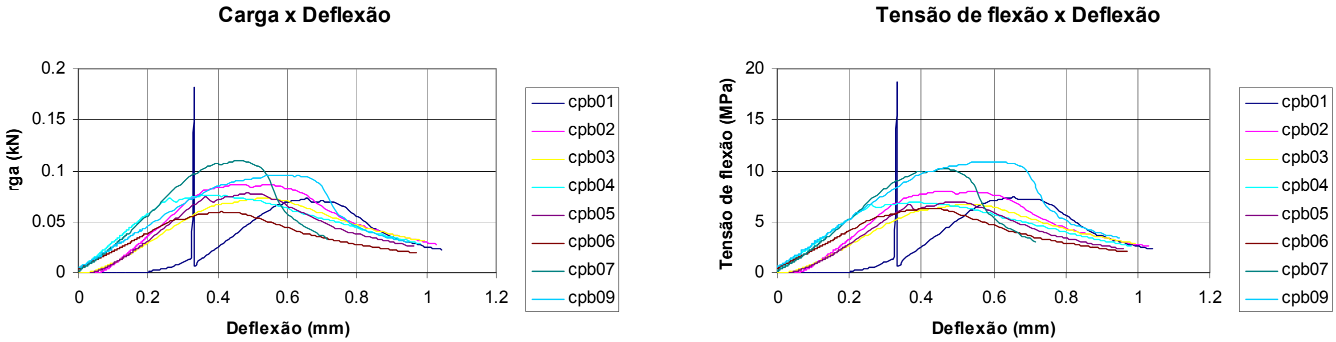


Figura B.9 – Carga x deflexão e tensão de flexão x deflexão do CPB14T (1^a serie).



ura B.10 – Carga x deflexão e tensão de flexão x deflexão do CPB8C (2^a serie)

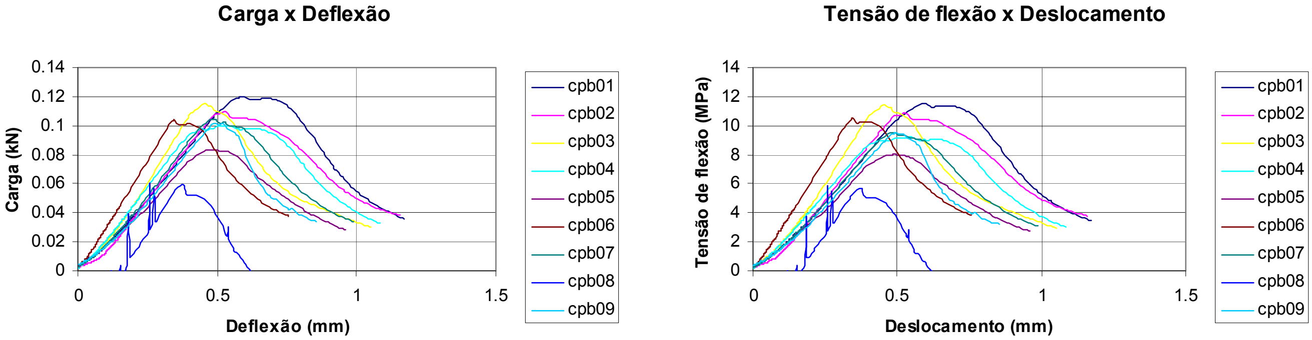


Figura B.11 – Carga x deflexão e tensão de flexão x deflexão do CPB8T (2^a serie)

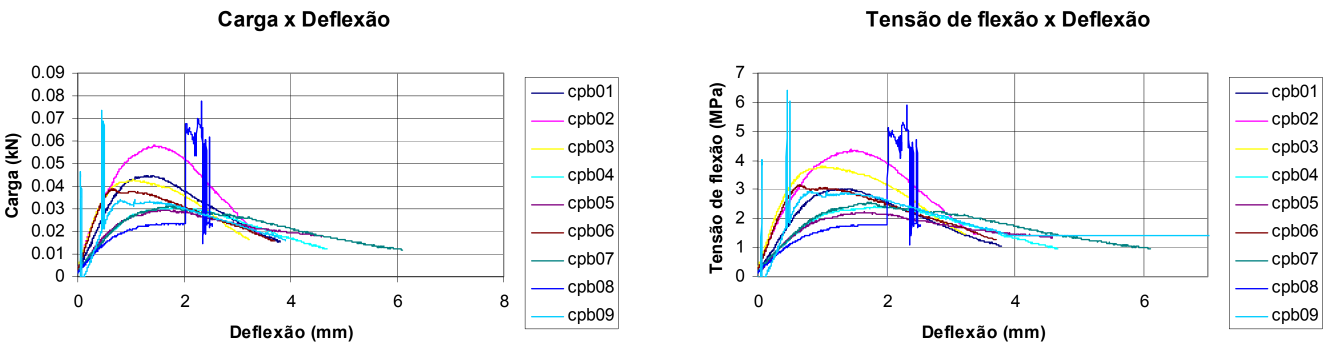
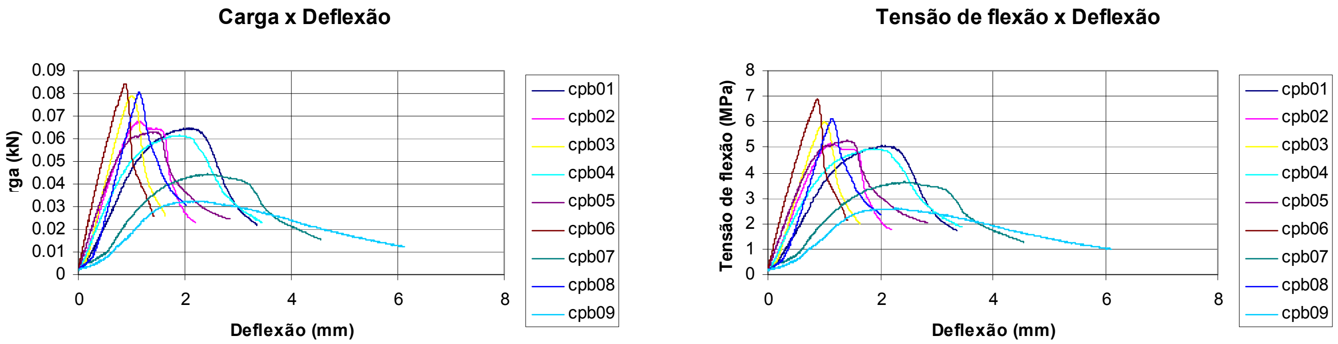


Figura B.12 – Carga x deflexão e tensão de flexão x deflexão do CPB14C (2^a serie)



ura B.13 – Carga x deflexão e tensão de flexão x deflexão do CPB14T (2^a serie)

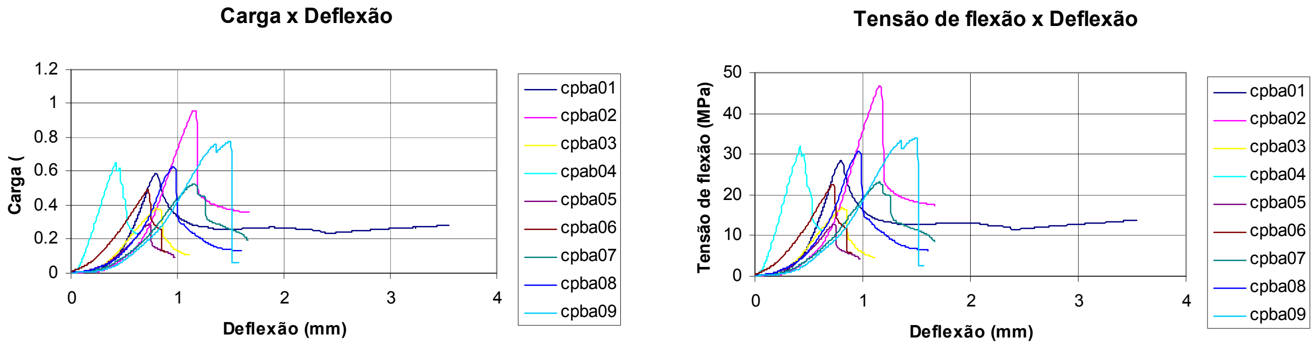


Figura B.14 – Carga x deflexão e tensão de flexão x deflexão do CPBA8.

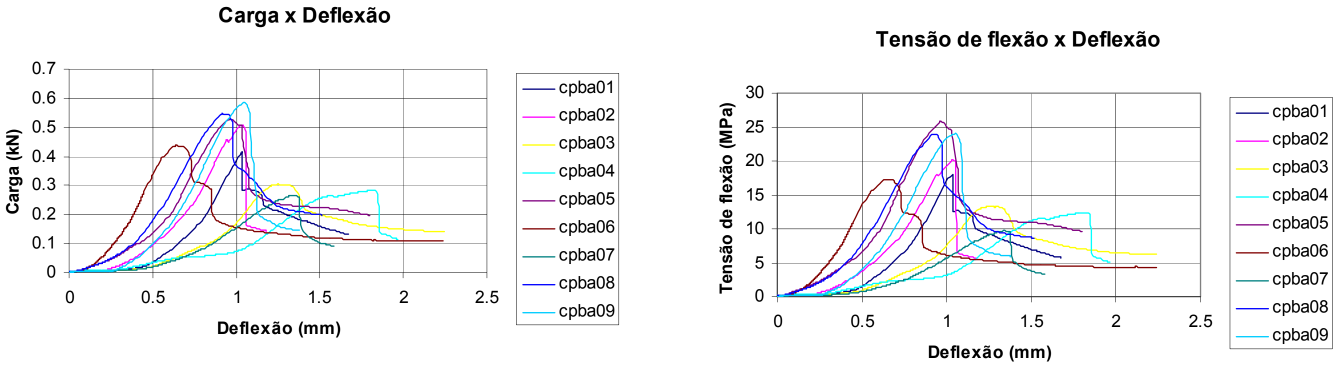
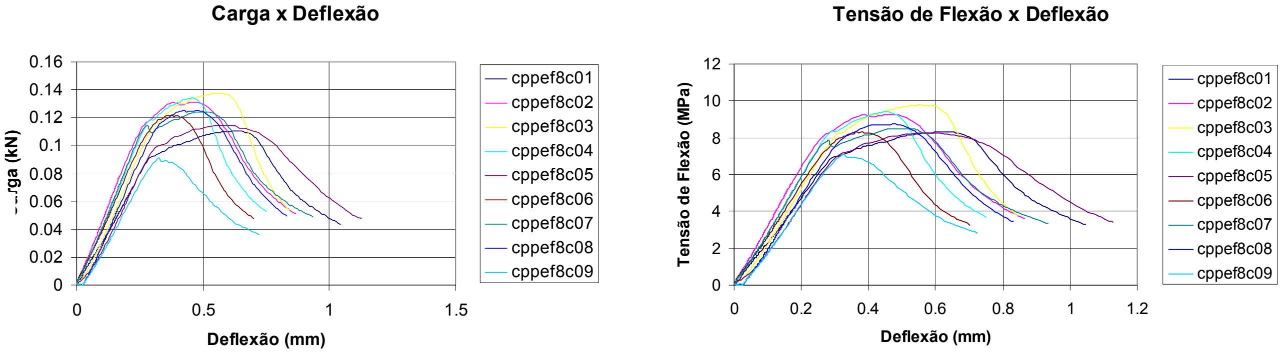


Figura B.15 – Carga x deflexão e tensão de flexão x deflexão do CPBA14.



ura B.16 – Carga x deflexão e tensão de flexão do CPE8C.

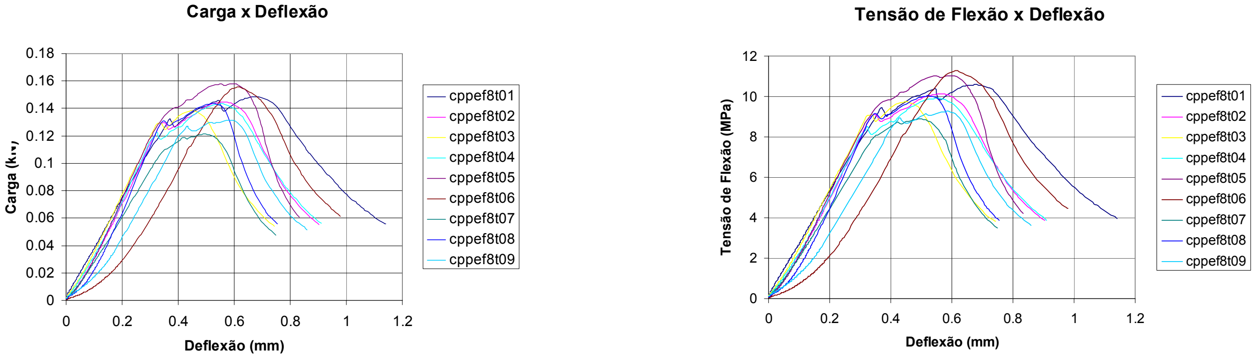


Figura B.17 – Carga x deflexão e tensão de flexão do CPE8T.

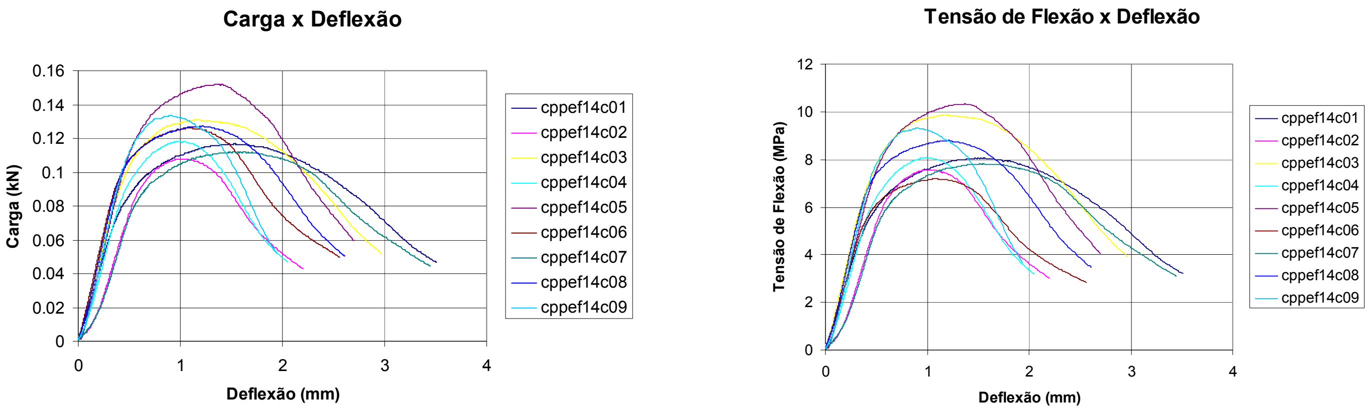
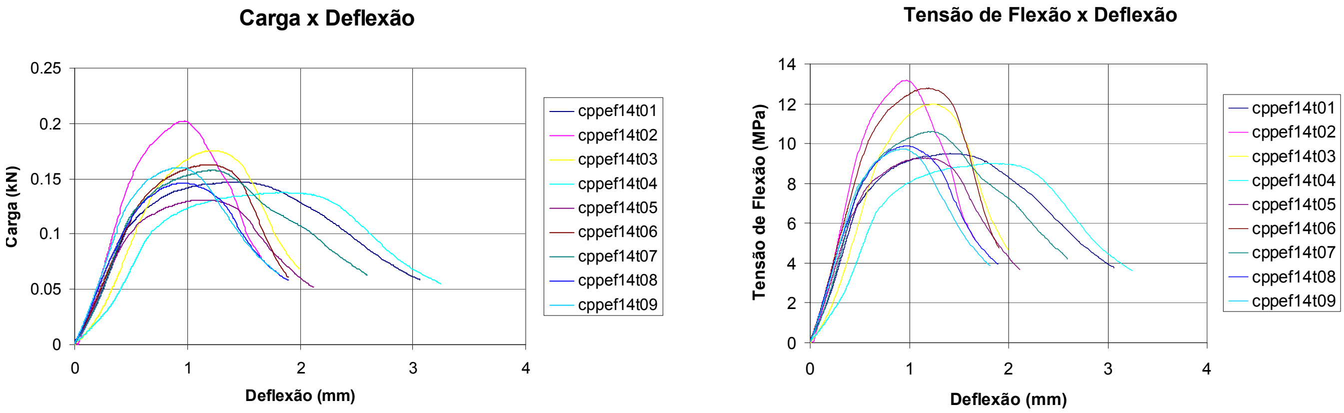


Figura B.18 – Carga x deflexão e tensão de flexão do CPE14C.



ura B.19 – Carga x deflexão e tensão de flexão do CPE14T.

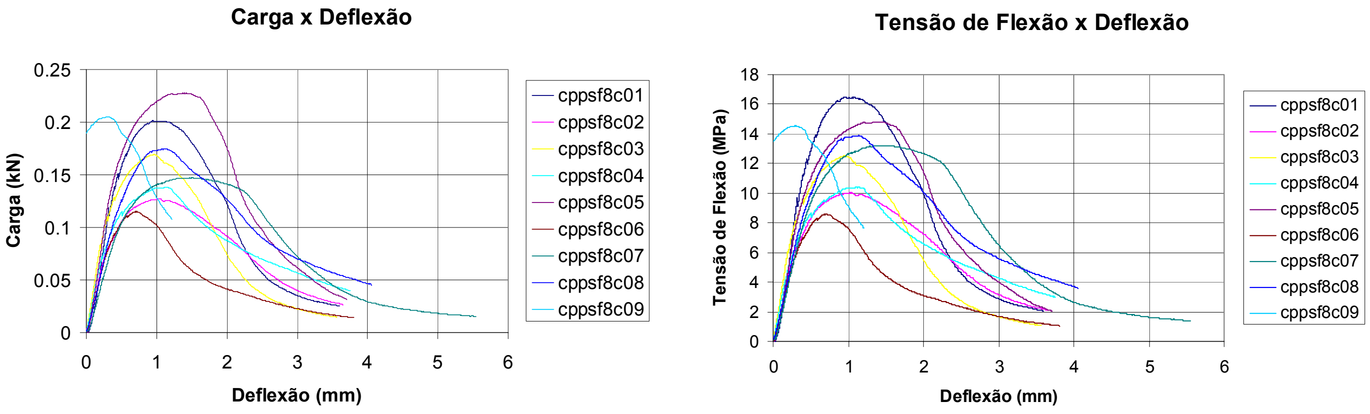


Figura B.20 – Carga x deflexão e tensão de flexão do CPS8C.

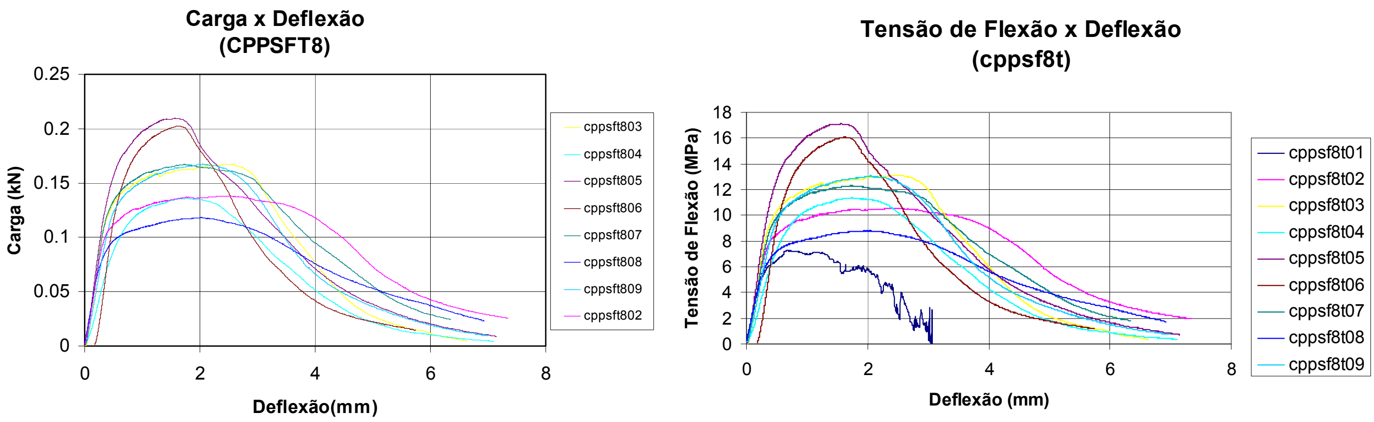
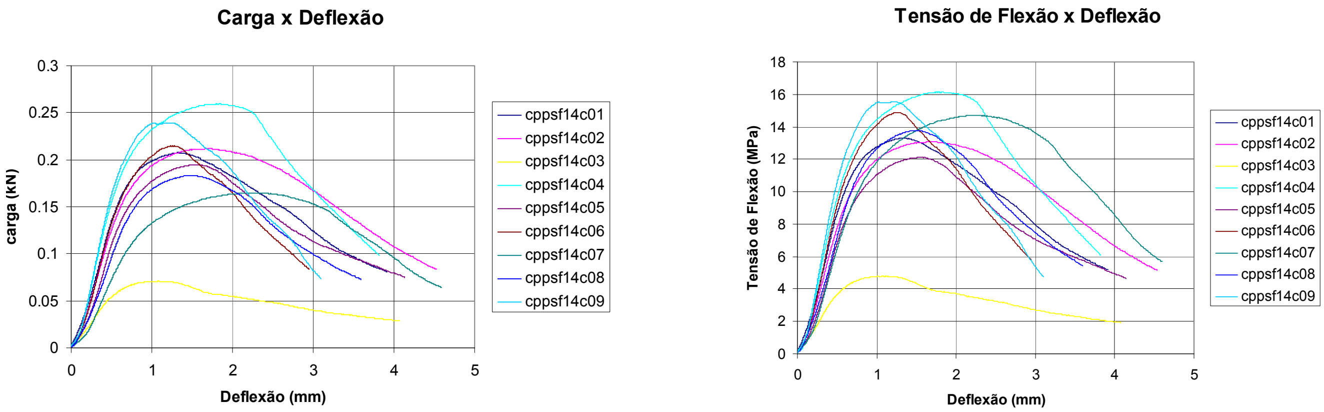


Figura B.21 – Carga x deflexão e tensão de flexão do CPS8T.



ura B.22 – Carga x deflexão e tensão de flexão do CPS14C.

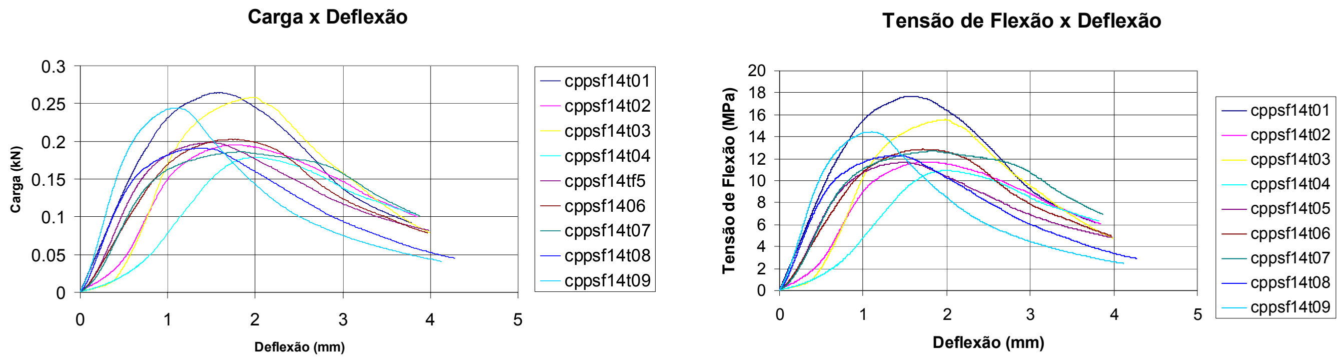


Figura B.23 – Carga x deflexão e tensão de flexão do CPS14T.

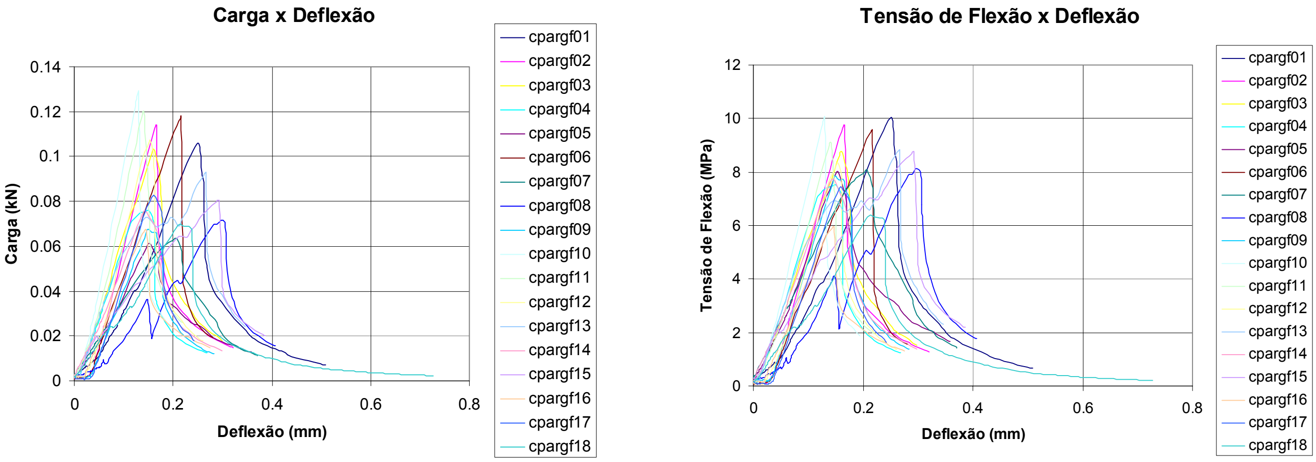
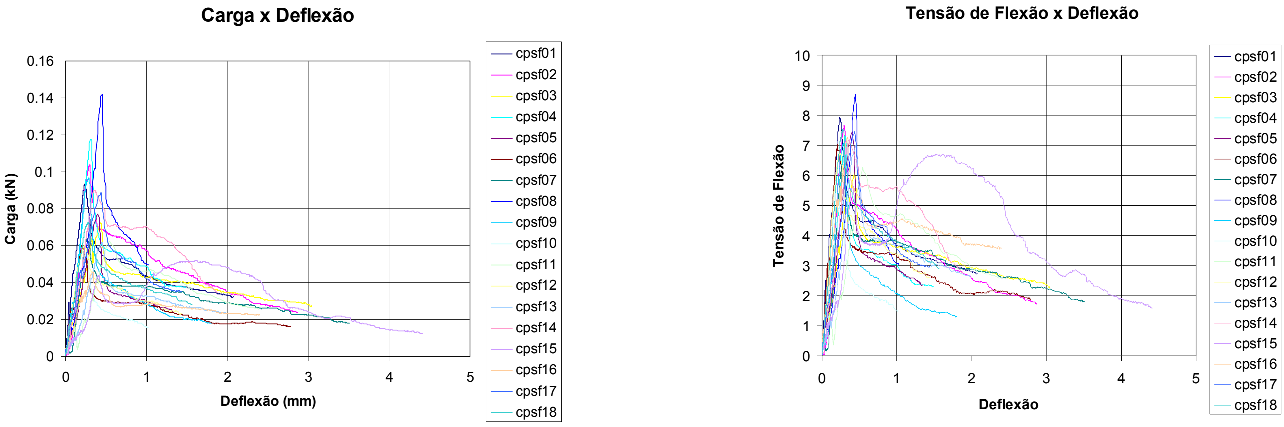


Figura B.24 – Carga x deflexão e tensão de flexão do CPARG.



ura B.25 – Carga x deflexão e tensão de flexão do CPFS.

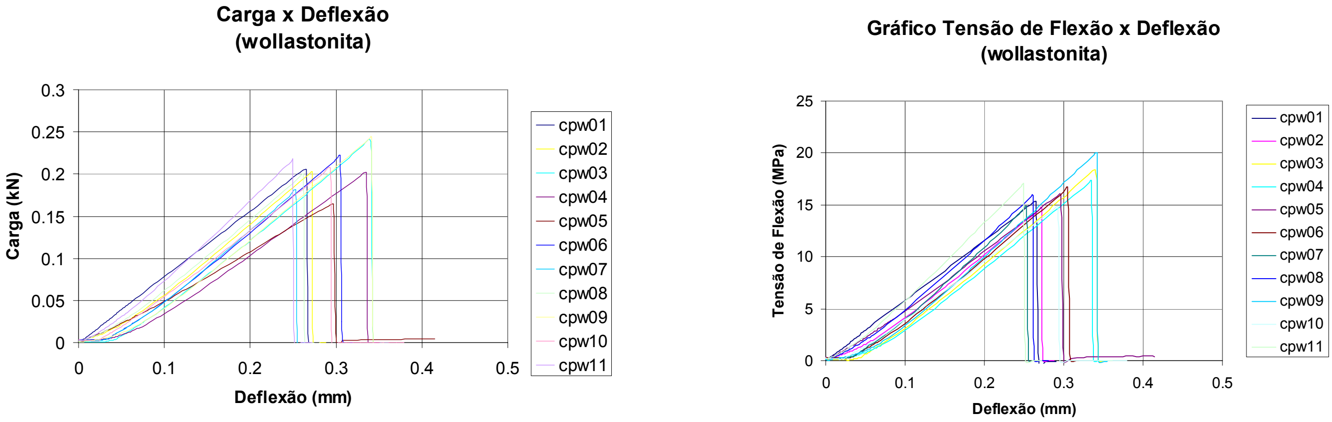


Figura B.26 – Carga x deflexão e tensão de flexão do CPW.

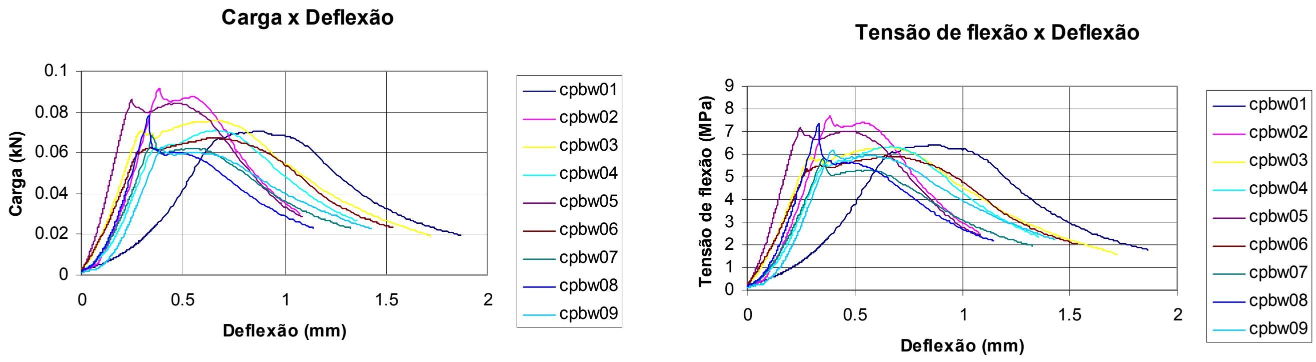
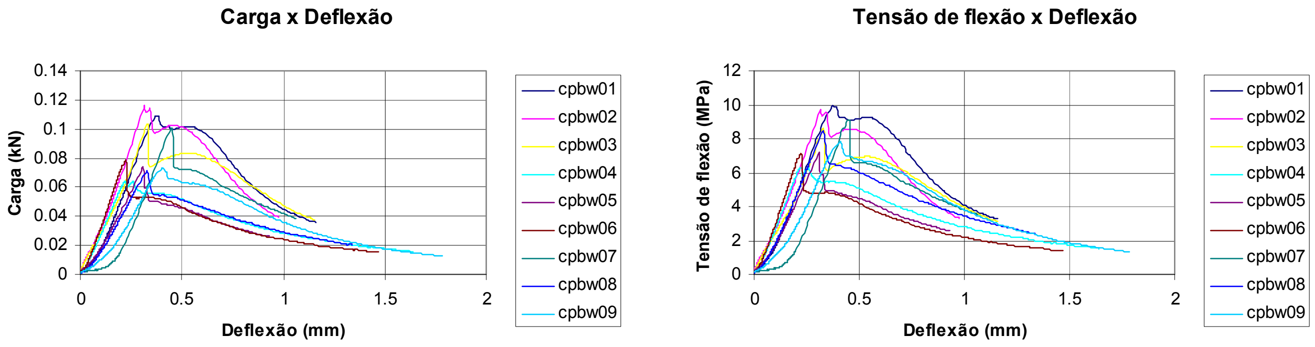


Figura B.27 – Carga x deflexão e tensão de flexão do CPBW8C.



ura B.28 – Carga x deflexão e tensão de flexão do CPBW8T.

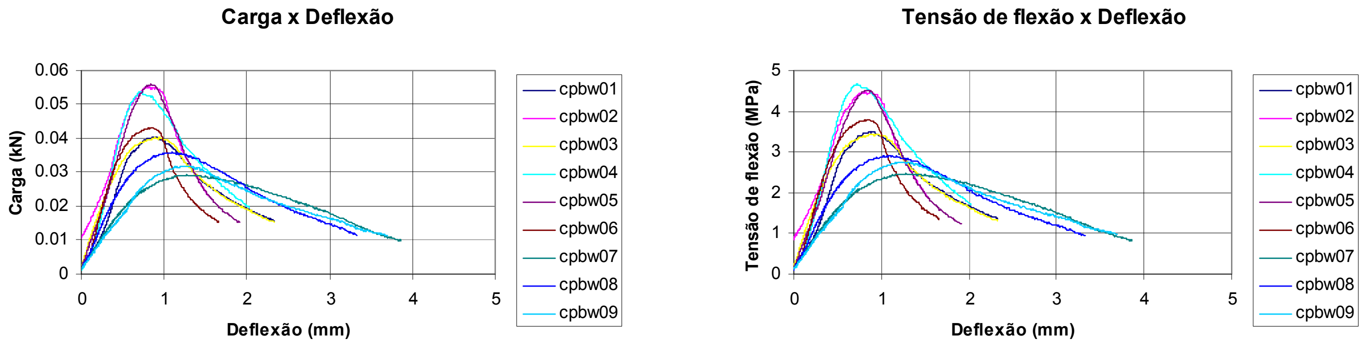


Figura B.29 – Carga x deflexão e tensão de flexão do CPBW14C.

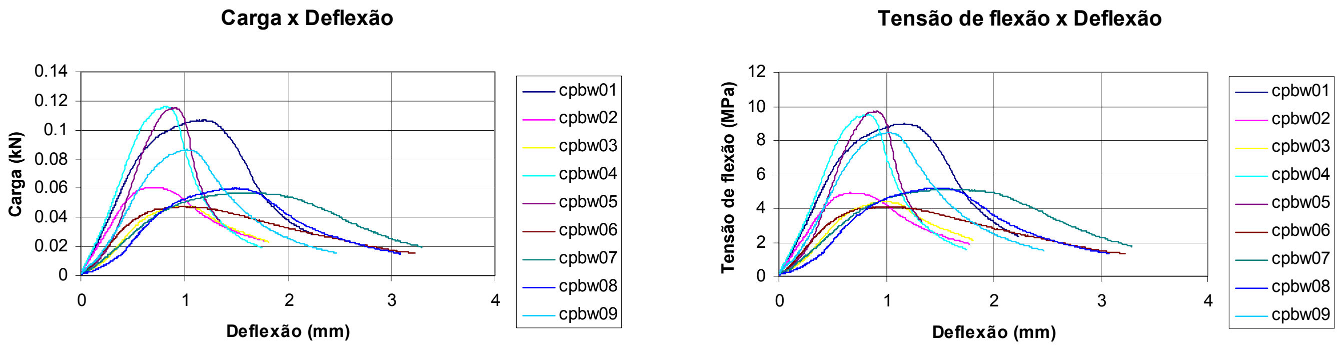
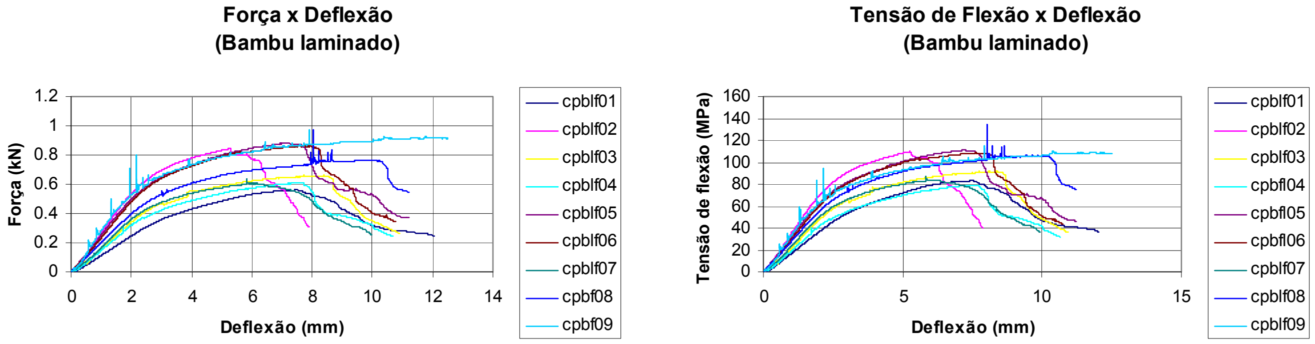


Figura B.30 – Carga x deflexão e tensão de flexão do CPBW14T.



ura B.31 – Carga x deflexão e tensão de flexão do BL.

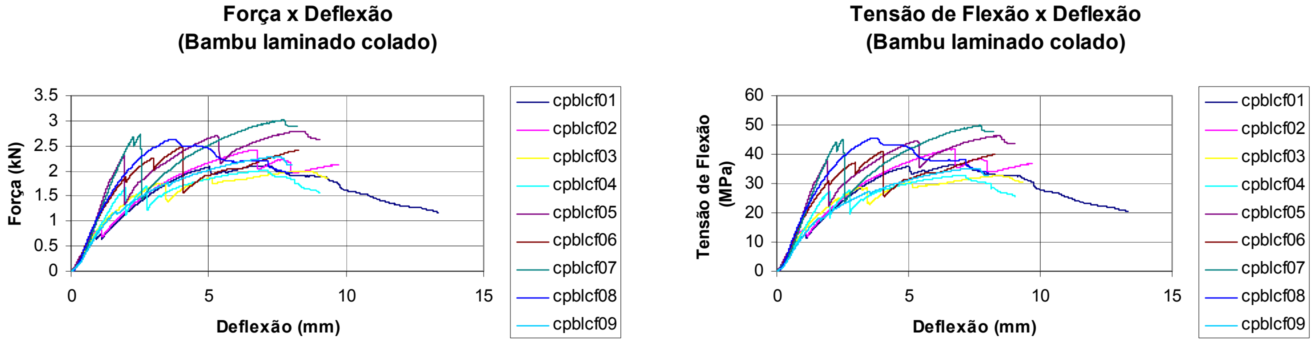


Figura B.32 – Carga x deflexão e tensão de flexão do BLC.

ANEXO C
DETERMINAÇÃO DA TENSÃO DE ADESÃO INTERFACIAL E COMPRIMENTO CRÍTICO

CPBS8T:

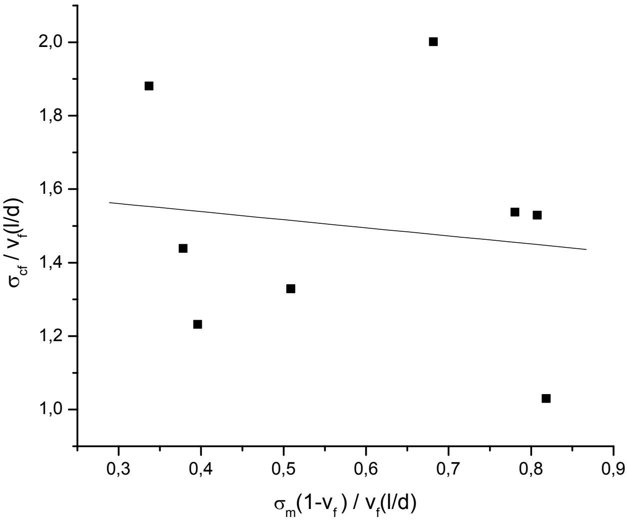


Figura C.1 – Determinação da equação do módulo de ruptura para o CPS8C.

Dessa maneira a equação 6.2 toma a seguinte forma:

$$\sigma_{cf} = -0,22006\sigma_m(1-V_f)+1,62689V_f(l/d) \tag{C.1}$$

Possibilitando assim o cálculo de τ e L_c:

$0,82\tau = 1,62689$ => $\tau = 1,98MPa$ e através da equação 6.1, L_c = 1,8 mm

CPS8C:

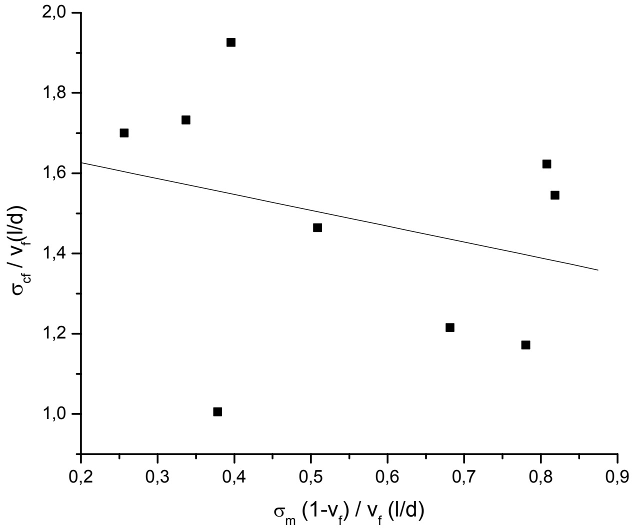


Figura C.2 – Determinação da equação do módulo de ruptura para o CPS8C.

Equação da reta:

$$\sigma_{cf} = -0{,}39588\sigma_m(1 - V_f) + 1{,}70536V_f(l/d) \tag{C.2}$$

Cálculo de τ e L_c:

$0{,}82\tau = 1{,}70536 \Rightarrow \tau = 2{,}08MPa$ e através da equação 6.1, L_c = 1,72 mm

CPS14T:

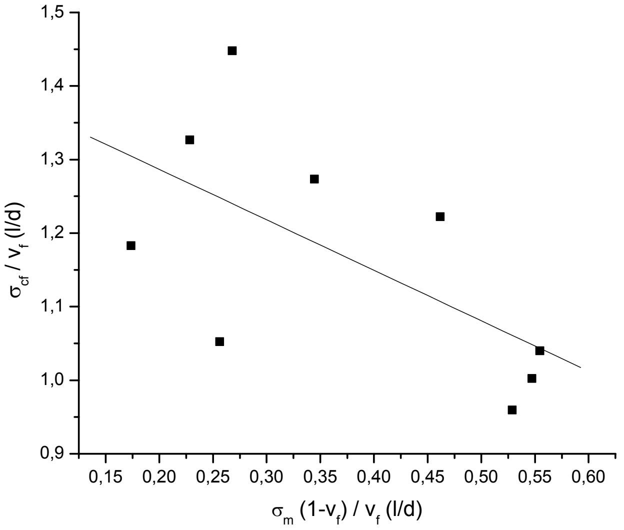


Figura C.3 – Determinação da equação do módulo de ruptura para o CPS14T.

Equação da reta:

$$\sigma_{cf} = -0{,}68582\sigma_m(1 - V_f) + 1{,}42376V_f(l/d) \qquad \text{(C.3)}$$

Cálculo de τ e L_c:

$0{,}82\tau = 1{,}42376 \Rightarrow \tau = 1{,}73MPa$ e através da equação 6.1, $L_c = 2{,}06$ mm

CPS14C:

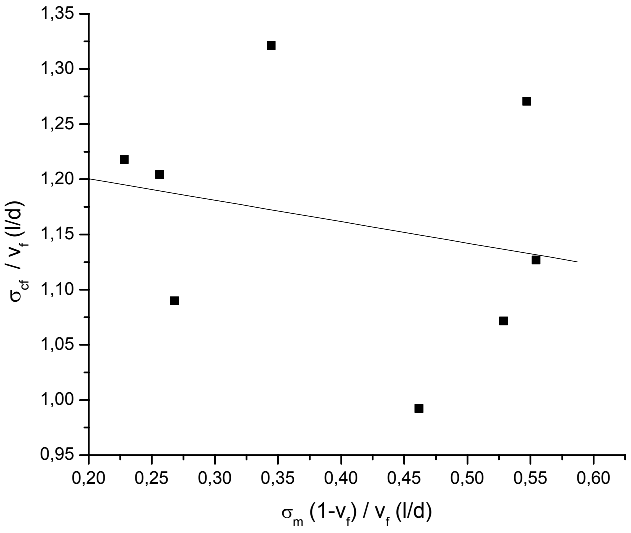


Figura C.4 – Determinação da equação do módulo de ruptura para o CPS14C.

Equação da reta:

$$\sigma_{cf} = -0{,}1943\sigma_m(1 - V_f) + 1{,}23931V_f(l/d) \qquad \text{(C.4)}$$

Cálculo de τ e L_c:

$0{,}82\tau = 1{,}23931 \Rightarrow \tau = 1{,}51MPa$ e através da equação 6.1, $L_c = 2{,}36$ mm

CPE8T:

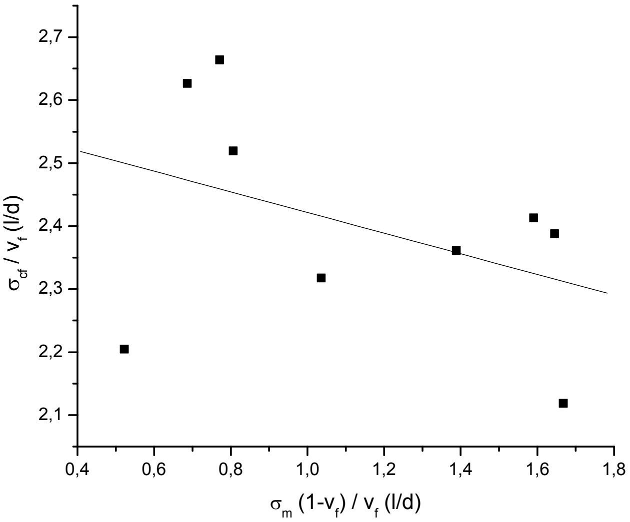


Figura C.5 – Determinação da equação do módulo de ruptura para o CPE8T.

Equação da reta:

$$\sigma_{cf} = -0{,}16387\sigma_m(1-V_f) + 2{,}5855V_f(l/d) \qquad \text{(C.5)}$$

Cálculo de τ e L_c:

$0{,}82\tau = 2{,}5855 \Rightarrow \tau = 3{,}15MPa$ e através da equação 6.1, $L_c = 1{,}27$ mm

CPE8C:

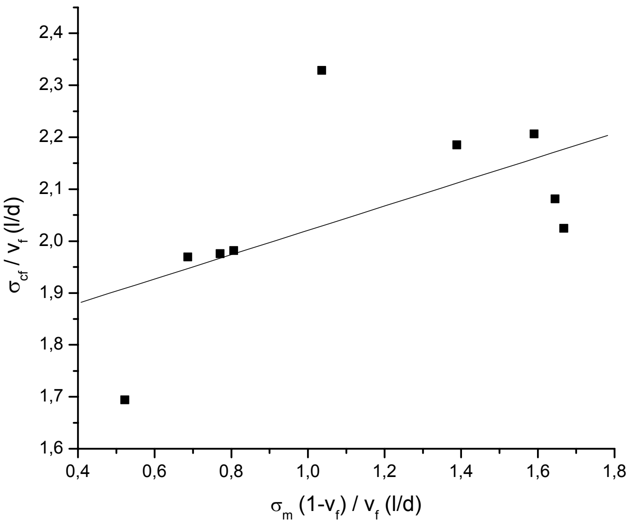


Figura C.6 – Determinação da equação do módulo de ruptura para o CPE8C.

Equação da reta:

$$\sigma_{cf} = 0{,}23402\sigma_m(1-V_f) + 1{,}78663V_f(l/d) \qquad \text{(C.6)}$$

Cálculo de τ e L_c:

$0{,}82\tau = 1{,}78663$ => $\tau = 2{,}17MPa$ e através da equação 6.1, L_c = 1,84 mm

CPE14T:

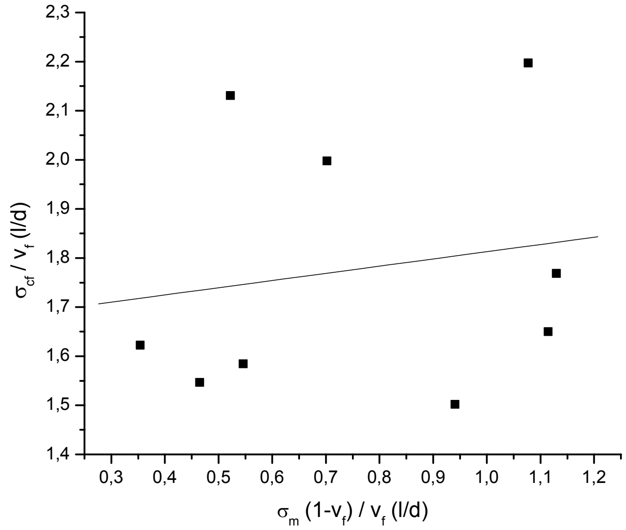


Figura C.7 – Determinação da equação do módulo de ruptura para o CPE14T.

Equação da reta:

$$\sigma_{cf} = 0{,}14662\sigma_m(1 - V_f) + 1{,}66612V_f(l/d) \qquad \text{(C.7)}$$

Cálculo de τ e L_c:

$0{,}82\tau = 1{,}66612$ => $\tau = 2{,}03MPa$ e através da equação 6.1, L_c = 1,97 mm.

CPE14C:

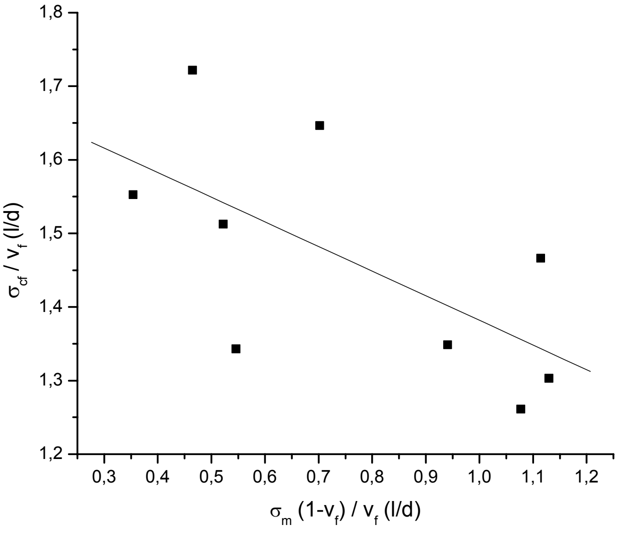


Figura C.8 – Determinação da equação do módulo de ruptura para o CPE14C.

Equação da reta:

$$\sigma_{cf} = -0{,}33469\sigma_m(1 - V_f) + 1{,}7165V_f(l/d) \qquad \text{(C.8)}$$

Cálculo de τ e L_c:

$0{,}82\tau = 1{,}7165$ => $\tau = 2{,}09MPa$ e através da equação 6.1, L_c = 1,91 mm.

CPFS:

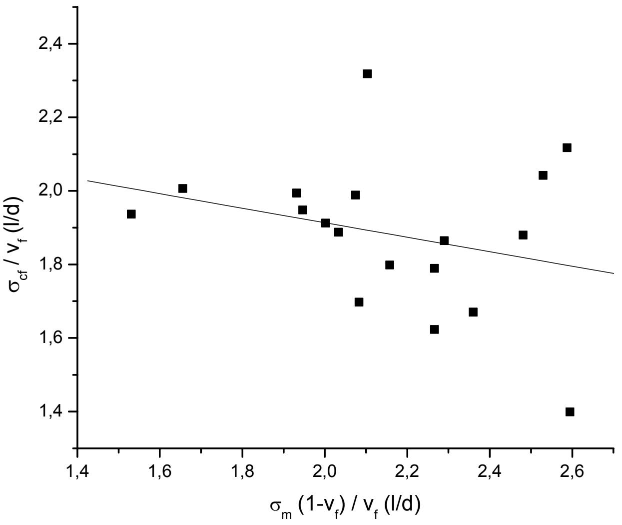


Figura C.9 – Determinação da equação do módulo de ruptura para o CPFS.

Equação da reta:

$$\sigma_{cf} = -0{,}19739\sigma_m(1 - V_f) + 2{,}30835V_f(l/d) \qquad \text{(C.9)}$$

Cálculo de τ e L_c:

$0{,}82\tau = 2{,}30835$ => $\tau = 2{,}85MPa$ e através da equação 6.1, L_c = 28 mm.

CPW:

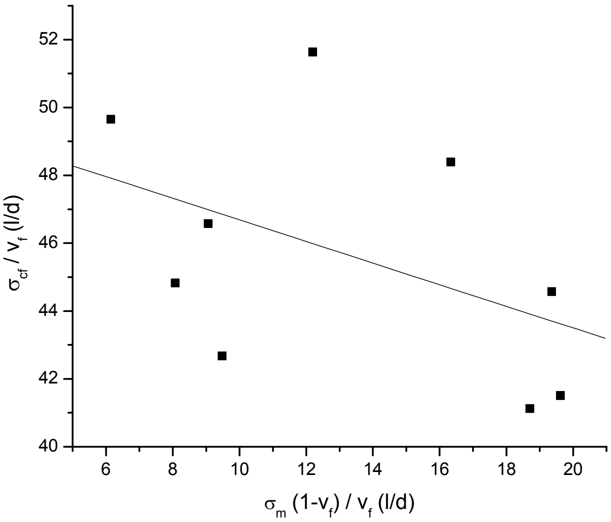


Figura C.10 – Determinação da equação do módulo de ruptura para o CPW.

Equação da reta:

$$\sigma_{cf} = -0{,}31861\sigma_m(1-V_f)+49{,}87328V_f(l/d) \qquad \text{(C.10)}$$

Cálculo de τ e L_c:

$0{,}82\tau = 49{,}87 \Rightarrow \tau = 60{,}81MPa$ e através da equação 6.1, L_c = 32,88 μm

utilizando l = 50 e d = 10 μm (valores médios) e resistência à tração de 400 MPa