

ABEF. **Manual de especificações de produtos e procedimentos ABEF**, Associação Brasileira de Empresas de Engenharia de Fundações e Geotécnica, 2ª edição, São Paulo, 2002. 282p.

AGERSCHOU, H.A. **Analysis of the Engineering News Pile Formula**. Journal of the S.M.D.F. ASCE – Oct. 1962. Vol. 88 – SM5 - p. 1-11.

ALONSO, U. R. **Previsão e Controle das Fundações**. Editora, Edgar Blucher Ltda., 1998, p. 108-130.

ALVES, A. M. L.; LOPES, F. R.; DANZIGER, B. R. **Métodos dinâmicos para previsão e controle do comportamento de estacas cravadas**. Teoria e Prática na Engenharia Civil, Porto Alegre, 2004, vol. 4, p. 12-21.

ALVES, A. M. L. **A influência da viscosidade do solo e do tempo após a cravação na interação dinâmica estaca-solo em argilas**. Tese de D.Sc., COPPE UFRJ, Rio de Janeiro, 2004. 145p.

AOKI, N. **Prática das Fundações no Brasil**. Relato Geral do Tema II In. VII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações. Olinda, Recife, 1982, p. 101-147.

AOKI, N. **A New Dynamic Load Test Concept**. In: XII ICSMFE, TC Pile Driving, Rio de Janeiro, 1989, v.1, p.1- 4.

AOKI, N.; ALONSO U. R. (1993). **Previsão e Comprovação da Carga Admissível de Estacas**. Revista do Instituto de Engenharia, num. 496, p. 17-26.

AOKI, N. **Determinação da Capacidade de Carga Última de Estaca Cravada em Ensaio de Carregamento Dinâmico de Energia Crescente**. Tese de Doutorado apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, 1997.

AOKI, N. e CINTRA, J.C.A. **Carga admissível e carga característica de fundações por estacas**. Revista Solos e Rochas, São Paulo, 1990, p. 137-142.

AOKI, N. and VELLOSO, D.A. **An approximate method to estimate the bearing capacity of piles**. Proceedings, 5th. Pan American CSMFE, Buenos Aires, 1975, vol.1, p. 367-376.

AOKI, N. **Carga Admissível de Estacas Através de Ensaio Dinâmicos**. Inc: SEMINARIO DE ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES ESPECIAIS, 2., 1991, São Paulo: ABEF:AMBS, Núcleo regional, 1991 v.2.

AOKI, N.; NIYAMA, S. **Correlação entre provas de carga Dinâmica e Estática**. In: SEFE II, 2º Seminário de Engenharia de Fundações, São Paulo, 19-21 novembro, vol.1, p.285-293.

ARAÚJO, M.G. **Avaliação de métodos de controle da cravação de estacas – aplicação a dois casos de obras**. Tese de M.Sc., COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro, 1988.

ASTM – D4945 - 00. **Standard Test Method for High-Strain Dynamic Testing of Piles**.

BERNARDES, G.P. **O método CAPWAP e sua aplicação no caso de Campo Experimental da EPUSP/ABEF**. In: SEFE II, 2º Seminário de Engenharia de Fundações Especiais, São Paulo, 19 – 21 Novembro, vol.1, p.31-39.

BERIGEN, F.L.; VAN HOOYDONK, W.R. and SCHAAP, L.H.J. **Dynamic pile testing, an aid in analyzing driving behavior, Proceedings**. Int. Seminar on the Application of Stress-Wave Theory to Piles, Stockholm, 1980, p. 77-97.

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos Solos e Suas Aplicações**. Livros Técnicos e Científicos. Editora, 1987, Vol. 2, p. 261-321.

CHELLIS, R. D. **Pile Foundation, 1961**. McGraw-Hill Book Company, p. 01-43 e 559-567.

COSTA NUNEZ, A.J. **Curso de Mecânica de Solos e Fundações**. 1 ed., Editora Globo, 1958, p. 267-280.

CUMMINGS, A.E. **Dynamics Pile Driving Formulas**. Journal of Boston Society of Civil Engineering, 1940, vol. XXVII.

CUMMINGS, A.E. (1940). **Proceedings of the Purdue Conference on Soil Mechanics and Its Applications**, p. 320-338.

DANZIGER, B.R. and FERREIRA, J.S. **Back-analysis of pile driving for quality assurance, Anais, 6ª International Conference on the Application of the Stress-Wave Theory to Piles**, São Paulo, Brazil, 2000, p. 657-663.

DAZINGER, B. R. **Medições Dinâmicas da Cravação de Estacas**. Dissertação de Doutorado na Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1991, 555p.

DE ROSA, R.L. **Proposição de modificação das fórmulas dinâmicas de cravação de Chellis e Uto et al. a partir de resultados do método de CASE 2000**. 197p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

DENVER, H.; SKOV, R. **Investigation of the Stress-Wave Method by Instrumented Piles**. Proc. of 3rd International Conf. Application of the Stress-Wave Theory on Piles -JSSMFE, 1988, p. 613-625.

ENGINEERING NEWS RECORDS. **Pile Driving Fórmula**, disponível em: <bestengineeringprojects.com/.../pile-driving-fórmula>.

ESTACAS EM PERFIS DE AÇOMINAS. **Coletânea Técnica do Uso do Aço**, 1981, Vol. IV, p. 45-50.

EUROCÓDIGO 7. Proyecto Geotécnico – parte 2: Proyecto asistido por ensayos de laboratório, Associação Espanhola de Normalização e Certificação, 2001.

EUROCODE 7. **Geotechnical Design** – Part 1: General rules, European Committee for Standardization, 2004.

FERREIRA, C.V. **Influência da inundação do solo no comportamento de estacas moldadas in loco, instrumentadas, em campo experimental de Bauru**. Tese de Doutorado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998, 160p.

FERREIRA, A.C. **Efeito do tempo de carregamento e a questão dos recalques de estacas em prova de carga**. Tese de M.Sc., COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro, 1985.

FLAATE, K. N. **An Investigation of the Validity of three Pile Driving Formulae in Cohesionless Material**. Norwegian Geotechnical Institute Public. n° 56, Oslo, 1964, p. 11- 22.

FOREHAND, P. W.; REESE, J. L. **Predictions of Pile Capacity by the Wave Equation**. Journal of the Soil Mechanics and Foundations Engineering Proc. of American Society of Civil Eng., março, 1964, p. 1-25.

GLANVILLE W.H.; GRIME G.; FOX E.N. and DAVIES W.W. **An investigation of the stresses in reinforced concrete piles during driving**. British Building Research, 1938, Technical Paper No. 20. London.

GOBLE, G.G.; RAUSCHE, F. and LIKINS Jr. G. **The analysis of Pile Driving – A State of the Art**. In: Intl. seminar on three Application of stress – wave Theory on Piles, Stockholm, 1980, p. 131-162, June.

GOBLE & ASSOCIATES, Inc. **Dynamic Pile Test for the Pile Installation at the PCR-2 Platform – Fortaleza, Brazil**. Relatório submetido ao IPT, Janeiro, 1982.

GOBLE, G.G.; LIKINS, G.E. **On the application of PDA dynamic pile testing**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE APPLICATION STRESSWAVE THEORY TO PILES, 1996, Orlando FL. Proceedings,..Orlando, FL, 1996, p. 263–273.

GOBLE G. G.; RAUSCHE F.; LIKINS G. **Manual do CAPWAPC**, 2006.

GOBLE, G. G.; RAUSCHE F.; LIKINS G. **Manual do PDA**, 1992.

GOMES, R. C.; LOPES, F. R. (1986). **Uma Avaliação de Controle da Cravação de Estacas**, p. 23-34.

GONÇALVES, SÉRGIO FERNANDES. **Estudo do comportamento à compressão de estacas metálicas curtas em solo sedimentar**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Maria, RS. 2008.

GONÇALVES, C.; ANDREO, C.S.; BERNARDES, G.P. **Ensaio de Carregamento Dinâmico**. Guarulhos São Paulo: Estacas Benaton, 1996, 269p.

GOTLIEB, I.D. **SEFE III - 3º Seminário de Engenharia de Fundações Especiais**, ABMS-Associação Brasileira de Mecânica dos Solos e ABEF -

Associação Brasileira de Engenharia de Fundações e Serviços Geotécnicos Especializados e Instituto de Engenharia de São Paulo, São Paulo - 25 a 27 de novembro de 1996.

GOTLIEB, M.; PENNA, A.S.D; ROMANO JR., R.; RODRIGUES, L.H.B. **Um método simples para a avaliação da tensão admissível no topo de estacas de Hélice Continua.** In: SEMINARIO DE ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES ESPECIAIS E GEOTECNIA – SEFE, 4, São Paulo. Anais. São Paulo, 2000: ABMS. v.1, p. 312-319.

HANNIGAN, P. J. **Large Quake Development During Driving of Low Displacement Piles.** Application of Stress-Wave on Piles. Second International Conference. Stockholm, 1984, p. 118-125.

HANNIGAN, P. J. **Dynamic Monitoring and Analysis of Pile Foundation Installations.** Deep Foundations Institute Short Course Text, First Edition, 1990, 69p.

HANNIGAN, P.J.; GOBLE, G. G.; Thendean, G.; Likins, G. E.; and Rausche, F. **Design and Construction of Driven Pile Foundations,** Workshop Manual. Vol. 2, Publication No. FHWA-HI-97-014, Federal Highway Administration, Washington, 1998, DC.

JANZ, J.W.; VAN HAMME; G.E.J.S.L.; GERRITSE, A. and BOMER, H. **Controlled pile driving above and under water with a hydraulic hammer.** Proceedings, Offshore Technology Conference, Dallas, 1976, paper 2477, p. 593-609.

JUMIKIS, A. R. (1971). **Foundations Engineering.** International Textbook Co., p. 598-609 e 680-681.

LIANG, R.Y.; ZHOU, J. **Probability method applied to dynamic pile-driving control.** Journal of the Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, New York, 1997, v. 123, n.2, p. 137-144.

MATSUO, M.; SUGAI, M.; NAKATA, S.; KOSEKI, T. **A method of evaluation of the bearing capacity of steel pipe by dynamic displacement wave of pile tops.** In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOIL MECHANICS AND FOUNDATION ENGINEERING, 12., 1989, Rio de Janeiro. Proceedings... Rotterdam; Brookfield Vt.: A.A. Balkema, 1989. V.1, p. 13-16.

MEHTA, K.P.; MONTEIRO, P.J.M. **Concreto: Microestrutura, propriedades e materiais.** 3. ed. São Paulo: Pini, 2008. 674p.

MIDDENDORP, P. **Thirty years of experience with stress wave simulation applications based on method of characteristics (TNOWAVE).** In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE APPLICATION OF STRESS-WAVE THEORY TO PILES, 7., 2004, Kuala Lumpur, Malaysia. Proceedings... Lumpur, Malaysia, 2004. Disponível em: <http://www.profundusa.com/information/downloads/SW2004_paper_Middendorp.pdf>.

NAKAO, R. **Aplicação da Equação da Onda na Análise do Comportamento de Estacas Cravadas.** Dissertação de Mestrado na Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1981.

NBR 13208, **Estacas – Ensaio de carregamento dinâmico**, Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 1994.

NBR 6122, **Projeto e execução de fundações**, Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 1996.

NIYAMA, S. **Provas de carga dinâmica em Estacas**. In: SEFE II, 2º Seminário Engenharia de Fundações Especiais, São Paulo, 19-21 novembro, 1991, vol.2, p.229-268.

NIYAMA, S. **Medições dinâmicas na cravação de estacas**, Tese de M.Sc., EP-USP, São Paulo, 1983.

NIYAMA, S.; AOKI, N. e CHAMECKI, P.R. **Verificação de desempenho. Fundações**: teoria e prática, Editora PINI, ABMS/ABE, 1988, pp. 723-751.

OLSON, R.E. and FLAATE, K.S. **Pile Driving Formulas for Friction Piles in Sand**. Journal of the S.M.D.F. ASCE, Vol. 93 – SM6, Nov. 1967, p. 279-296.

PAIKOWSKY, S.G.; REGAN, J.E.; McDONELL, J.J. **A simplified field method for capacity evaluation of driven piles**. Washington, DC. Federal Highway Administration, 1994, 291p (Publication n. FHWA-RD-94-042).

PDI Engenharia. **Ensaio de Carregamento Dinâmico e Monitoração de Cravação de Estacas**. Workshop, São Paulo, março, 2014.

POULOS, H.G. and DAVIS, E. H. **Pile foundation analysis and design**. John Wiley, New York, 1980, p.52-70.

RAUSCHE, F.; GOBLE, G.G. and LIKINS, G.E. **Dynamic determination of pile capacity**. JGED, ASCE, 1985, vol. 111, nº 3, pp. 367-383.

RAUSCHE, F.; GOBLE, G.G.; LIKINS, G.E. **Recent WEAP Developments**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE APPLICATION OF STRESS – WAVE THEORY TO PILES, 3., Ottawa, Canada, 1988. p. 164-173.

RAUSCHE, F.; ROBINSON, B.; LIANG, L. **Automatic Signal Matching with CAPWAP**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE APPLICATION OF STRESS – WAVE THEORY TO PILES, 6., 2000, São Paulo, Brazil. Proceedings... Rotterdam: Balkema, 2000. p. 53-58.

SANTOS, T.R.S. **Atrito lateral e resistência de base em tubulões a céu aberto em solos colapsíveis**. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, 2000. EESC-USP/São Carlos. 161p.

SKOV, R.; DENVER, H. **Investigations of the Stress-Wave Method by Instrumented Piles**. Third International Conference on Applications of Stress-Wave Theory to Piles. Ottawa, Canada, 1988, p.613-625.

SMITH, E. A. L. **Pile Driving Analysis by the Wave Equation**. Journal of the Soil Mechanics and Foundation Division. Proc. of American Society Civil Engineering (ASCE), Agosto, 1960, p. 35-61.

SORENSEN, T. and HANSEN, B. **Pile driving formulae – An investigation based on dimensional considerations and a statistical analysis**. Proceedings, 4th ICSMFE, London, 1957, vol. 2, p. 61-65.

SOUZA FILHO, J. M. e ABREU, P. S. B. **Procedimentos para controle de cravação de estacas pré-moldadas de concreto**. 6º CBGE/IX COBRAMSEF, Salvador, 1990, vol. 2, p. 309-320.

THE INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. **Determination of ultimate bearing capacity**. Institution of civil Engineers. Street, Westminster, SW1, London, 1954.

TIMOSHENKO, S. P., (1958). **Tradução Resistência dos Materiais**, Ed. Ao Livro Técnico Ltda, p. 23-30.

TIMOSHENKO, S. P., and GOODIER, J. N. **Theory of Elasticity**. Mc Graw – Hill. Inc., 3ra. Ed., 1970.

UTO, K.; FUYUKI, M.; SAKURAI, M.; HASHIZUME, T.; OSHIMA, J.; SAKAY, Y.; WATANABE, M.; WATANABE, T.; SATO, S.; NAITO, S.; KUMAMOTO, K. and EYA, S. **Dynamic bearing capacity, wave theory pile driving control**. Proceedings, Int. Symposium on Penetrability and Drivability of Piles, San Francisco, 1985, vol. 1, p. 201-204.

UTO, K.; FUYUKI, M.; SAKURAI, M. **An Equation for the Dynamic Bearing Capacity of a Pile Base on Wave Theory**. Proc. of the International on Penetrability and Drivability of Piles, San Francisco, 1985b, vol. 2, p. 95-100.

VARGAS, M. **Introdução à Mecânica dos Solos**. São Paulo, Editora McGraw-Hill do Brasil Ltda, Editora da USP., 1977, 509p.

VARGAS, M. **Provas de Carga em Estacas - Uma Apreciação Histórica**. Revista Brasileira de Geotecnia, São Paulo-SP, 1990, v.13, p.3-12.

VELLOSO, P. P. C. **Fundações - Aspectos Geotécnicos**. Public. Depto. Engenharia Civil da PUC - Rio de Janeiro, 1987, vol. 2/3 - Notas de Aula NA 01/82, 5ª edição, setembro.

VELLOSO, D.A.; LOPES, F.R. **Fundações**. Vol. 2, Editora COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro, 2002.

WHITAKER, T. **The Design of Piles Foundation**. 2ª edição. Pergamon Internacional Library, 1976, p.26 a 43.

WHITAKER, T. and COOKE, R.W. **A new approach to pile testing**. Proceedings, 5 th. ICSMFE, Paris, 1961, vol. 2, pp. 171-176.

WISCONSIN DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. **Comparison of five methods for determining Pile Bearing Capacities**. Project No. 0092-07-04, 2004. University of Illinois at Urbana/Champaign, United States, 2009.

WONG, M. K. **A study of capacity predictions for driven piles by dynamic pile testing**. 276 p. Ph.D. Thesis, the University of Hong Kong, Hong Kong, 2006.

YU Wah, YU. **Pile Driving analysis via Dynamic Loading**. 173p. Dissertation (Mestrado), University of Southern Queensland, Estados Unidos, 2009.

ANEXO 01

Tabela 1.1 – Valores de eficiência do martelo Braja M. Das (1995)

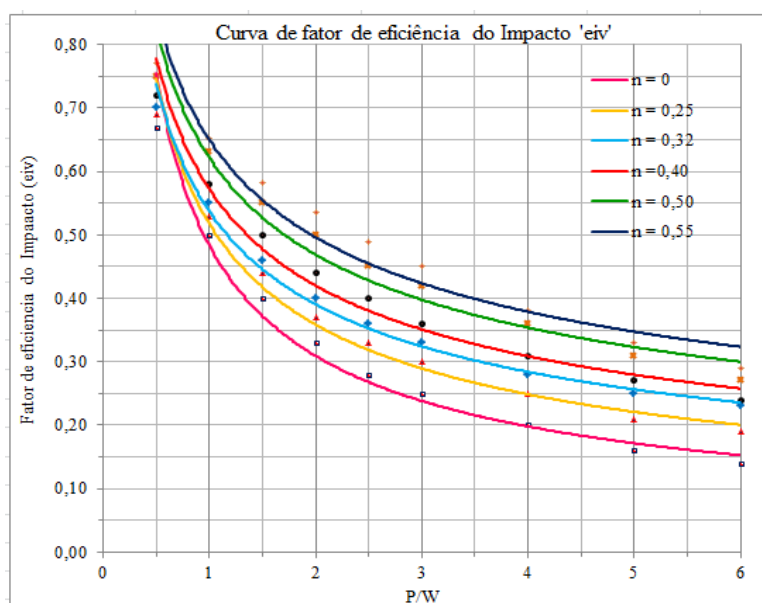
Tipo do martelo	Valor de (ef)
Martelos simples e dobre ação	0,75 – 0,80
Martelo diesel	0,80 – 0,90
Martelo de queda livre	0,70 – 0,90

Fonte: Engineering News Record, THE INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS, bestengineeringprojects.com/..pile-driving-formula.

Tabela 1.2 - Valores de coeficiente de restituição 'n' entre o martelo e o capacete da estaca Braja M. Das, (1995).

Tipo de material da estaca	Coeficiente de restituição 'n'
Martelo com molde metálico e estacas de concreto (sem capacete)	0,40 – 0,55
Coxim de madeira sobre estacas metálicas	0,30 – 0,40
Estacas de madeira em boas condições	0,25-0,30

Figura 1.1 – Curva de eficiência do impacto 'e_{iv}'.



ANEXO 02

Previsão da resistência pelas fórmulas dinâmicas usando módulo de elasticidade dinâmico do concreto e, parâmetros básicos (peso do martelo, peso da estaca, altura de queda, etc.).

Tabela (2.1) – Previsão da resistência mobilizada para valores iniciais. Para Hiley

' $e_f = 0,80$ '; ' $n = 0,55$ '; ' $C_3 = 0,25$ ' e ' $C_1 = 0,30$ ', Obtidos da tabela de Chellis, (1961).

Estacas escavadas in situ

Tipo de Estacas	CAPWAP (Tnf)	CASE (Tnf)	Hiley (Tnf)	Weisbach (Tnf)	Janbu (Tnf)	Dinamarqueses (Tnf)	Holandases (Tnf)	Brix (Tnf)	Gates (Tnf)	ENR (Tnf)	Chellis (Tnf)
P17D-I	551,61	555,90	283,07	457,25	312,31	402,11	137,41	156,81	543,29	56,34	1,51
P17D-G	529,65	533,90	466,50	678,14	534,82	737,59	5.470,09	6.264,88	1.109,76	83,99	649,16
P24D-B	215,35	228,30	315,01	441,80	357,38	480,53	3.948,18	3.999,33	877,34	52,49	605,78
P25D-A	519,48	515,70	365,46	564,30	417,46	563,72	438,36	533,58	732,58	70,71	378,83
P26D-B	201,40	211,70	277,41	388,29	291,64	370,45	233,15	239,80	593,10	58,39	73,85
B59	2.182,18	-	243,27	624,61	359,77	679,36	760,86	1.328,75	759,80	39,37	1.629,79
C53	1.898,39	-	383,30	907,68	550,68	987,24	1.429,99	2.433,97	961,08	62,99	1.382,41
E1 TR-H32A(54)"	95,45	97,50	94,78	158,01	117,85	162,36	180,11	225,06	381,69	15,44	142,55
E3 CT-TR-H32Ap	44,46	39,60	85,57	145,56	99,13	134,47	49,56	64,03	320,31	17,03	342,00
E4A CT-TR-H32A	172,60	174,60	83,38	125,56	93,81	120,21	74,85	79,67	314,22	14,87	33,99
E4A CT-TR-H32A	136,76	136,90	83,30	128,81	105,20	140,10	836,60	798,33	392,36	10,50	33,75
E01	120,02	120,02	46,62	82,37	54,55	82,14	40,35	60,35	276,89	10,10	105,26
E10	169,58	169,58	34,69	65,32	43,88	67,14	48,84	73,83	246,38	6,44	-

Estacas cravadas de concreto armado

Tipo de Estacas	CAPWAP (Tnf)	CASE (Tnf)	Hiley (Tnf)	Weisbach (Tnf)	Janbu (Tnf)	Dinamarqueses (Tnf)	Holandases (Tnf)	Brix (Tnf)	Gates (Tnf)	ENR (Tnf)	Chellis (Tnf)
E10	192,71	191,60	109,26	128,99	104,12	134,74	304,58	277,84	518,01	35,35	245,58
E53	281,29	274,20	127,49	147,42	120,98	160,34	3.772,13	3.478,84	820,68	45,93	210,99
E64	250,24	251,60	110,88	130,05	106,51	141,44	2.980,99	2.788,30	734,04	36,75	223,05
E70	167,27	150,50	111,86	130,72	107,29	142,17	3.022,36	2.782,34	734,04	36,75	171,89
E84	291,46	267,30	121,60	142,23	114,71	149,27	373,76	348,39	579,16	44,19	199,91
E101	212,57	199,20	125,30	153,63	127,54	152,40	216,34	98,38	366,29	17,68	287,31
E123	172,18	172,80	167,84	195,25	143,20	162,30	79,01	33,17	375,05	36,01	105,32
E130	153,36	152,40	179,26	206,68	178,71	224,80	3.295,96	1.418,89	635,70	27,56	426,17

Estacas cravadas metálicas

Tipo de Estacas	CAPWAP (Tnf)	CASE (Tnf)	Hiley (Tnf)	Weisbach (Tnf)	Janbu (Tnf)	Dinamarqueses (Tnf)	Holandases (Tnf)	Brix (Tnf)	Gates (Tnf)	ENR (Tnf)	Chellis (Tnf)
112A TR68	142,08		86,20	97,48	83,42	106,03	1.877,78	1.043,21	500,16	17,06	217,66
113A TR68	137,06		87,39	98,86	84,66	107,53	1.888,27	1.033,80	500,16	17,06	
120A TR68	132,27		90,02	101,81	87,35	110,74	1.915,01	1.009,04	500,16	17,06	
121A TR68	108,75		78,35	90,38	77,51	98,31	1.527,68	811,31	447,36	13,65	
126A TR68	120,87		86,79	98,16	84,04	106,77	1.883,01	1.038,54	500,16	17,06	
127A TR68	149,96		86,61	98,16	83,98	106,77	1.872,58	1.047,81	500,16	17,06	
132A TR57 Duplo	168,41		127,90	150,30	126,47	163,47	2.650,98	1.923,26	632,66	27,30	
134A TR57 Duplo	212,35		114,22	137,09	116,00	149,11	2.069,39	1.393,67	547,90	20,47	

Tabela (2.2) – Previsão da resistência mobilizada com revisão dos coeficientes, para Hiley: Coeficientes encontrados por sensibilidade para estacas escavadas, cravadas de concreto e metálicas: 'e_f=0,90'; 'n=0,55'; 'C₁=0,30'; 'C₃=0,10'.

Hiley pelo solver para estacas escavadas: coeficientes médios:

'e_f=0,85'; 'n=0,47'; 'C₁=0,39'; 'C₃=0,1'.

Hiley pelo 'solver' para estacas cravadas de concreto: coeficientes médios:

'e_f=0,90'; 'n=0,51'; 'C₁=0,31'; 'C₃=0,13'.

Hiley pelo 'solver' para estacas metálicas:

'e_f=0,90'; 'n=0,55'; 'C₁=0,10'; 'C₃=0,10'.

Estacas escavadas in situ							
Tipo de Estacas	CAPWAP Tnf	CASE (Tnf)	Hiley (Tnf)	Weisbach (Tnf)	Janbu (Tnf)	Dinamarqueses (Tnf)	Hiley pelo 'Solver'
P17D-I	551,61	555,90	331,97	365,98	210,72	440,07	331,97
P17D-G	529,65	533,90	537,98	567,37	404,29	788,51	529,64
P24D-B	215,35	228,30	363,41	369,64	270,16	513,71	215,35
P25D-A	519,48	515,70	424,26	465,71	303,90	608,29	424,26
P26D-B	201,40	211,70	317,56	317,50	207,60	401,75	201,40
B59	2.182,18	-	309,65	522,58	271,96	726,27	309,65
C53	1.898,39	-	480,26	759,42	416,28	1.055,41	480,26
E1 TR-H32A(54)"	95,45	97,50	112,38	131,05	86,95	174,66	95,45
E3 CT-TR-H32Ap	44,46	39,60	100,71	118,13	68,94	146,35	52,45
E4A CT-TR-H32A	172,60	174,60	97,22	102,75	66,88	130,32	97,22
E4A CT-TR-H32A	136,76	136,90	99,36	107,77	79,52	149,78	99,36
E01	120,02	120,02	54,65	67,96	39,52	88,65	54,65
E10	169,58	169,58	41,47	54,18	32,30	72,23	41,47
Estacas cravadas de concreto armado							
Tipo de Estacas	CAPWAP Tnf	CASE (Tnf)	Hiley (Tnf)	Weisbach (Tnf)	Janbu (Tnf)	Dinamarqueses (Tnf)	Hiley pelo 'Solver'
E10	192,71	191,60	120,40	122,16	118,74	144,69	120,40
E53	281,29	274,20	139,62	139,86	137,17	171,42	139,62
E64	250,24	251,60	121,84	123,37	120,77	151,21	121,84
E70	167,27	150,50	122,92	124,01	121,66	151,99	122,92
E84	291,46	267,30	133,41	134,74	130,73	160,21	133,41
E101	212,57	199,20	144,36	145,14	146,60	164,57	144,36
E123	172,18	172,80	190,68	181,86	171,92	178,86	172,18
E130	153,36	152,40	203,11	196,07	202,64	240,32	153,36
Estacas cravadas metálicas							
Tipo de Estacas	CAPWAP Tnf	CASE (Tnf)	Hiley (Tnf)	Weisbach (Tnf)	Janbu (Tnf)	Dinamarqueses (Tnf)	Hiley pelo 'Solver'
112A TR68	142,08		96,30	92,48	94,59	113,35	101,95
113A TR68	137,06		97,70	93,79	96,00	114,95	103,50
120A TR68	132,27		100,77	96,59	99,04	118,39	106,91
121A TR68	108,75		88,22	85,75	87,89	105,09	94,20
126A TR68	120,87		96,99	93,13	95,29	114,14	102,72
127A TR68	149,96		96,80	93,13	95,22	114,14	102,53
132A TR57 Duplo	168,41		142,90	142,58	143,40	174,76	151,29
134A TR57 Duplo	212,35		128,93	130,06	131,53	159,41	138,06

Tabela (2.3) – Método do fator de Ponderação, para avaliar as melhores fórmulas.

$$C = \sum W_i \times P_i$$

C : Avaliação geral

W : Peso do fator 'i'

P : pontuação do fator 'i' (1 a 0,50)

Tipo de Estaca	Parâmetro estatístico	peso relativo (W _i) %	Previsão da Resistência Mobilizada pelas fórmulas dinâmicas considerando módulo dinâmico					
			Com valores iniciais	Revisão de coeficientes		Pontuação do fator 'i'		
				Hiley	Hiley "pelo solver"	Hiley	Hiley	Hiley "pelo solver"
Estacas escavadas	coeficiente angular	10	2,2008	2,0861	2,4316	0,50	1,00	
	Intercepto "Y"	10	58,28	1,04	-22,71		1,00	0,50
	R ²	40	0,2167	0,2716	0,3643		0,50	1,00
	média da relação	15	0,76	0,89	0,69	0,50	1,00	
	Media Difer.percentual	15	-24,20	-11,34	-30,90	0,50	1,00	
	coef. de variação	10	0,73	0,72	0,50			1,00
	pontuação total					0,20	0,70	0,55
Estacas cravadas de concreto armado	coeficiente angular	10	-9,949	-0,830	-0,939			
	Intercepto "Y"	10	340,10	337,19	345,26		0,50	1,00
	R ²	40	0,2290	0,250	0,101	0,50	1,00	
	média da relação	15	0,66	0,74	0,68		1,00	0,50
	Media Difer.percentual	15	-33,97	-26,11	-31,50		1,00	0,50
	coef. de variação	10	0,41	0,43	0,32	0,50		1,00
	pontuação total					0,25	0,75	0,35
Estacas cravadas de metal	coeficiente angular	10	1,470	1,322	1,254		0,50	1,00
	Intercepto "Y"	10	7,30	6,20	5,20		0,50	1,00
	R ²	40	0,6061	0,620	0,634		0,50	1,00
	média da relação	15	0,65	0,73	0,78		0,50	1,00
	Media Difer.percentual	15	-34,52	-26,66	-22,14		0,50	1,00
	coef. de variação	10	0,12	0,12	0,12	1,00	1,00	1,00
	pontuação total					0,10	0,55	1,00

Tabela (2.4) - Previsão da Resistência mobilizada pela fórmula de Hiley, usando a ferramenta 'solver'.

Estacas escavadas: equação de melhor ajuste encontrada: $y=2,43x-22,71$; $r^2=0,3643$

Tipo de Estacas	Comprimento cravado 'Lc' cm	Altura de queda 'H' cm	Peso do martelo 'W' kg	Peso da estaca 'P' kg	Modulo de elasticidade 'Kg/cm²'	Energia ef.eiv.W.H (kgf.cm)	Nega 'S' cm	Area da estaca 'A' cm²	eiv	C3' cm	C1' cm	ef	n	CAPWAP 'Tnf	Hiley sem(FC)	Hiley 'Tnf	Ero Normalizado
P17D-I	1150	120,00	8.000,00	10.630,00	350000	520143	0,30	3.848,45	0,60	0,10	0,30	0,90	0,55	551,61	663,93	331,97	0,66
P17D-G	1160	160,00	8.000,00	10.720,00	366033	675788	0,00	3.848,45	0,59	0,10	0,30	0,90	0,53	529,65	1.059,27	529,64	0,00
P24D-B	1200	100,00	8.000,00	8.210,00	350000	294156	0,00	2.827,43	0,53	0,15	0,70	0,70	0,25	215,35	430,70	215,35	0,00
P25D-A	1340	140,00	8.000,00	12.440,00	385045	580098	0,10	3.848,45	0,58	0,10	0,30	0,90	0,55	519,48	848,52	424,26	0,22
P26D-B	1240	120,00	8.000,00	8.470,00	294800	357337	0,20	2.827,43	0,52	0,14	0,64	0,72	0,25	201,40	402,80	201,40	0,00
B59	1894	50,00	12.000,00	82.630,00	400000	211113	0,00	10.406,37	0,39	0,10	0,30	0,90	0,55	2.182,18	619,29	309,65	6,05
C53	1435	80,00	12.000,00	68.560,00	400000	351128	0,00	10.406,37	0,41	0,10	0,30	0,90	0,55	1.898,39	960,51	480,26	2,95
E1 'TR-H32A(54)''	1030	120,00	2.000,00	3.330,00	300000	98291	0,05	1.320,25	0,52	0,10	0,33	0,78	0,49	95,45	190,90	95,45	0,00
E3 CT-TR-H32Ap/TR-H29	1130	140,00	2.000,00	3.650,00	300000	77294	0,20	1.320,25	0,39	0,10	0,67	0,70	0,25	44,46	104,90	52,45	0,15
E4A CT-TR-H32Ap/TR-H32A	1420	60,00	4.000,00	4.550,00	300000	135824	0,15	1.320,25	0,63	0,10	0,30	0,90	0,55	172,60	194,44	97,22	0,78
E4A CT-TR-H32Ap/TR-H29	1130	40,00	4.000,00	3.650,00	300000	96078	0,00	1.320,25	0,67	0,10	0,30	0,90	0,55	136,76	198,72	99,36	0,38
E01	2000	80,00	2.000,00	5.930,00	290000	68892	0,10	1.141,18	0,48	0,10	0,30	0,90	0,55	120,02	109,30	54,65	1,20
E10	2100	50,00	2.000,00	6.190,00	290000	42555	0,05	1.141,18	0,47	0,10	0,30	0,90	0,55	169,58	82,93	41,47	3,09
									média	0,11	0,39	0,85	0,47			Ero Normalizado	15,48

Estacas cravadas de concreto: equação de melhor ajuste encontrada: $y=-0,94x+345,26$

$r^2=0,1005$

Tipo de Estacas	Comprimento cravado 'Lc' cm	Altura de queda 'H' cm	Peso do martelo 'W' kg	Peso da estaca 'P' kg	Modulo de elasticidade 'Kg/cm²'	Energia ef.eiv.W.H (kgf.cm)	Nega 'S' cm	Area da estaca 'A' cm²	eiv	C3' cm	C1' cm	ef	n	CAPWAP 'Tnf	Hiley 'Tnf	Hiley 'Tnf	Ero normalizado
E10	2800	80,00	7.000,00	5.870,00	350000	343663	0,10	854,51	0,68	0,10	0,30	0,90	0,55	192,71	240,80	120,40	0,60
E53	2850	100,00	7.000,00	5.990,00	350000	427371	0,00	854,51	0,68	0,10	0,30	0,90	0,55	281,29	279,24	139,62	1,01
E64	2930	80,00	7.000,00	6.150,00	350000	339592	0,00	854,51	0,67	0,10	0,30	0,90	0,55	250,24	243,68	121,84	1,05
E70	2900	80,00	7.000,00	5.970,00	350000	342189	0,00	854,51	0,68	0,10	0,30	0,90	0,55	167,27	245,84	122,92	0,36
E84	2900	100,00	7.000,00	6.110,00	350000	425203	0,10	854,51	0,67	0,10	0,30	0,90	0,55	291,46	266,82	133,41	1,18
E101	900	40,00	7.000,00	2.060,00	350000	212035	0,10	854,51	0,84	0,10	0,30	0,90	0,55	212,57	288,72	144,36	0,47
E123	800	100,00	7.000,00	1.860,00	350000	505793	0,70	854,51	0,80	0,28	0,34	0,90	0,25	172,18	344,36	172,18	0,00
E130	870	60,00	7.000,00	1.920,00	350000	285695	0,00	854,51	0,80	0,39	0,58	0,85	0,28	153,36	306,72	153,36	0,00

Média = 0,13 0,31 0,90 0,51 Erro Normalizado = 4,69

Estacas metálicas: equação de melhor ajuste encontrada: $y=1,254x+5,16$; $r^2=0,6342$

Tipo de Estacas	Comprimento cravado 'Lc' cm	Altura de queda 'H' cm	Peso do martelo 'W' kg	Peso da estaca 'P' kg	Modulo de elasticidade 'Kg/cm²'	Energia ef.eiv.W.H (kgf.cm)	Nega 'S' cm	Area da estaca 'A' cm²	eiv	C3' cm	C1' cm	ef	n	CAPWAP 'Tnf	Hiley 'Tnf	Hiley 'Tnf	Ero Normalizado
112A TR68	1440	100,00	2.600,00	1.000,00	2068427	188663	0,00	86,00	0,81	0,10	0,10	0,90	0,55	142,08	203,90	101,95	0,39
113A TR68	1400	100,00	2.600,00	980,00	2068427	189321	0,00	86,00	0,81	0,10	0,10	0,90	0,55	137,06	207,00	103,50	0,32
120A TR68	1320	100,00	2.600,00	930,00	2068427	191000	0,00	86,00	0,82	0,10	0,10	0,90	0,55	132,27	213,81	106,91	0,24
121A TR68	1340	80,00	2.600,00	940,00	2068427	152528	0,00	86,00	0,81	0,10	0,10	0,90	0,55	108,75	188,40	94,20	0,15
126A TR68	1420	100,00	2.600,00	990,00	2068427	188991	0,00	86,00	0,81	0,10	0,10	0,90	0,55	120,87	205,43	102,72	0,18
127A TR68	1420	100,00	2.600,00	1.010,00	2068427	188336	0,00	86,00	0,80	0,10	0,10	0,90	0,55	149,96	205,06	102,53	0,46
132A TR57 Duplo	1420	160,00	2.600,00	1.480,00	2068427	279671	0,00	126,00	0,75	0,10	0,10	0,90	0,55	168,41	302,58	151,29	0,11
134A TR57 Duplo	1280	120,00	2.600,00	1.320,00	2068427	214848	0,00	126,00	0,77	0,10	0,10	0,90	0,55	212,35	276,13	138,06	0,54

resultados = 0,10 0,10 0,90 0,55 Erro = 2,40

Exemplo de cálculo dos coeficientes pela ferramenta 'solver' quando o coeficiente de restituição 'n = 1' e eficiência do martelo 'e_f = 1', para estacas metálicas. ($y=1,24x-16,71$); $r^2=0,78$.

Tipo de Estacas	Comprimento cravado 'Lc' cm	Altura de queda 'H' cm	Peso do martelo 'W' kg	Peso da estaca 'P' kg	Modulo de elasticidade 'Kg/cm²'	Energia ef.eiv.W.H (kgf.cm)	Nega 'S' cm	Area da estaca 'A' cm²	eiv	C3' cm	C1' cm	ef	n	CAPWAP 'Tnf	Hiley 'Tnf	Hiley 'Tnf	Ero Normalizado
112A TR68	1440	100,00	2.600,00	1.000,00	2068427	260000	0,00	86,00	1,00	0,10	0,10	1,00	1,00	142,08	241,40	120,70	0,18
113A TR68	1400	100,00	2.600,00	980,00	2068427	260000	0,00	86,00	1,00	0,10	0,10	1,00	1,00	137,06	244,65	122,33	0,12
120A TR68	1320	100,00	2.600,00	930,00	2068427	260000	0,00	86,00	1,00	0,10	0,10	1,00	1,00	132,27	251,59	125,79	0,05
121A TR68	1340	80,00	2.600,00	940,00	2068427	199928	0,00	86,00	0,97	0,10	0,10	0,99	0,94	108,75	217,50	108,75	0,00
126A TR68	1420	100,00	2.600,00	990,00	2068427	257421	0,00	86,00	0,99	0,10	0,10	1,00	0,98	120,87	241,74	120,87	0,00
127A TR68	1420	100,00	2.600,00	1.010,00	2068427	260000	0,00	86,00	1,00	0,10	0,10	1,00	1,00	149,96	243,01	121,50	0,23
132A TR57 Duplo	1420	160,00	2.600,00	1.480,00	2068427	342746	0,00	126,00	0,96	0,10	0,10	0,86	0,94	168,41	336,82	168,41	0,00
134A TR57 Duplo	1280	120,00	2.600,00	1.320,00	2068427	312000	0,00	126,00	1,00	0,10	0,10	1,00	1,00	212,35	336,67	168,33	0,26
															Erro =		0,84

Gráfico 2.1 – Relação (u = fórmula dinâmica / CAPWAP) e média ($\hat{u}$), para cada tipo de estacas, com valores iniciais.

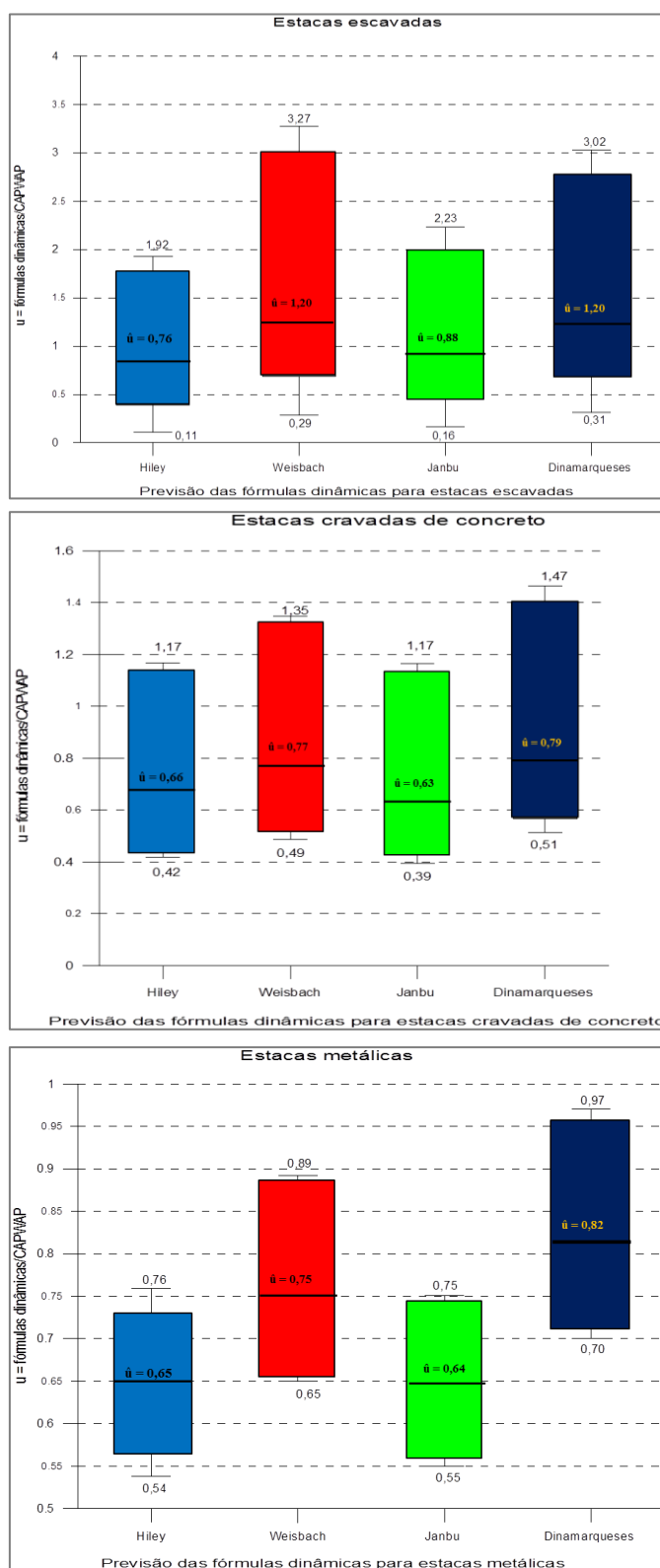
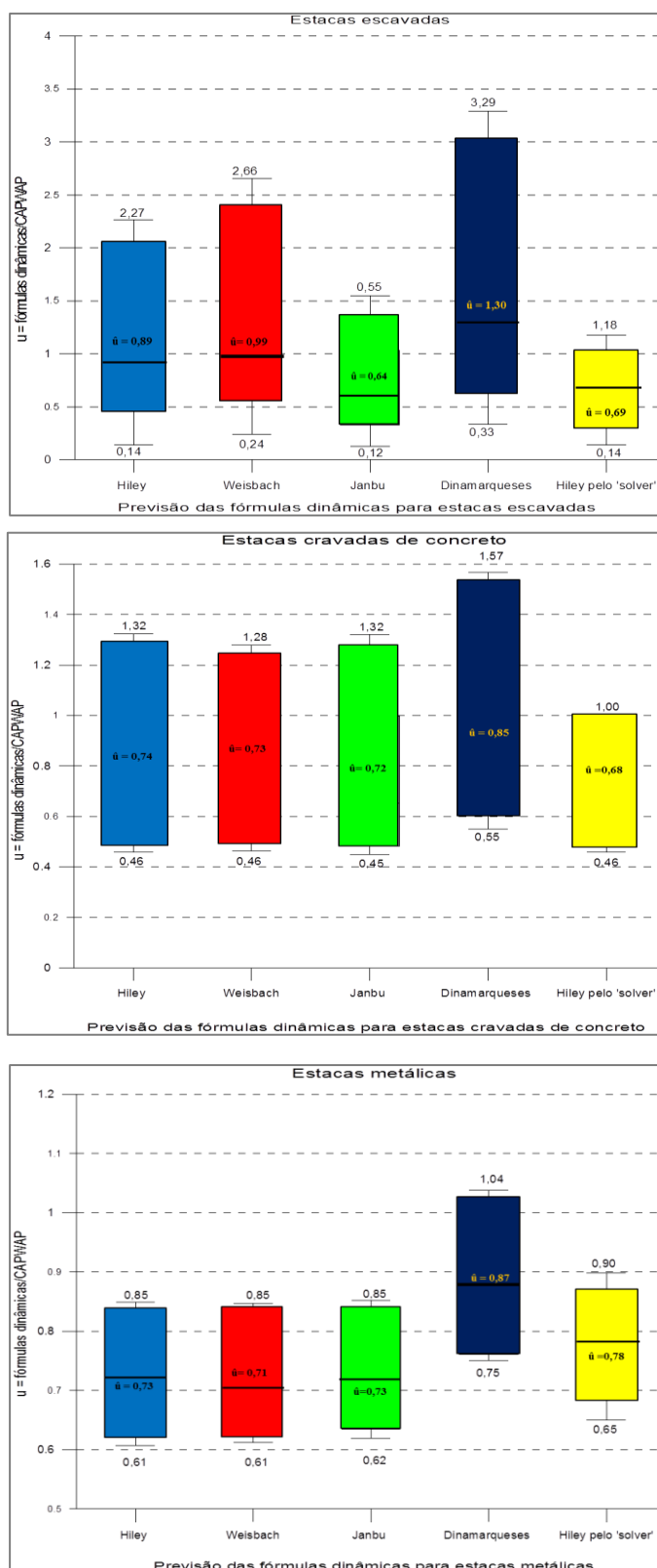


Gráfico 2.2 – Relação (u = fórmula dinâmica / CAPWAP) e média ($\hat{u}$), para cada tipo de estacas, com revisão de coeficientes.



ANEXO 03

Previsão da resistência pelas fórmulas dinâmicas usando módulo de elasticidade estático e parâmetros básicos (peso do martelo, peso da estaca, altura de queda, etc.).

Tabela 3.1 – Previsões da resistência mobilizada para valores iniciais, usando módulo de elasticidade estático.

Estacas escavadas in situ						
Tipo de Estacas	CAPWAP 'Tnf'	CASE (Tnf)	Hiley (Tnf)	Weisbach (Tnf)	Janbu (Tnf)	Dinamarqueses (Tnf)
P17D-I	551,61	555,90	263,57	407,21	283,29	364,99
P17D-G	529,65	533,90	410,33	572,33	451,37	622,50
P24D-B	215,35	228,30	281,96	381,31	308,45	414,73
P25D-A	519,48	515,70	320,86	470,14	350,71	475,99
P26D-B	201,40	211,70	266,65	367,72	277,34	353,02
B59	2.182,18	-	238,08	595,69	343,12	647,91
C53	1.898,39	-	374,34	865,66	525,19	941,54
E1 TR-H32A(54)"	95,45	97,50	94,88	158,27	118,04	162,61
E3 CT-TR-H32Ap	44,46	39,60	85,64	145,77	99,26	134,64
E4A CT-TR-H32A	172,60	174,60	83,47	125,75	93,94	120,38
E4A CT-TR-H32A	136,76	136,90	83,39	129,04	105,38	140,35
E01	120,02	120,02	45,13	78,39	52,07	78,48
E10	169,58	169,58	33,63	62,08	41,78	63,98
Estacas cravadas de concreto armado						
Tipo de Estacas	CAPWAP 'Tnf'	CASE (Tnf)	Hiley (Tnf)	Weisbach (Tnf)	Janbu (Tnf)	Dinamarqueses (Tnf)
E10	192,71	191,60	99,58	116,07	93,86	121,73
E53	281,29	274,20	115,56	132,24	108,51	143,83
E64	250,24	251,60	100,61	116,65	95,54	126,87
E70	167,27	150,50	101,51	117,25	96,24	127,53
E84	291,46	267,30	110,63	127,94	103,35	134,74
E101	212,57	199,20	116,33	138,90	115,77	138,92
E123	172,18	172,80	158,96	181,42	135,00	152,89
E130	153,36	152,40	164,30	185,39	160,30	201,64
Estacas cravadas metálicas						
Tipo de Estacas	CAPWAP 'Tnf'	CASE (Tnf)	Hiley (Tnf)	Weisbach (Tnf)	Janbu (Tnf)	Dinamarqueses (Tnf)
112A TR68	142,08		86,20	97,48	83,42	106,03
113A TR68	137,06		87,39	98,86	84,66	107,53
120A TR68	132,27		90,02	101,81	87,35	110,74
121A TR68	108,75		78,35	90,38	77,51	98,31
126A TR68	120,87		86,79	98,16	84,04	106,77
127A TR68	149,96		86,61	98,16	83,98	106,77
132A TR57 Duplo	168,41		127,90	150,30	126,47	163,47
134A TR57 Duplo	212,35		114,22	137,09	116,00	149,11

Tabela 3.2 - Previsão da resistência mobilizada com revisão dos coeficientes.

Estacas escavadas in situ							
Tipo de Estacas	CAPWAP Tnf	CASE (Tnf)	Hiley (Tnf)	Weisbach (Tnf)	Janbu (Tnf)	Dinamarqueses (Tnf)	Hiley pelo 'Solver'
P17D-I	551,61	555,90	305,79	327,81	193,72	398,58	305,79
P17D-G	529,65	533,90	467,31	478,84	341,20	665,48	467,31
P24D-B	215,35	228,30	321,71	319,03	233,17	443,37	215,35
P25D-A	519,48	515,70	367,05	388,94	257,00	512,87	367,05
P26D-B	201,40	211,70	303,99	301,09	198,10	382,58	201,40
B59	2.182,18	-	301,07	498,39	259,37	692,65	301,07
C53	1.898,39	-	466,10	724,26	397,01	1.006,55	466,10
E1 TR-H32A(54)"	95,45	97,50	112,52	131,27	87,08	174,93	95,45
E3 CT-TR-H32Ap	44,46	39,60	100,82	118,30	69,02	146,54	44,46
E4A CT-TR-H32A	172,60	174,60	97,33	102,90	66,97	130,50	97,33
E4A CT-TR-H32A	136,76	136,90	99,49	107,96	79,66	150,04	99,49
E01	120,02	120,02	52,67	64,72	37,81	84,67	52,67
E10	169,58	169,58	39,98	51,51	30,80	68,81	39,98
Estacas cravadas de concreto armado							
Tipo de Estacas	CAPWAP Tnf	CASE (Tnf)	Hiley (Tnf)	Weisbach (Tnf)	Janbu (Tnf)	Dinamarqueses (Tnf)	Hiley pelo 'Solver'
E10	192,71	191,60	109,31	109,95	106,98	130,65	109,31
E53	281,29	274,20	126,14	125,45	123,04	153,76	126,14
E64	250,24	251,60	110,16	110,66	108,33	135,63	110,16
E70	167,27	150,50	111,14	111,23	109,13	136,33	111,14
E84	291,46	267,30	120,96	121,21	117,72	144,56	120,96
E101	212,57	199,20	132,97	131,28	132,88	149,89	132,97
E123	172,18	172,80	179,60	169,26	161,30	168,19	171,93
E130	153,36	152,40	184,93	175,88	181,76	215,56	153,36
Estacas cravadas metálicas							
Tipo de Estacas	CAPWAP Tnf	CASE (Tnf)	Hiley (Tnf)	Weisbach (Tnf)	Janbu (Tnf)	Dinamarqueses (Tnf)	Hiley pelo 'Solver'
112A TR68	142,08		96,30	92,48	94,59	113,35	101,95
113A TR68	137,06		97,70	93,79	96,00	114,95	103,50
120A TR68	132,27		100,77	96,59	99,04	118,39	106,91
121A TR68	108,75		88,22	85,75	87,89	105,09	94,20
126A TR68	120,87		96,99	93,13	95,29	114,14	102,72
127A TR68	149,96		96,80	93,13	95,22	114,14	102,53
132A TR57 Duplo	168,41		142,90	142,58	143,40	174,76	151,29
134A TR57 Duplo	212,35		128,93	130,06	131,53	159,41	138,06

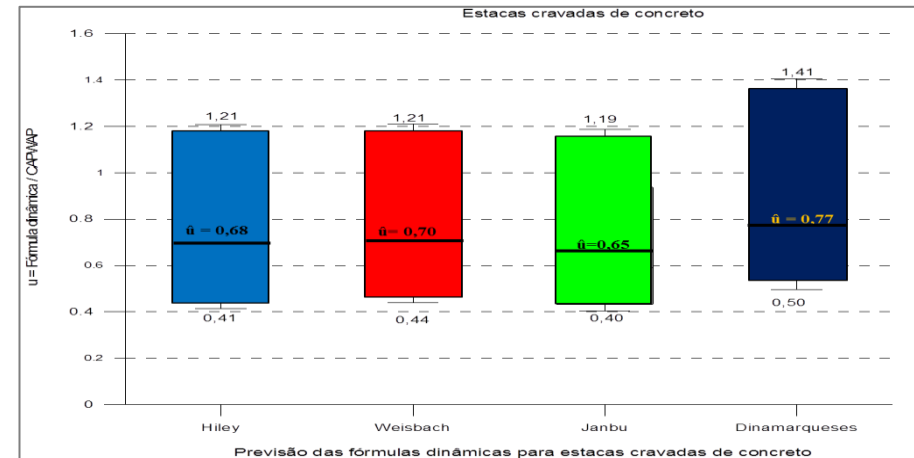
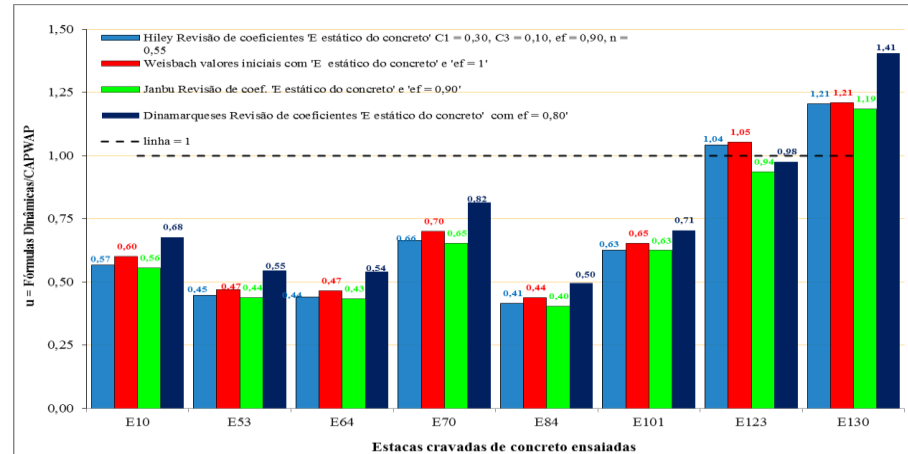
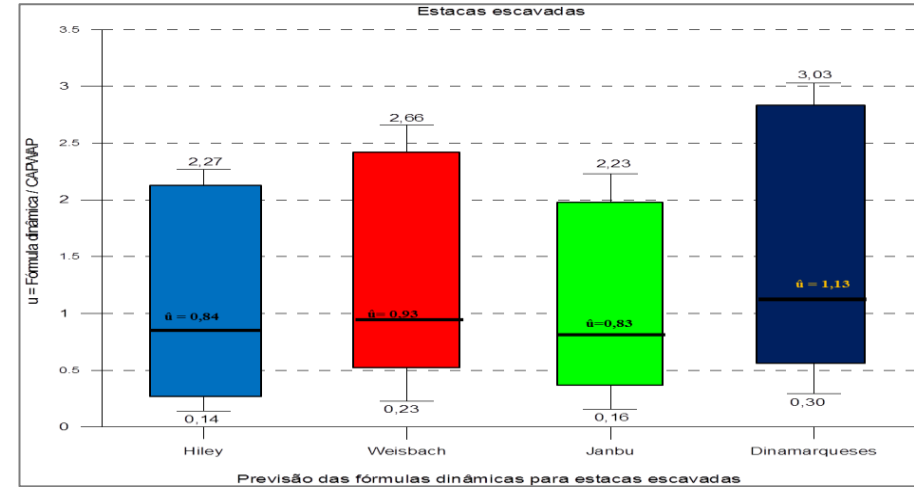
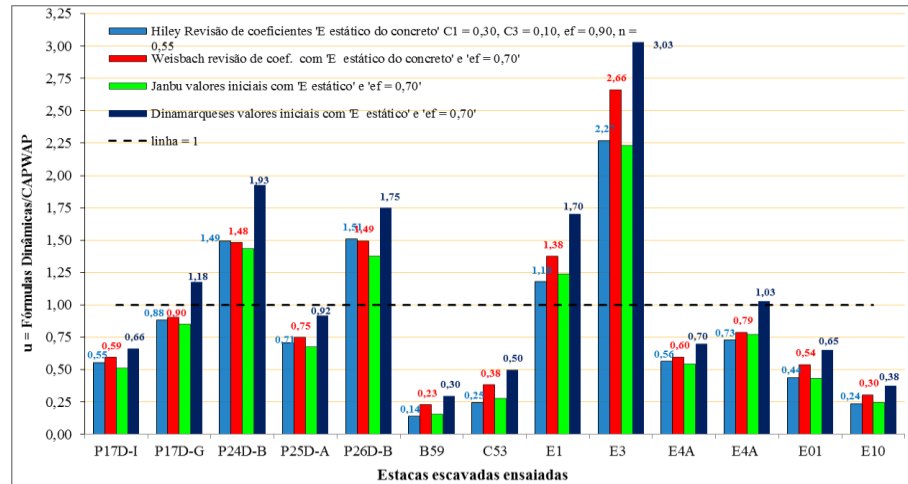
Tabela 3.3 - Previsão das melhores fórmulas dinâmicas usando módulo de elasticidade estático do concreto.

	Tipo de Estacas	Fórmulas Dinâmicas			
		Hiley	Weisbach	Janbu	Dinamarqueses
Variação para cada caso	Estacas escavadas in situ	Revisão de coeficientes 'E estático do concreto' C1 = 0,30, C3 = 0,10, ef = 0,90, n = 0,55	revisão de coef. com 'E estático do concreto' e 'ef = 0,70'	valores iniciais com 'E estático' e 'ef = 0,70'	valores iniciais com 'E estático' e 'ef = 0,70'
	Estacas cravadas de concreto	Revisão de coeficientes 'E estático do concreto' C1 = 0,30, C3 = 0,10, ef = 0,90, n = 0,55	valores iniciais com 'E estático do concreto' e 'ef = 1'	Revisão de coef. 'E estático do concreto' e 'ef = 0,90'	Revisão de coeficientes 'E estático do concreto' com ef = 0,80'
	Estacas Cravadas metálicas	Hiley pelo solver "E estatico": C1 = 0,10; C3 = 0,10; ef = 0,90; n = 0,55	valores iniciais com 'E estático do concreto' e 'ef = 1'	Revisão de coef. ef = 0,90'	Revisão de coeficientes 'E estático do concreto' com ef = 0,80'
Tipo de Estaca	Parâmetro estatístico	Hiley	Weisbach	Janbu	Dinamarqueses
Estacas escavadas in situ	coeficiente angular	2,5737	2,7415	2,9526	2,1272
	Intercepto "Y"	-75,11	-236,45	-166,79	-213,88
	R ²	0,3281	0,6573	0,4576	0,6746
	média da relação	0,84	0,93	0,83	1,13
	Media Difer.percentual	-15,83	-6,94	-17,32	13,17
	desvio padrão	0,62	0,67	0,60	0,78
	coef. de variação	0,73	0,72	0,72	0,69
	coef. Correlação	0,57	0,81	0,68	0,82
Estacas cravadas de concreto	coeficiente angular	-0,879	-0,928	-0,979	-0,834
	Intercepto "Y"	333,29	344,50	342,60	343,89
	R ²	0,2566	0,2428	0,256	0,185
	média da relação	0,68	0,70	0,65	0,77
	Media Difer.percentual	-32,38	-30,07	-34,64	-22,94
	desvio padrão	0,29	0,29	0,28	0,30
	coef. de variação	0,43	0,41	0,42	0,39
	coef. Correlação	-0,51	-0,49	-0,51	-0,43
Estacas cravadas metálicas	coeficiente angular	1,254	1,174	1,270	1,009
	Intercepto "Y"	5,20	18,52	12,61	18,52
	R ²	0,6342	0,6413	0,6448	0,641
	média da relação	0,78	0,75	0,73	0,87
	Media Difer.percentual	-22,14	-24,84	-27,28	-12,60
	desvio padrão	0,09	0,09	0,09	0,10
	coef. de variação	0,12	0,12	0,12	0,12
	coef. Correlação	0,80	0,80	0,80	0,80

Tabela 3.4 – Resumo da média da relação da previsão 'û', diferença percentual, desvio padrão, CV, R^2 , para cada caso considerado.

		Previsão da Resistência Mobilizada pelas fórmulas dinâmicas considerando E'dinâmico do concreto'									Previsão da Resistência Mobilizada pelas fórmulas dinâmicas considerando E'estático do concreto'								
Tipo de Estaca	Parâmetro estatístico	Com valores iniciais				Revisão de coeficientes					com valores iniciais				Revisão de coeficientes				
		Hiley : C1 = 0,30; C3 = 0,25; ef=0,80; n = 0,55	Weisbach 'ef = 1'	Janbu 'e _f = 0,70'	Dinamarque ses 'ef =0,70'	Hiley : C1 = 0,30; C3 = 0,10; ef=0,90; n = 0,55	Hiley "pelo solver" (combinados)	Weisbach 'ef =0,70'	Janbu 'ef = 0,40'	Dinamarque ses 'ef =0,80'	Hiley Hiley : C1 = 0,30; C3 = 0,25; ef=0,80; n = 0,55	Weisbach 'ef = 1'	Janbu 'ef = 0,70'	Dinamarque ses 'ef =0,70'	Hiley Hiley : C1 = 0,30; C3 = 0,10; ef=0,90; n = 0,55	Hiley "pelo solver" (valores combinados)	Weisbach 'ef =0,70'	Janbu 'ef = 0,40'	Dinamarque ses 'ef =0,80'
Estacas escavadas	coeficiente angular	2,2008	1,9568	2,3908	1,8394	2,0861	2,4316	2,3526	3,2247	1,718	2,7099	2,2855	2,9526	2,1272	2,5737	2,8733	2,7415	3,9623	1,989
	Intercepto "Y"	58,28	-191,73	-88,06	-171,27	1,04	-22,71	-188,92	-84,05	-174,05	-12,30	-240,49	-166,79	-213,88	-75,11	-82,63	-236,45	-160,13	-217,20
	R^2	0,2167	0,5850	0,3878	0,6110	0,2716	0,3643	0,5908	0,4008	0,6088	0,2638	0,6524	0,4576	0,6746	0,3281	0,4162	0,6573	0,4706	0,6728
	média da relação	0,76	1,20	0,88	1,20	0,89	0,69	0,99	0,64	1,30	0,72	1,13	0,83	1,13	0,84	0,65	0,93	0,60	1,22
	Media Difer.percentual	-24,20	20,07	-12,06	20,27	-11,34	-30,90	-1,06	-36,08	29,71	-27,71	12,90	-17,32	13,17	-15,83	-34,67	-6,94	-39,87	22,04
	desvio padrão	0,55	0,84	0,62	0,80	0,64	0,34	0,69	0,44	0,87	0,53	0,83	0,60	0,78	0,62	0,32	0,67	0,42	0,85
	coef. de variação	0,73	0,70	0,70	0,67	0,72	0,50	0,69	0,69	0,67	0,74	0,73	0,72	0,69	0,73	0,49	0,72	0,70	0,69
	coef. Correlação	0,47	0,76	0,62	0,78	0,52	0,60	0,77	0,63	0,78	0,51	0,81	0,68	0,82	0,57	0,65	0,81	0,69	0,82
Tipo de Estaca	Parâmetro estatístico	Hiley : C1 = 0,30; C3 = 0,25; ef=0,80; n = 0,55	Weisbach 'ef = 1'	Janbu 'e _f = 0,70'	Dinamarque ses 'ef =0,70'	Hiley : C1 = 0,30; C3 = 0,10; ef=0,90; n = 0,55	Hiley "pelo solver" (c1 =0,16; c3 =0,34; ef =0,90; n =0,55)	Weisbach 'ef =0,90'	Janbu 'ef = 0,90'	Dinamarque ses 'ef =0,80'	Hiley Hiley : C1 = 0,30; C3 = 0,25; ef=0,80; n = 0,55	Weisbach 'ef = 1'	Janbu 'ef = 0,70'	Dinamarque ses 'ef =0,70'	Hiley Hiley : C1 = 0,30; C3 = 0,10; ef=0,90; n = 0,55	Hiley "pelo solver" (c3 = 0,13; c1 = 0,32; ef =0,90; n =0,48)	Weisbach 'ef =0,90'	Janbu 'ef = 0,90'	Dinamarque ses 'ef =0,80'
cravadas de concreto	coeficiente angular	-0,949	-0,863	-1,013	-0,727	-0,830	-0,939	-0,924	-0,894	-0,7104	-1,004	-0,928	-1,132	-0,866	-0,879	-0,984	-0,996	-0,979	-0,8343
	Intercepto "Y"	340,10	348,40	342,11	330,24	337,19	345,26	350,00	343,62	336,20	336,53	344,50	343,61	339,48	333,29	342,56	346,66	342,60	343,89
	R^2	0,2290	0,2397	0,2286	0,1501	0,250	0,101	0,237	0,246	0,1641	0,2395	0,2428	0,2439	0,1725	0,257	0,174	0,242	0,256	0,1851
	média da relação	0,66	0,77	0,63	0,79	0,74	0,68	0,73	0,72	0,85	0,61	0,70	0,57	0,72	0,68	0,64	0,66	0,65	0,77
	Media Difer.percentual	-33,97	-22,66	-37,15	-20,98	-26,11	-31,50	-26,93	-27,85	-14,96	-39,28	-30,07	-43,02	-28,36	-32,38	-35,51	-33,91	-34,64	-22,94
	desvio padrão	0,27	0,31	0,26	0,31	0,32	0,22	0,29	0,30	0,33	0,26	0,29	0,24	0,28	0,29	0,24	0,27	0,28	0,30
	coef. de variação	0,41	0,40	0,41	0,39	0,43	0,32	0,40	0,42	0,39	0,42	0,41	0,42	0,39	0,43	0,37	0,41	0,42	0,39
	coef. Correlação	-0,48	-0,49	-0,48	-0,39	-0,50	-0,32	-0,49	-0,50	-0,41	-0,49	-0,49	-0,49	-0,42	-0,51	-0,42	-0,49	-0,51	-0,43
Tipo de Estaca	Parâmetro estatístico	Hiley : C1 = 0,30; C3 = 0,25; ef=0,80; n = 0,55	Weisbach 'ef = 1'	Janbu 'e _f = 0,70'	Dinamarque ses 'ef =0,70'	Hiley : C1 = 0,30; C3 = 0,10; ef=0,90; n = 0,55	Hiley "pelo solver" (c1 = 0,10; c3 = 0,10; ef = 0,90; n = 0,55)	Weisbach 'ef =0,90'	Janbu 'ef = 0,90'	Dinamarque ses 'ef =0,80'	Hiley Hiley : C1 = 0,30; C3 = 0,25; ef=0,80; n = 0,55	Weisbach 'ef = 1'	Janbu 'ef = 0,70'	Dinamarque ses 'ef =0,70'	Hiley Hiley : C1 = 0,30; C3 = 0,10; ef=0,90; n = 0,55	Hiley "pelo solver" (c1 = 0,10; c3 = 0,10; ef = 0,90; n = 0,55)	Weisbach 'ef =0,90'	Janbu 'ef = 0,90'	Dinamarque ses 'ef =0,80'
stacas cravadas metálic	coeficiente angular	1,470	1,174	1,441	1,079	1,322	1,254	1,237	1,270	1,0092	1,470	1,174	1,441	1,079	1,322	1,254	1,237	1,270	1,0092
	Intercepto "Y"	7,30	18,52	12,61	18,52	6,20	5,20	18,52	12,61	18,52	7,30	18,52	12,61	18,52	6,20	5,20	18,52	12,61	18,52
	R^2	0,6061	0,6413	0,6448	0,6413	0,620	0,634	0,641	0,645	0,6413	0,6061	0,6413	0,6448	0,6413	0,620	0,634	0,641	0,645	0,6413
	média da relação	0,65	0,75	0,64	0,82	0,73	0,78	0,71	0,73	0,87	0,65	0,75	0,64	0,82	0,73	0,78	0,71	0,73	0,87
	Media Difer.percentual	-34,52	-24,84	-35,87	-18,25	-26,66	-22,14	-28,69	-27,28	-12,60	-34,52	-24,84	-35,87	-18,25	-26,66	-22,14	-28,69	-27,28	-12,60
	desvio padrão	0,08	0,09	0,08	0,10	0,09	0,09	0,08	0,09	0,10	0,08	0,09	0,08	0,10	0,09	0,09	0,08	0,09	0,10
	coef. de variação	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
	coef. Correlação	0,78	0,80	0,80	0,80	0,79	0,80	0,80	0,80	0,80	0,78	0,80	0,80	0,80	0,79	0,80	0,80	0,80	0,80

Gráfico 3.1 – Relação (u = fórmula dinâmica / CAPWAP), para cada tipo de estacas, com módulo de elasticidade estático.



ANEXO 04

Tabela 4.1 - Previsão das melhores fórmulas dinâmicas usando módulo de elasticidade dinâmico do concreto sem fator de correção.

	Tipo de Estacas	Fórmulas Dinâmicas			
		Hiley	Weisbach	Janbu	Dinamarqueses
Variação para cada caso	Estacas escavadas in situ	Revisão de coeficientes 'E dinâmico do concreto' $C_1 = 0,30$, $C_3 = 0,10$, $e_f = 0,90$, $n = 0,55$.	revisão de coef. com 'E dinâmico' $e_f = 0,70$	valores iniciais com 'E dinâmico' e $e_f = 0,70$	valores iniciais com 'E dinâmico' e $e_f = 0,70$
	Estacas cravadas de concreto armado	Revisão de coeficientes 'E dinâmico do concreto' $C_1 = 0,30$, $C_3 = 0,10$, $e_f = 0,90$, $n = 0,55$.	valores iniciais com 'E dinâmico do concreto' e $e_f = 1$	Revisão de coef. 'E dinâmico do concreto' e $e_f = 0,90$	Revisão de coeficientes 'E dinâmico do concreto' com $e_f = 0,80$
	Estacas Cravadas metálicas	Hiley pelo solver "E dinâmico": $C_1 = 0,10$; $C_3 = 0,10$; $e_f = 0,90$; $n = 0,55$	valores iniciais com 'E dinâmico do concreto' e $e_f = 1$	Revisão de coef. 'E dinâmico do concreto' e $e_f = 0,90$	Revisão de coeficientes 'E dinâmico do concreto' com $e_f = 0,80$
Tipo de Esta	Parâmetro estatístico	Hiley	Weisbach	Janbu	Dinamarqueses
Estacas escavadas in situ	coeficiente angular	1,0431	0,9048	1,1954	0,9197
	Intercepto "Y"	1,04	-188,92	-88,06	-171,27
	R^2	0,2716	0,5908	0,3878	0,6110
	Média da relação	1,77	2,57	1,76	2,41
	Média Difer.percentual	77,32	157,25	75,88	140,55
	Desvio padrão	1,28	1,79	1,23	1,61
	coef. de variação	0,72	0,69	0,70	0,67
	coef. Correlação	0,52	0,77	0,62	0,78
Estacas cravadas de concreto	coeficiente angular	-0,415	-0,332	-0,447	-0,355
	Intercepto "Y"	337,19	348,40	343,62	336,20
	R^2	0,2501	0,2397	0,246	0,164
	Média da relação	1,48	2,01	1,44	1,70
	Média Difer.percentual	47,79	101,07	44,29	70,07
	Desvio padrão	0,63	0,81	0,60	0,67
	coef. de variação	0,43	0,40	0,42	0,39
	coef. Correlação	-0,50	-0,49	-0,50	-0,41
Estacas cravadas metálicas	coeficiente angular	0,627	0,451	0,635	0,505
	Intercepto "Y"	5,20	18,52	12,61	18,52
	R^2	0,6342	0,6413	0,6448	0,641
	Média da relação	1,56	1,95	1,45	1,75
	Média Difer.percentual	55,73	95,42	45,44	74,79
	Desvio padrão	0,18	0,23	0,17	0,21
	coef. de variação	0,12	0,12	0,12	0,12
	coef. Correlação	0,80	0,80	0,80	0,80

ANEXO 05

Tabela 5.1 - Valores de 'C₃' sugeridos por Souza Filho e Abreu (1990).

Tipo de solo	C ₃ (mm)
Areia	0 - 2,5
Areia siltosas e siltes arenosos	2,5 - 5,0
Argilas siltosas e siltes argilosos	5 - 7,5
Argilas	7,5 - 10

Tabela 5.2 – Propriedades físicas de alguns tipos de matérias modificado por Goble, et al., (1996).

Material	Módulo de Elasticidade 'E' (Mpa)	Massa específica 'ρ' (Kg/m ³)	Velocidade da onda 'c' (m/s)
Aço	210000	7850	5120
Concreto armado	22500 a 31200	2500	3000 a 3530
Concreto protendido	30500 a 39200	2450	3530 a 4000

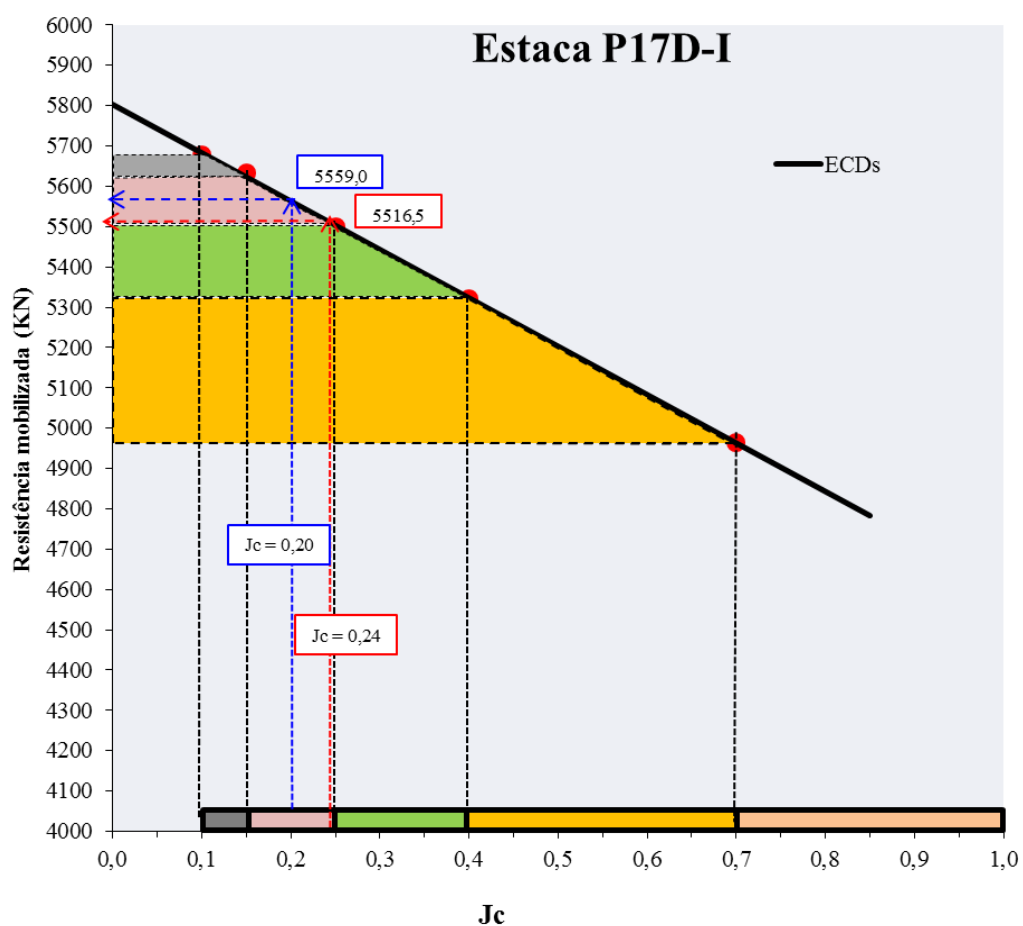
Tabela 5.3 - Unidades métricas

(1MN/m2 = 100 Tnf/m2)			1m =	100	cm
1Kgf =	9,8	Newton	1cm =	10	mm
1N =	0,10204082	Kgf	1m =	1000	mm
1Tnf =	9,8	KN	1plg =	2,54	cm
1Tnf ≈	10	KN	1pé =	0,3048	m
1Lbf =	0,453592	Kgf	1pé =	12	plg
1Kips =	453,59	Kgf	1plg =	25,4	mm
1pascal =	1	N/m2	1m =	3,28	pés
1Mpa =	10^6	Pa			
1Mpa =	1000	Kpa			
1Gpa	10^9	Pa			
1 kips =	0,4536	Tnf			
1 kips =	1.000	Lbf			
1Tnf =	2000	lbf			
1 Joule =	1	N.m			
1Joule =	0,10204082	Kgf.m			
1Joule =	0,0001	Tnf-m			
1Kjoule =	0,10204082	Tnf-m			
1Psi =	1	lbf/ plg2			
1kgf/cm2 =	14,22	psi			
1Psi =	0,07032349	kgf/cm2			

Tabela 5.4- Compressão temporária elástica da estaca C2 (em polegadas), “L” em pés Chellis, (1961).

Tipo de estaca	Cravação fácil	Cravação média	Cravação dura	Cravação muito dura
Madeira	0,004L	0,008L	0,012L	0,016L
Concreto armado	0,002L	0,004L	0,006L	0,008L
Aço	0,003L	0,006L	0,009L	0,012L

Figura 5.1 – Influência do ‘Damping de amortecimento’ na resistência mobilizada obtida nos ECDs.



Classificação do solo	Areia Pura	Areia Siltosa	Silte	Argila Siltosa	Argila
Coeficiente de Amortecimento (Jc)	0,10 - 0,15	0,15 - 0,25	0,25 - 0,40	0,40 - 0,70	0,70 - 1,00

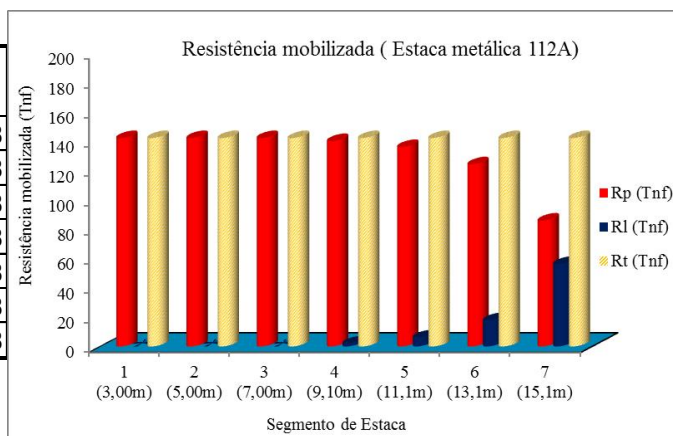
ANEXO 06

6.1 Anexos de tabelas e gráficos das resistências laterais e de ponta estáticas mobilizadas das estacas ensaiadas pelo CAPWAP.

a. Estaca hélice contínua P17D-G.

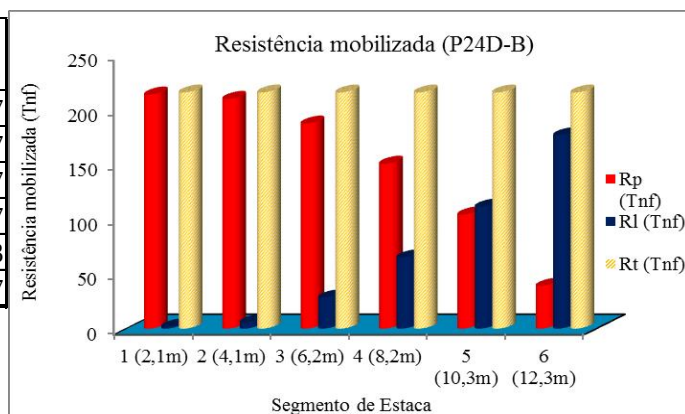
ESTACA METÁLICA 112A

Segmento da estaca	Rp (Tnf)	RI (Tnf)	Rt (Tnf)
1 (3,00m)	142,1	0	142,08
2 (5,00m)	142,1	0	142,08
3 (7,00m)	142,1	0	142,08
4 (9,10m)	140	2,04	142,08
5 (11,1m)	136	6,12	142,08
6 (13,1m)	124,2	17,9	142,08
7 (15,1m)	85,82	56,3	142,08



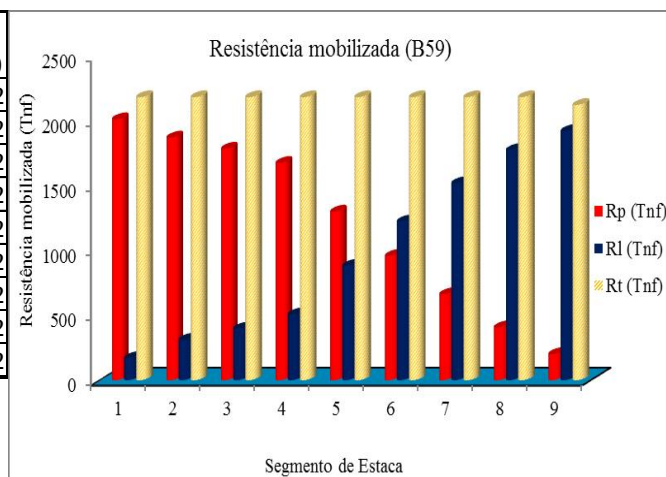
b. Estaca hélice contínua P24D-B

Segmento da estaca	Rp (Tnf)	RI (Tnf)	Rt (Tnf)
1 (2,1m)	213,4	1,93	215,37
2 (4,1m)	209,5	5,84	215,37
3 (6,2m)	187	28,4	215,37
4 (8,2m)	150,4	65	215,37
5 (10,3m)	104,1	111	215,33
6 (12,3m)	39,02	176	215,37



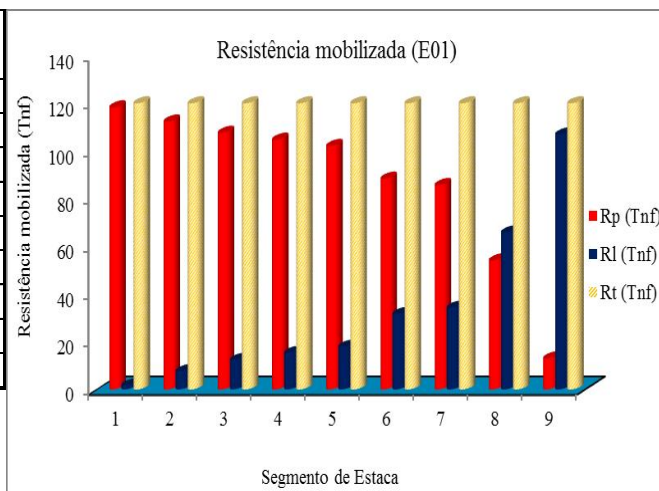
c. Estaca executadas em rocha 'B59'

Segmento da estaca	Rp (Tnf)	RI (Tnf)	Rt (Tnf)
1	2012	170	2182,2
2	1870	312	2182,2
3	1785	397	2182,2
4	1675	507	2182,2
5	1300	882	2182,2
6	958,1	1224	2182,2
7	663	1519	2182,2
8	407,7	1774	2182,2
9	201,4	1921	2122,2



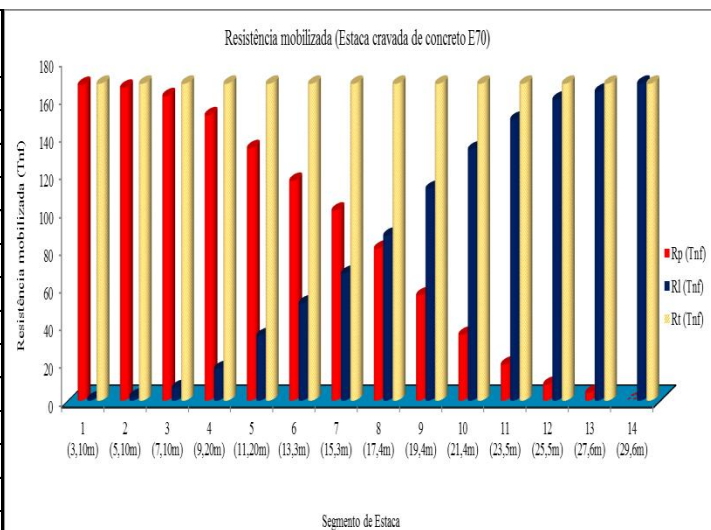
d. Estaca raiz 'E01' Acesso Viaduto Vale

Segmento da estaca	Rp (Tnf)	Rl (Tnf)	Rt (Tnf)
1	118,3	1,69	120,02
2	112,4	7,64	120,02
3	107,6	12,4	120,02
4	104,7	15,3	120,02
5	102,1	17,9	120,02
6	88,4	31,6	120,02
7	85,74	34,3	120,02
8	54,16	65,9	120,02
9	13,04	107	120,02



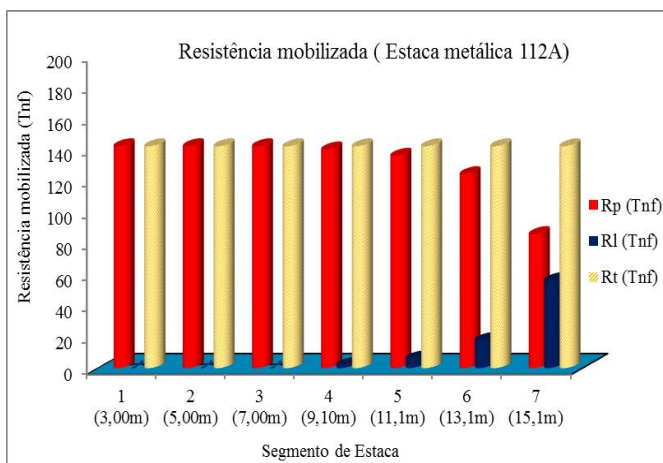
e. Estaca cravada de concreto armado 'E70'

Segmento da estaca	Rp (Tnf)	Rl (Tnf)	Rt (Tnf)
1 (3,10m)	166,6	0,65	167,27
2 (5,10m)	165,1	2,13	167,27
3 (7,10m)	160,7	6,6	167,27
4 (9,20m)	150,6	16,6	167,27
5 (11,20m)	133,3	34	167,27
6 (13,3m)	116	51,3	167,27
7 (15,3m)	100,3	67	167,27
8 (17,4m)	80,18	87,1	167,27
9 (19,4m)	55,54	112	167,27
10 (21,4m)	34,75	133	167,27
11 (23,5m)	18,93	148	167,27
12 (25,5m)	8,36	159	167,27
13 (27,6m)	4,13	163	167,27
14 (29,6m)	0	167	167,27



f. Estaca metálica 112A

Segmento da estaca	Rp (Tnf)	Rl (Tnf)	Rt (Tnf)
1 (3,00m)	142,1	0	142,08
2 (5,00m)	142,1	0	142,08
3 (7,00m)	142,1	0	142,08
4 (9,10m)	140	2,04	142,08
5 (11,1m)	136	6,12	142,08
6 (13,1m)	124,2	17,9	142,08
7 (15,1m)	85,82	56,3	142,08



6.2- Anexo: correlação do damping “Jc” do CASE com o método do CAPWAP.

Para este exemplo foram usados os dados da estaca escavada hélice contínua ‘P17D-G’.

Conforme se observou, o CAPWAP fornece dois valores de Damping, um deles é o do fuste (lateral) e o outro é o da ponta da estaca. Segundo o modelo de Smith, os valores de Damping (valores em destaque na cor vermelha abaixo) podem ser obtidos na seguinte tabela do CAPWAP.

ILHA PARQUE; File: P17DG					Test: 18-Oct-2013 13:20:				
PAX; Blow: 5					CAPWAP(R) 2006-3				
Brascontec					OP: EAPP				
CAPWAP SUMMARY RESULTS									
Total CAPWAP Capacity: 5296.5; along Shaft 4315.9; at Toe 980.6 kN									
Soil Sgmt No.	Dist. Below Gages	Depth Below Grade	Ru	Force in File	Sum of Ru	Unit Resist. (Depth)	Unit Resist. (Area)	Smith Damping Factor	Quake
	m	m	kN	kN	kN	kN/m	kPa	s/m	mm
				5296.5					
1	3.2	3.0	858.9	4437.6	858.9	284.58	129.40	0.922	2.483
2	5.4	5.2	964.2	3473.4	1823.1	449.42	204.36	0.922	2.485
3	7.5	7.3	883.9	2589.5	2707.0	411.99	187.34	0.922	2.485
4	9.7	9.5	892.2	1697.3	3599.2	415.86	189.10	0.922	2.222
5	11.8	11.6	716.7	980.6	4315.9	334.06	151.90	0.922	2.014
Avg. Shaft			863.2			372.06	169.19	0.922	2.352
Toe			980.6				2548.04	1.313	1.164
Soil Model Parameters/Extensions						Shaft	Toe		
Case Damping Factor						1.102	0.356		
Reloading Level			(% of Ru)			100	100		
Unloading Level			(% of Ru)			84			
Soil Plug Weight			(kN)				20.44		
CAPWAP match quality - 1.98 (Wave Up Match) ; RSA = 0									
Observed: final set - 0.100 mm; blow count - 10000 b/m									
Computed: final set - 0.243 mm; blow count - 4119 b/m									
max. Top Comp. Stress - 13.2 MPa (T= 27.0 ms, max= 1.048 x Top)									
max. Comp. Stress - 13.8 MPa (Z= 3.2 m, T= 27.2 ms)									
max. Tens. Stress - -1.18 MPa (Z= 3.2 m, T= 37.1 ms)									
max. Energy (EMOX) - 15.38 kJ; max. Measured Top Displ. (DMOX)= 4.91 mm									

Neste exemplo os valores de Damping (Smith) são de 0,922 s/m (fuste) e de 1,313 s/m (ponta). Observe também que no relatório do CAPWAP também apresenta valores de Damping de forma adimensional (Método Case), esses valores estão em destaque na tabela acima na cor azul. Neste caso os valores de Damping (Case) são de 1,102 (fuste) e 0,356 (ponta).

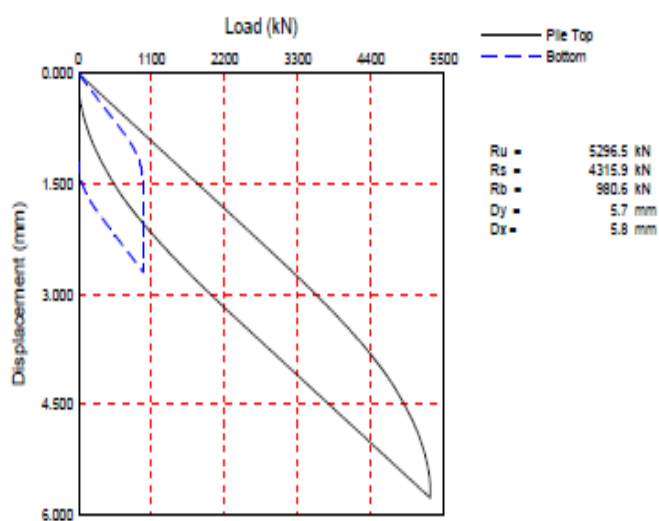
Porém, não são esses valores que se vai utilizar para comparar com o Método Case. Na tabela abaixo indica como é realizada a comparação do valor obtido pelo CAPWAP com o Método Case. Observe que o valor obtido da carga total (fuste +

ponta) foi de 5296,5KN. Observe que na tabela abaixo está escrito (em destaque na cor vermelha) “J (RX) = 0,24”, isso significa que utilizando o valor de $J_C = 0,24$ vou obter no Método Case o mesmo valor obtido pela análise CAPWAP. Observe que na tabela estão indicados os valores de carga para valores de J_C entre 0,0 e 0,9 (em destaque na cor azul). Observe que o valor da carga do CAPWAP (5296KN) está entre 5339,4KN e 5223,7KN (valores em destaque na cor azul), correspondendo a um valor de J_C entre 0,2 e 0,3. Interpolando esses valores é possível obter o valor de $J_C = 0,24$.

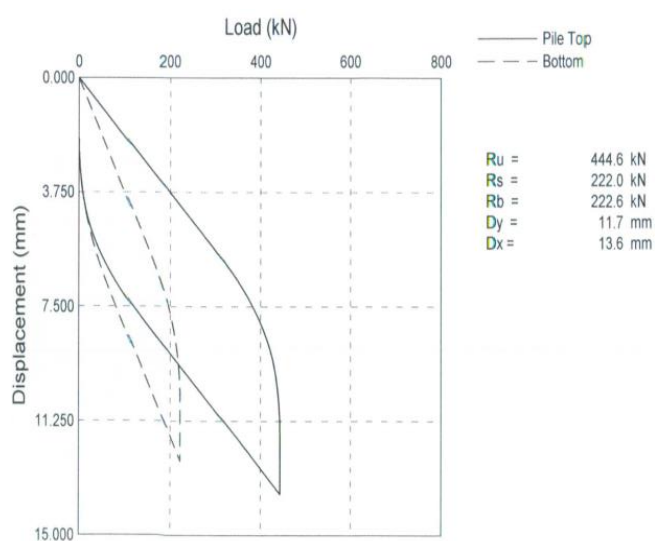
CASE METHOD										
J =	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
RP	5571.0	5455.2	5339.4	5223.7	5107.9	4992.1	4876.3	4760.6	4644.8	4529.0
RX	5571.0	5455.2	5339.4	5223.7	5107.9	4992.1	4876.3	4760.6	4644.8	4529.0
RU	5944.3	5875.0	5805.7	5736.4	5667.2	5597.9	5528.6	5459.3	5390.0	5320.7
RAU = 1982.0 (kN); RA2 = 5464.7 (kN)										
Current CAPWAP Ru = 5296.5 (kN); Corresponding J(RP) = 0.24; J(RX) = 0.24										
VMX	TVP	VT1+Z	PT1	PMX	DMX	DPN	SET	EMX	QUS	
m/s	ms	kN	kN	kN	mm	mm	mm	kJ	kN	
0.83	23.66	2926.9	3801.8	4849.3	4.906	0.100	0.100	16.0	6412.0	

PILE PROFILE AND PILE MODEL				
Depth	Area	E-Modulus	Spec. Weight	Perim.
m	cm ²	MPa	kN/m ³	m
0.00	3848.45	36603.3	23.600	2.199
11.80	3848.45	36603.3	23.600	2.199
Toe Area		0.385	m ²	

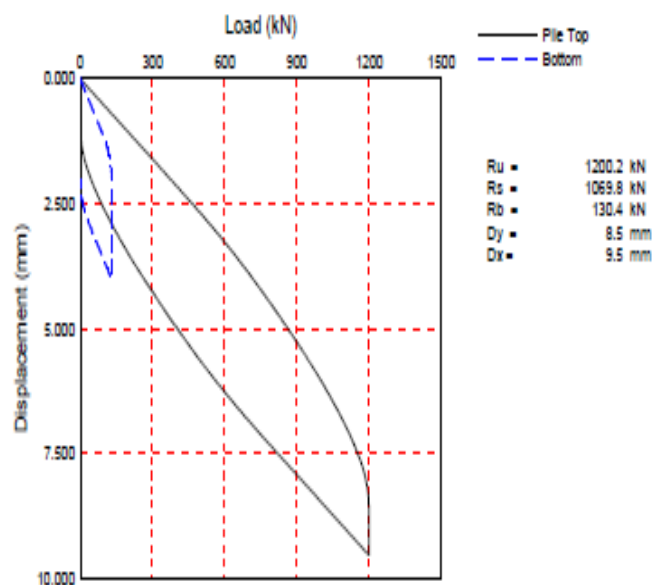
6.3 Anexos: Curvas carga versus recalque das estacas ensaiadas pelo ensaio de carga dinâmica.



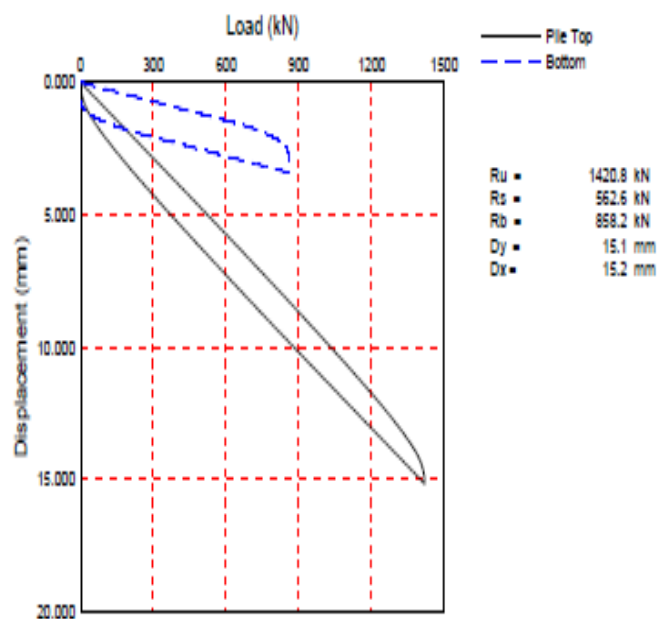
Estaca 'P17D-G' (Hélice contínua)



Estaca (Raiz)'E3'



Estaca de concreto armado 'E01'

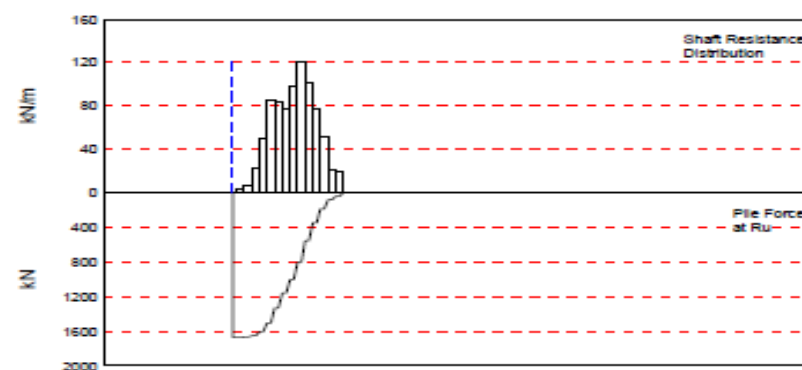
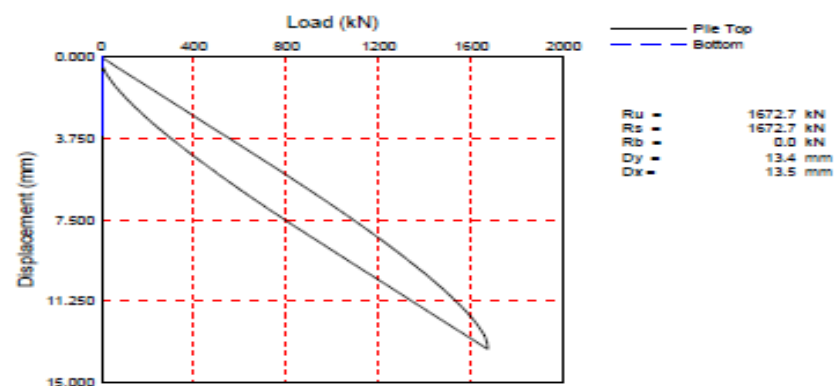
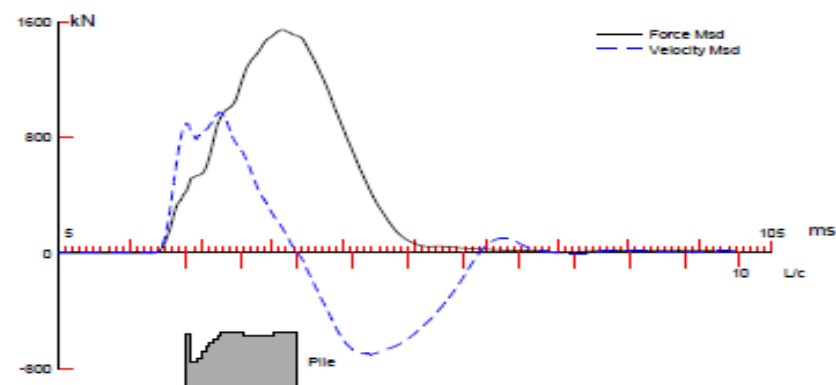
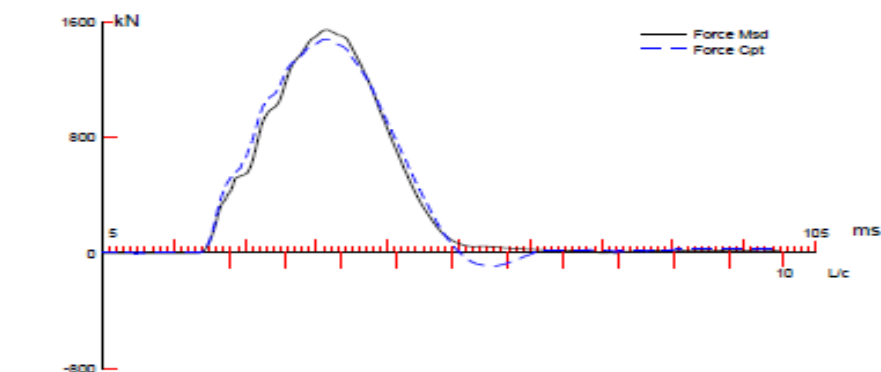


Estaca metálica '112A'

6.4 Anexos de resultados do CAPWAP de estacas pré-moldadas de concreto armado 'E70' localizada no Condomínio Mar Egeu.

MAR EGEU BL B; Pile: E70; PAX; Blow: 3 (Test: 26-Sep-2013 16:05:)
Brascontec

30-Oct-2013
CAPWAP(R) 2006-3 



CAPWAP(R) 2006-3 Licensed to Brascontec

MAR EGEU BL B; File: E70
 PAX; Blow: 3
 Brascontec

Test: 26-Sep-2013 16:05:
 CAPWAP(R) 2006-3
 OP: EAPP

CAPWAP SUMMARY RESULTS

Total CAPWAP Capacity: 1672.7; along Shaft 1672.7; at Toe 0.0 kN

Soil Sgmt No.	Dist. Below Gages m	Depth Below Grade m	Ru kN	Force in Pile kN	Sum of Ru kN	Unit Resist. (Depth) kN/m	Unit Resist. (Area) kPa	Smith Damping Factor s/m	Quake mm
				1672.7					
1	3.1	2.5	6.5	1666.2	6.5	2.64	2.00	1.220	4.202
2	5.1	4.5	14.8	1651.4	21.3	7.25	5.49	1.220	4.203
3	7.1	6.5	44.7	1606.7	66.0	21.90	16.60	1.220	4.203
4	9.2	8.6	100.4	1506.3	166.4	49.18	37.27	1.220	4.203
5	11.2	10.6	173.8	1332.5	340.2	85.14	64.52	1.220	4.203
6	13.3	12.7	172.3	1160.2	512.5	84.40	63.97	1.220	4.203
7	15.3	14.7	157.2	1003.0	669.7	77.01	58.36	1.220	4.203
8	17.4	16.8	201.2	801.8	870.9	98.56	74.70	1.220	3.931
9	19.4	18.8	246.4	555.4	1117.3	120.70	91.48	1.220	3.478
10	21.4	20.8	207.9	347.5	1325.2	101.84	77.18	1.220	3.053
11	23.5	22.9	158.2	189.3	1483.4	77.50	58.73	1.220	2.725
12	25.5	24.9	105.7	83.6	1589.1	51.78	39.24	1.220	2.525
13	27.6	27.0	42.3	41.3	1631.4	20.72	15.70	1.220	2.368
14	29.6	29.0	41.3	0.0	1672.7	20.23	15.33	1.220	2.312
Avg. Shaft			119.5			57.68	43.71	1.220	3.582
Toe			0.0				0.00	0.000	2.253

Soil Model Parameters/Extensions			Shaft	Toe
Case Damping Factor			2.602	0.000
Unloading Quake	(% of loading quake)		100	97
Reloading Level	(% of Ru)		100	100
Unloading Level	(% of Ru)		10	
Resistance Gap (included in Toe Quake) (mm)				0.023
Soil Plug Weight	(kN)			6.31
Soil Support Dashpot			0.000	3.197
Soil Support Weight	(kN)		0.00	13.47

CAPWAP match quality	=	6.35	(Wave Up Match) ; RSA = 0
Observed: final set	=	0.100 mm;	blow count = 10000 b/m
Computed: final set	=	0.233 mm;	blow count = 4300 b/m
max. Top Comp. Stress	=	17.5 MPa	(T= 36.9 ms, max= 1.009 x Top)
max. Comp. Stress	=	17.7 MPa	(Z= 3.1 m, T= 36.9 ms)
max. Tens. Stress	=	-1.73 MPa	(Z= 9.2 m, T= 60.2 ms)
max. Energy (EMX)	=	12.07 kJ;	max. Measured Top Displ. (DMX) = 13.92 mm

MAR EGEU BL B; Pile: E70
 PAX; Blow: 3
 Brascontec

Test: 26-Sep-2013 16:05:
 CAPWAP(R) 2006-3
 OP: EAPP

EXTREMA TABLE

File Sgmt No.	Dist. Below Gages m	max. Force kN	min. Force kN	max. Comp. Stress MPa	max. Tens. Stress MPa	max. Trnsfd. Energy kJ	max. Veloc. m/s	max. Displ. mm
1	1.0	1498.8	-106.4	17.5	-1.24	12.07	1.1	12.653
2	2.0	1506.7	-114.4	17.6	-1.34	11.39	1.0	11.687
4	4.1	1508.1	-127.0	17.6	-1.49	9.98	0.8	9.849
6	6.1	1498.5	-138.2	17.5	-1.62	8.84	0.7	8.499
8	8.2	1455.9	-138.3	17.0	-1.62	7.62	0.6	7.375
10	10.2	1358.4	-122.0	15.9	-1.43	6.24	0.5	6.451
12	12.2	1188.8	-86.3	13.9	-1.01	4.73	0.5	5.639
14	14.3	1018.5	-64.6	11.9	-0.76	3.54	0.4	4.920
16	16.3	870.4	-49.5	10.2	-0.58	2.68	0.3	4.276
17	17.4	881.9	-54.9	10.3	-0.64	2.55	0.3	3.969
18	18.4	705.0	-41.0	8.3	-0.48	1.91	0.3	3.724
19	19.4	712.8	-45.6	8.3	-0.53	1.83	0.3	3.479
20	20.4	504.3	-31.8	5.9	-0.37	1.23	0.3	3.305
21	21.4	507.7	-35.7	5.9	-0.42	1.19	0.3	3.134
22	22.5	321.8	-21.0	3.8	-0.25	0.75	0.3	3.026
23	23.5	326.0	-24.4	3.8	-0.29	0.73	0.3	2.919
24	24.5	198.8	-17.6	2.3	-0.21	0.41	0.3	2.867
25	25.5	196.5	-15.0	2.3	-0.18	0.41	0.3	2.817
26	26.5	153.9	-17.1	1.8	-0.20	0.19	0.3	2.799
27	27.6	142.0	-13.8	1.7	-0.16	0.19	0.3	2.781
28	28.6	109.9	-12.9	1.3	-0.15	0.10	0.3	2.775
29	29.6	87.6	-9.0	1.0	-0.10	0.00	0.3	2.767
Absolute	3.1			17.7			(T =	36.9 ms)
	9.2				-1.73		(T =	60.2 ms)

CASE METHOD

J =	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
RP	1663.3	1644.4	1625.6	1606.7	1587.9	1569.0	1550.2	1531.3	1512.5	1493.6
RX	1663.3	1644.4	1625.6	1606.7	1587.9	1569.0	1550.2	1531.3	1512.5	1493.6
RU	1433.2	1440.5	1447.9	1455.3	1462.6	1470.0	1477.4	1484.7	1492.1	1499.4
RAU =	325.1 (kN);	RA2 =	1650.5 (kN)							

Current CAPWAP Ru = 1672.7 (kN); Corresponding J(RP) = 0.00; J(RX) = 0.00

VMX	TVP	VT1*Z	PT1	PMX	DMX	DPN	SET	EMX	QUS
m/s	ms	kN	kN	kN	mm	mm	mm	kJ	kN
1.25	23.28	842.4	1009.3	1547.3	13.924	0.100	0.100	11.9	1691.2

Possible Pile Damage at 0.12 L Below Gages?

PILE PROFILE AND PILE MODEL

Depth	Area	E-Modulus	Spec. Weight	Perim.
m	cm ²	MPa	kN/m ³	m
0.00	854.51	35000.0	23.600	1.319

MAR EGEU BL B; Pile: E70

Test: 26-Sep-2013 16:05:

PAX; Blow: 3

CAPWAP(R) 2006-3

Brascontec

OP: EAPP

PILE PROFILE AND PILE MODEL

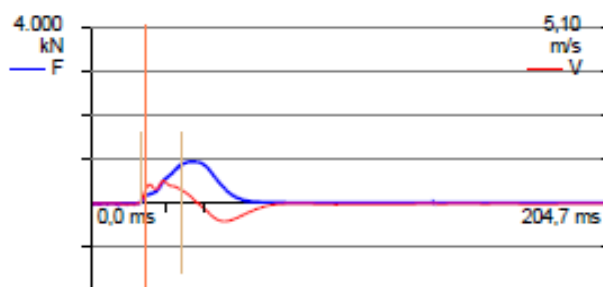
Depth m	Area cm ²	E-Modulus MPa	Spec. Weight kN/m ³	Perim. m
29.60	854.51	35000.0	23.600	1.319

Toe Area 0.139 m²

Segmnt Number	Dist. B.G. m	Impedance kN/m/s	Imped. Change %	Slack mm	Tension Eff.	Compression Slack mm	Eff.	Perim. m
1	1.02	784.20	0.00	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.319
2	2.04	400.00	-49.00	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.319
4	4.08	450.00	-42.62	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.319
5	5.10	550.00	-29.86	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.319
6	6.12	600.00	-23.49	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.319
7	7.14	650.00	-17.11	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.319
8	8.17	700.00	-10.74	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.319
9	9.19	750.00	-4.36	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.319
10	10.21	800.00	2.01	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.319
16	16.33	750.00	-4.36	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.319
24	24.50	800.00	2.01	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.319
29	29.60	800.00	2.01	0.000	0.000	-0.000	0.000	1.319

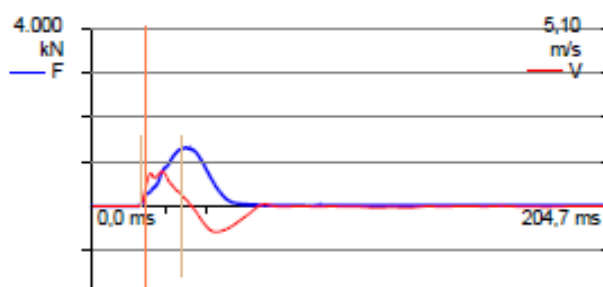
Pile Damping 3.0 %, Time Incr 0.268 ms, Wave Speed 3813.6 m/s, 2L/c 15.5 ms

Project: MAR EGEU BL B
 Pile: E70 - Description: PAX
 Operator: EAFF



BN 1
 26/09/2013 16:03:58
 LP 29,00 m LE 29,60 m
 FVP 0,5 [] AR 854,51 cm²
 RMX 1,014 kN EM 35,000 MPa
 DMX 9,3 mm SP 23,6 kN/m³
 EMX 5,1 kN-m WS 3,813,6 m/s
 CSI 12,4 MPa WC 3,813,6 m/s
 CSX 11,2 MPa JC 0,30 []
 TSX 0,7 MPa 2L/c 15,52 ms
 SET 0,0 mm EA/c 784 kN-s/m
 CSB 7,6 MPa FR 10,000 kHz

Project: MAR EGEU BL B
 Pile: E70 - Description: PAX
 Operator: EAFF

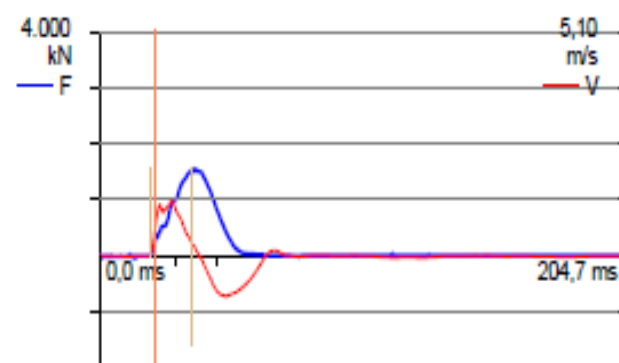


BN 2
 26/09/2013 16:04:39
 LP 29,00 m LE 29,60 m
 FVP 0,4 [] AR 854,51 cm²
 RMX 1,392 kN EM 35,000 MPa
 DMX 11,6 mm SP 23,6 kN/m³
 EMX 8,3 kN-m WS 3,813,6 m/s
 CSI 17,8 MPa WC 3,813,6 m/s
 CSX 15,3 MPa JC 0,30 []
 TSX 2,2 MPa 2L/c 15,52 ms
 SET 0,0 mm EA/c 784 kN-s/m
 CSB 8,4 MPa FR 10,000 kHz

Brascontec

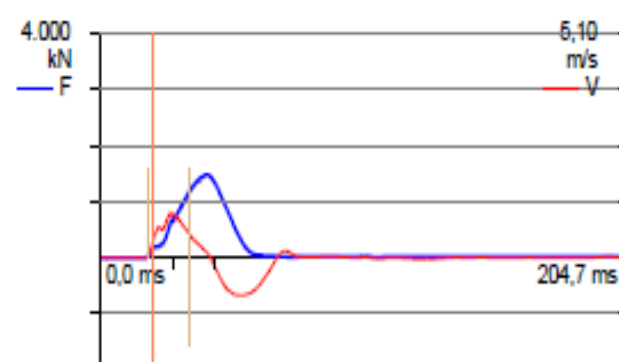
PDI-CURVES - Printed: 15/04/2014

Project: MAR EGEU BL B
 Pile: E70 - Description: PAX
 Operator: EAFF



BN 3
 26/09/2013 16:05:15
 LP 29,00 m LE 29,60 m
 FVP 0,5 [] AR 854,51 cm²
 RMX 1,607 kN EM 35,000 MPa
 DMX 13,9 mm SP 23,6 kN/m³
 EMX 11,9 kN-m WS 3,813,6 m/s
 CSI 22,7 MPa WC 3,813,6 m/s
 CSX 18,1 MPa JC 0,30 []
 TSX 3,5 MPa 2L/c 15,52 ms
 SET 0,1 mm EA/c 784 kN-s/m
 CSB 9,7 MPa FR 10,000 kHz

Project: MAR EGEU BL B
 Pile: E70 - Description: PAX
 Operator: EAFF



BN 4
 26/09/2013 16:07:33
 LP 29,00 m LE 29,60 m
 FVP 0,4 [] AR 854,51 cm²
 RMX 1,505 kN EM 35,000 MPa
 DMX 13,4 mm SP 23,6 kN/m³
 EMX 9,7 kN-m WS 3,813,6 m/s
 CSI 21,6 MPa WC 3,813,6 m/s
 CSX 17,2 MPa JC 0,30 []
 TSX 3,7 MPa 2L/c 15,52 ms
 SET 0,1 mm EA/c 784 kN-s/m
 CSB 10,4 MPa FR 10,000 kHz