

Serviço de Pós-Graduação EESC/USP

EXEMPLAR REVISADO

Data de entrada no Serviço: 04 / 12 / 03

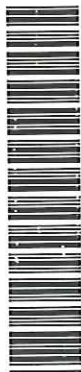
Ass.: Leandro Corioli

Fernanda Cristina da Silva

ANÁLISE DE SEGURANÇA E CONFIABILIDADE DE FUNDAÇÕES PROFUNDAS EM ESTACAS

Volume II

DEDALUS - Acervo - EESC



31100044256

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil: Geotecnia.

Orientador: Prof. Dr. Nelson Aoki



São Carlos
2003

✓

Class.	IESE-EESC
Coll.	5347
	v. 2
Tombo	T 011/04
Sysno	1357321

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento da
Informação do Serviço de Biblioteca - EESC/USP

S586a

Silva, Fernanda Cristina da
Análise de segurança e confiabilidade de fundações
profundas em estacas / Fernanda Cristina da Silva. --
São Carlos, 2003.
2v.

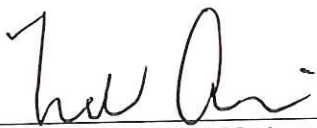
Dissertação (Mestrado) -- Escola de Engenharia de
São Carlos-Universidade de São Paulo, 2003.
Área : Geotecnia.
Orientador: Prof. Dr. Nelson Aoki.

1. Carga admissível. 2. Coeficiente de segurança.
3. Índice de confiabilidade. 4. Probabilidade de
ruína. 5. Fundação profunda. 6. Estaca. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

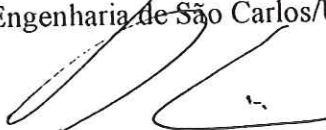
Candidata: Engenheira **FERNANDA CRISTINA DA SILVA**

Dissertação defendida e julgada em 28-10-2003 perante a Comissão Julgadora:



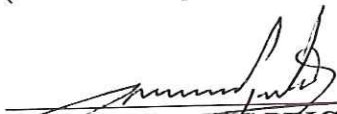
Prof. Dr. **NELSON AOKI (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

Aprovado.



Prof. Tit. **WILSON SÉRGIO VENTURINI**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

Aprovado



Prof. Dr. **MARCOS PEIGAS-PACHECO**
(Universidade Estadual do Rio de Janeiro/UERJ)

Aprovado



Prof. Assoc. **LAZARO VALENTIN ZUQUETTE**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Geotecnia



Prof. Assoc. **MARIA DO CARMO CALJURI**
Presidente da Comissão de Pós-Graduação da EESC

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	i
LISTA DE SÍMBOLOS	ii
RESUMO	v
ABSTRACT.....	vi

VOLUME I

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO.....	01
1.1. Generalidades e Objetivos.....	01
1.2. Organização da dissertação.....	03
CAPÍTULO 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	04
2.1. Considerações iniciais.....	04
2.2. A Segurança na Engenharia Civil.....	09
2.2.1. Considerações preliminares a respeito da Segurança	09
2.2.2. Avanços na introdução da Segurança na Engenharia Civil.....	13
2.2.3. Revisão do conceito de Segurança.....	16
2.3. A Segurança na Engenharia de Fundações	18
2.3.1. Histórico dos métodos de cálculo	18
2.3.2. O Método das Cargas Admissíveis.....	22
2.3.3. O Método dos Estados Limites.....	24
2.3.3.1. Estados Limites - Conceitos básicos.....	26
2.3.3.1.1. O Estado Limite Último.....	27
2.3.3.1.2. O Estado Limite de Utilização	29
2.3.3.2. Valores Característicos e Valores de Cálculo	31
2.3.3.3. Os Coeficientes Parciais de Segurança	33
2.4. A necessidade de uma evolução.....	34
2.4.1. A NBR 6122/1996 e a atual conjuntura de projeto.....	34
2.4.2. As deficiências do Coeficiente de Segurança Global.....	42

CAPÍTULO 3. CONFIABILIDADE DE SISTEMAS DE ENGENHARIA.....	45
3.1. Confiabilidade de Sistemas	45
3.2. Análise e verificação da Confiabilidade	46
3.2.1. Problema básico	46
3.2.2. Formulação Geral	53
3.3. Formulação pelo Segundo Momento	56
3.3.1. Funções Lineares de Desempenho.....	58
3.3.2. Funções de Desempenho não Lineares.....	70
3.4. Considerações finais	78
CAPÍTULO 4. OBJETO DE ANÁLISE	79
4.1. A Necessidade de rever conceitos na Engenharia de Fundações	79
4.1.1. O conceito de Fundação	79
4.1.2. Equilíbrio estático de um Elemento Isolado de Fundação	85
4.2. Superfície Resistente - Objeto de Análise.....	88
CAPÍTULO 5. AS INCERTEZAS NA ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES	91
5.1. A Complexidade de introduzir Segurança na Engenharia de Fundações...91	
5.2. Variabilidade da Resistência.....	93
5.3. Variabilidade da Solicitação.....	96
5.3.1. Ações e Solicitações.....	96
5.3.2. Interação Solo-Estrutura	96
CAPÍTULO 6. CARGA ADMISSÍVEL - PROPOSTA.....	99
6.1. Carga Admissível baseada na Probabilidade de Ruína.....	99
6.2. Algumas considerações sobre a metodologia proposta	101
6.2.1. Probabilidade de Ruína aceitável.....	102
6.2.2. Probabilidade de Ruína de um Elemento Isolado de Fundação	104
6.2.3. Variáveis aleatórias: Resistência e Solicitação	106

CAPÍTULO 7. MATERIAIS E MÉTODOS	109
CAPÍTULO 8. SEGURANÇA E CONFIABILIDADE DE FUNDAÇÕES	113
8.1. Provas de carga estática executadas em estacas tipo hélice contínua.....	115
8.1.1. Variabilidade da resistência.....	115
8.1.2. Análise de Segurança e Confiabilidade.....	119
8.1.3. Comentários finais	133
8.2. Fundação em estacas pré-moldadas cravadas na Formação Guabirotuba .	136
8.2.1. Análise dos dados.....	136
8.2.2. Análise de Segurança e Confiabilidade.....	143
8.2.2.1. Análise de todas as estacas em termos de tensões.....	144
8.2.2.2. Análise das estacas com $D = 0.25m$	148
8.2.3. Comentários finais.....	153
8.3. Fundações em estacas centrifugadas de concreto armado	155
8.3.1. Análise dos dados.....	155
8.3.2. Análise de Segurança e Confiabilidade.....	157
8.3.2.1. Carga admissível - “Resistência 1” e “Solicitação 1”	158
8.3.2.2. Carga admissível - “Resistência 2” e “Solicitação 2”	165
8.3.3. Comentários finais.....	168
8.4. Análise das fundações em estacas ômega executadas em Paulínia/SP	171
8.4.1. Características Geotécnicas do Maciço de Solos.....	171
8.4.2. Projeto da Fundação.....	171
8.4.2.1. Elemento estrutural de fundação	171
8.4.2.2. Esforços solicitantes nas estacas	172
8.4.3. Apresentação dos resultados dos ensaios realizados.....	173
8.4.4. Análise de todas as estacas em termos de tensões.....	175
8.4.5. Comentários finais	176
8.5. Estacas pré-moldadas cravadas em Duque de Caxias/RJ	178
8.5.1. Características Geotécnicas do Maciço de Solos.....	178
8.5.2. Informações sobre o Projeto da Fundação.....	179
8.5.2.1. Elemento Estrutural.....	179
8.5.2.2. Esforços nas Estacas.....	179
8.5.2.3. Cálculo do estaqueamento	180

8.5.3. Apresentação das Análises.....	181
8.5.3.1. Ensaio realizados.....	181
8.5.3.2. Análise de todas as estacas em termos de tensões.....	181
8.5.3.3. Análise das estacas em termos de carga admissível.....	184
8.5.4. Comentários finais	186
8.6. Estacas metálicas cravadas na Formação Tremembé	188
8.6.1. Características Geotécnicas do Maciço de Solos.	188
8.6.2. Informações a respeito do elemento estrutural de fundação.....	188
8.6.3. Análise dos dados dos ensaios realizados	190
8.6.3.1. Investigação geotécnica	190
8.6.3.2. Provas de carga dinâmica de energia crescente.....	191
8.6.3.3. Resistências previstas.....	192
8.6.3.4. Resistências previstas x medidas - Efeito executivo.....	195
8.6.4. Análise de Segurança e Confiabilidade	198
8.6.5. Comentários finais	200
8.7. Fundação em estacas pré-moldadas cravadas no Rio de Janeiro.	201
8.7.1. Características Geotécnicas do Maciço de Solos.....	201
8.7.2. Informações a respeito do elemento estrutural de fundação.....	201
8.7.3. Análise dos resultados dos ensaios realizados.....	202
8.7.3.1. Investigação Geotécnica - Sondagem à percussão (SPT)..	202
8.7.3.2. Provas de carga dinâmica de energia crescente.....	204
8.7.3.2.1. Ruptura dos sistemas isolados de fundação	204
8.7.3.2.2. Mobilização da resistência estática	205
8.7.3.2.3. Resistência estática lateral unitária	208
8.7.3.2.4. Resistência estática lateral unitária acumulada..	210
8.7.4. Análise de Segurança e Confiabilidade	210
8.7.4.1. Análise de todas as estacas em termos de tensões.....	211
8.7.4.2. Análise dos dois grupos de estacas com mesmo diâmetro. 213	
8.7.4.2.1. Análise das estacas com $D = 0.50\text{m}$	214
8.7.4.2.2. Análise das estacas com $D = 0.42\text{m}$	215
8.7.5. Comentários finais	216

CAPÍTULO 9. ANÁLISE DOS RESULTADOS	217
--	-----

CAPÍTULO 10. CONSIDERAÇÕES FINAIS	221
---	-----

10.1. Conclusões.....	221
-----------------------	-----

10.2. Sugestões para pesquisas futuras.....	223
---	-----

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	226
---------------------------------	-----

VOLUME II

APÊNDICE A. Fundações em estacas tipo hélice contínua.....	01
--	----

APÊNDICE B. Estacas pré-moldadas cravadas na Formação Guabirota.....	90
--	----

APÊNDICE C. Fundações em estacas pré-moldadas centrifugadas.....	130
--	-----

APÊNDICE D. Estacas ômega executadas em Paulínia/SP.....	188
--	-----

APÊNDICE E. Estacas de concreto protendido cravadas em Caxias/RJ.....	202
---	-----

APÊNDICE F. Estacas metálicas cravadas na Formação Tremembé.....	216
--	-----

APÊNDICE G. Fundação em estacas pré-moldadas de concreto	274
--	-----

ANEXO A. Resumo teórico sobre Estatística e Probabilidade.....	322
--	-----

ANEXO B. Multiplicadores de Lagrange	344
--	-----

ANEXO C. Série de Taylor	346
--------------------------------	-----

ANEXO D. Probabilidade de falha segundo Ang & Tang (1984).....	350
--	-----

ANEXO E. Relação: Coeficiente de Segurança e Índice de Confiabilidade	354
---	-----

APÊNDICE **A**

FUNDAÇÕES EM ESTACAS TIPO HÉLICE CONTÍNUA

Tabela 1. Número de provas de cargas realizadas na Bahia.

Bahia	Número de Provas de Carga
Alonso (2000)	4
Alonso (2002)	5
Total	9
Analizadas	7

Tabela 2. Provas de Carga publicadas por Alonso (2000) - Bahia.

Número	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
95	BA	Camaçari	Fca. Ford	Geofix & Brasfond	50.0	14.0	M	2030.0
96	BA	Camaçari	Fca. Ford	Geofix & Brasfond	50.0	14.5	M	2030.0
97	BA	Camaçari	Fca. Ford	Geofix & Brasfond	50.0	17.0	M	2030.0
98	BA	Camaçari	Fca. Ford	Geofix & Brasfond	50.0	16.0	M	2030.0

Tabela 3. Provas de Carga publicadas por Alonso (2002) - Bahia.

Número	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
08	BA	Camaçari	Fca. Ford	/	40.0	15.4	M	1200.0
09	BA	Camaçari	Fca. Ford	/	40.0	11.5	M	3320.0
10	BA	Camaçari	Fca. Ford	/	50.0	8.5	M	3600.0
29	BA	Mataripe	RLAM	/	25.0	10.0	L	500.0
30	BA	Mataripe	RLAM	/	35.0	11.0	L	800.0

Tabela 4. Provas de Carga publicadas por Alonso (2000, 2002) - Bahia.

Número	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
95	BA	Camaçari	Fca. Ford	Geofix & Brasfond	50.0	14.0	M	2030.0
96	BA	Camaçari	Fca. Ford	Geofix & Brasfond	50.0	14.5	M	2030.0
97	BA	Camaçari	Fca. Ford	Geofix & Brasfond	50.0	17.0	M	2030.0
98	BA	Camaçari	Fca. Ford	Geofix & Brasfond	50.0	16.0	M	2030.0
08	BA	Camaçari	Fca. Ford	/	40.0	15.4	M	1200.0
09	BA	Camaçari	Fca. Ford	/	40.0	11.5	M	3320.0
10	BA	Camaçari	Fca. Ford	/	50.0	8.5	M	3600.0
29	BA	Mataripe	RLAM	/	25.0	10.0	L	500.0
30	BA	Mataripe	RLAM	/	35.0	11.0	L	800.0

Tabela 5. Provas de Carga analisadas - Bahia.

Número	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
95	BA	Camaçari	Fca. Ford	Geofix & Brasfond	50.0	14.0	M	2030.0
96	BA	Camaçari	Fca. Ford	Geofix & Brasfond	50.0	14.5	M	2030.0
97	BA	Camaçari	Fca. Ford	Geofix & Brasfond	50.0	17.0	M	2030.0
98	BA	Camaçari	Fca. Ford	Geofix & Brasfond	50.0	16.0	M	2030.0
08	BA	Camaçari	Fca. Ford	/	40.0	15.4	M	1200.0
09	BA	Camaçari	Fca. Ford	/	40.0	11.5	M	3320.0
10	BA	Camaçari	Fca. Ford	/	50.0	8.5	M	3600.0

Tabela 6. Curva carga x recalque das estacas analisadas.

Estágio	Estaca 95		Estaca 96		Estaca 97		Estaca 98	
	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)
1	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
2	507.5	0.90	507.5	0.80	507.5	0.80	507.5	0.80
3	1015.0	2.70	1015.0	2.50	1015.0	2.10	1015.0	2.65
4	1218.0	3.15	1218.0	3.00	1218.0	2.80	1218.0	3.60
5	1421.0	4.70	1421.0	4.10	1421.0	3.70	1421.0	4.55
6	1624.0	6.00	1624.0	5.20	1624.0	4.90	1624.0	6.00
7	1827.0	7.30	1827.0	6.00	1827.0	6.20	1827.0	7.00
8	2030.0	8.64	2030.0	7.18	2030.0	7.75	2030.0	9.36
9	1827.0	5.70	1827.0	4.50	1827.0	5.86	1827.0	7.00
10	1624.0	7.10	1624.0	5.80	1624.0	6.70	1624.0	8.15
11	1421.0	7.60	1421.0	6.10	1421.0	7.00	1421.0	8.50
12	1218.0	8.00	1218.0	6.60	1218.0	7.40	1218.0	8.90
13	1015.0	8.30	1015.0	6.80	1015.0	7.60	1015.0	9.15
14	507.5	8.60	507.5	7.00	507.5	7.75	507.5	9.36

Estágio	Estaca 08		Estaca 09		Estaca 10	
	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)
1	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
2	265.0	0.35	300.0	0.52	300.0	0.60
3	530.0	0.92	600.0	1.35	600.0	1.67
4	636.0	1.35	720.0	1.71	720.0	2.28
5	742.0	1.53	840.0	1.86	840.0	2.86
6	848.0	1.85	960.0	2.18	960.0	3.55
7	954.0	2.13	1080.0	2.66	1080.0	4.58
8	1060.0	2.46	1200.0	3.11	1200.0	5.34
9	954.0	1.40	1080.0	2.00	1080.0	4.50
10	848.0	2.08	960.0	2.75	960.0	5.00
11	742.0	2.22	840.0	2.91	840.0	5.13
12	636.0	2.35	720.0	3.00	720.0	5.28
13	530.0	2.44	600.0	3.10	600.0	5.29
14	265.0	2.46	300.0	3.10	300.0	5.32

Tabela 7. Parâmetros A e B e carga de ruptura – Critério de Van der Veen.

Estaca	P_{rup} (kN)	A	B
Estaca 95	2668.5	0.1559	0.0469
Estaca 96	2952.9	0.1550	0.0326
Estaca 97	2434.8	0.2230	0.0402
Estaca 98	2469.3	0.1806	0.0381
Estaca 08	2147.5	0.2663	0.0175
Estaca 09	2510.9	0.2095	0.0043
Estaca 10	1600.8	0.2479	0.0329

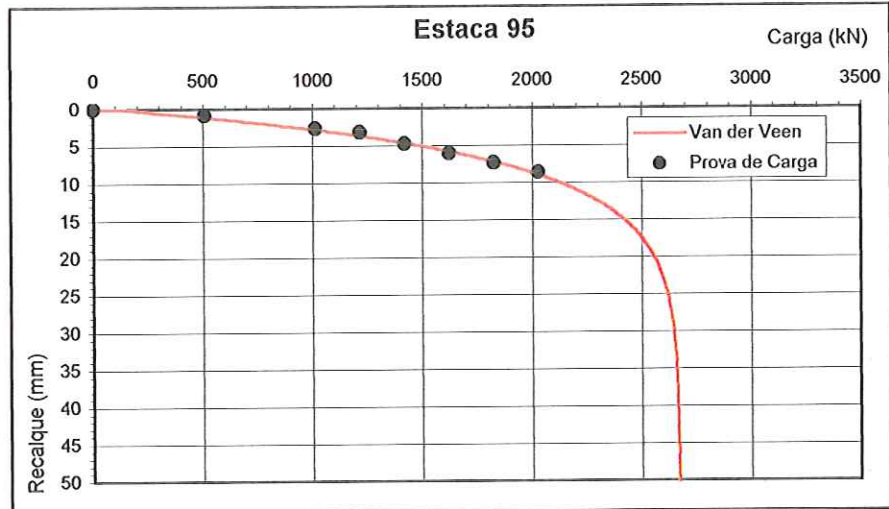


Figura 1. Prova de carga da Estaca 95 – Camaçari/BA.

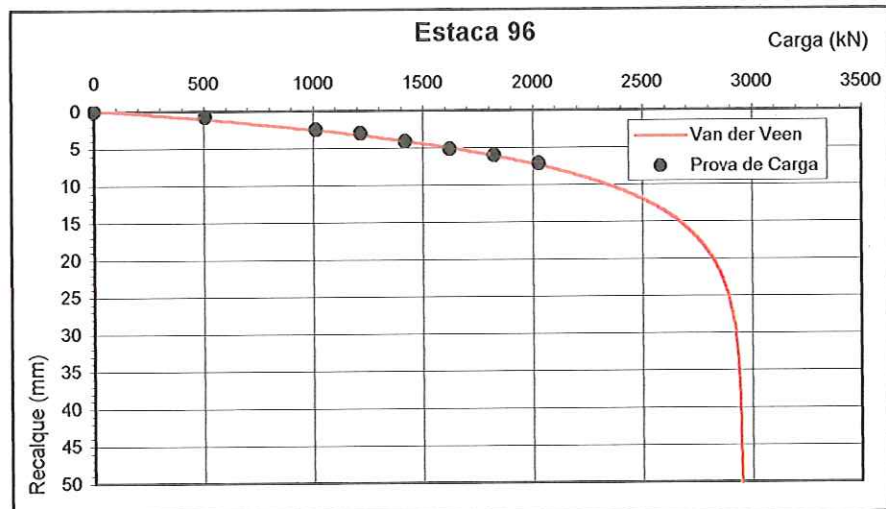


Figura 2. Prova de carga da Estaca 96 – Camaçari/BA.

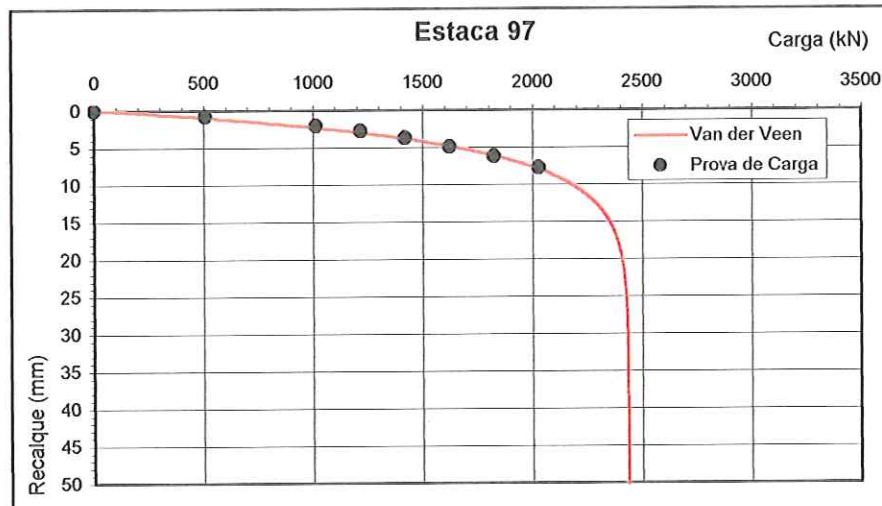


Figura 3. Prova de carga da Estaca 97 – Camaçari/BA.

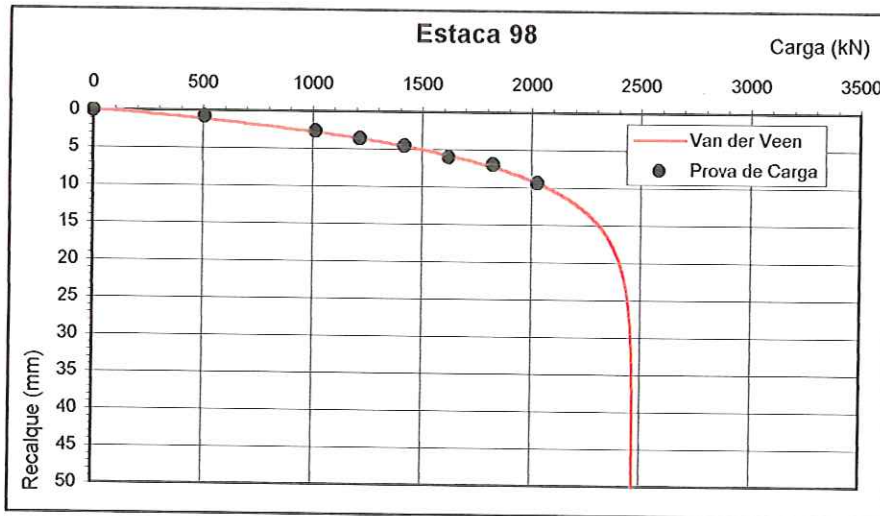


Figura 4. Prova de carga da Estaca 98 – Camaçari/BA.

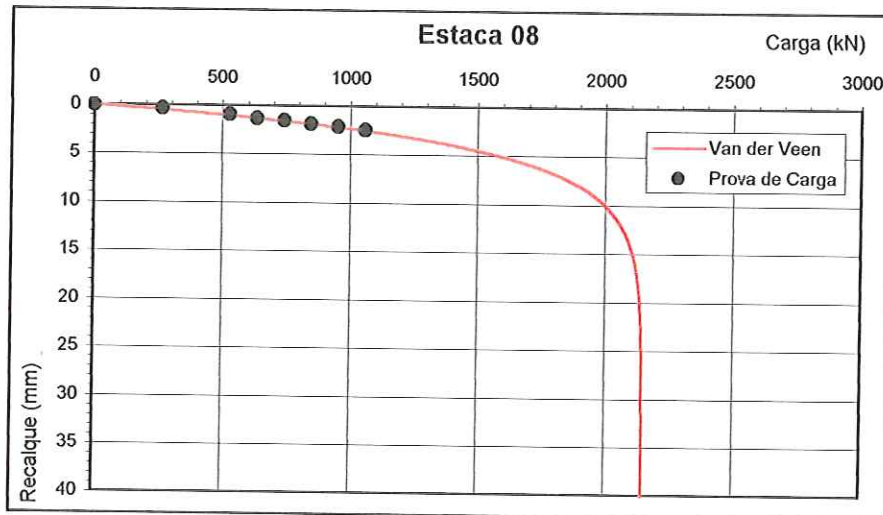


Figura 5. Prova de carga da Estaca 08 - Camaçari/BA.

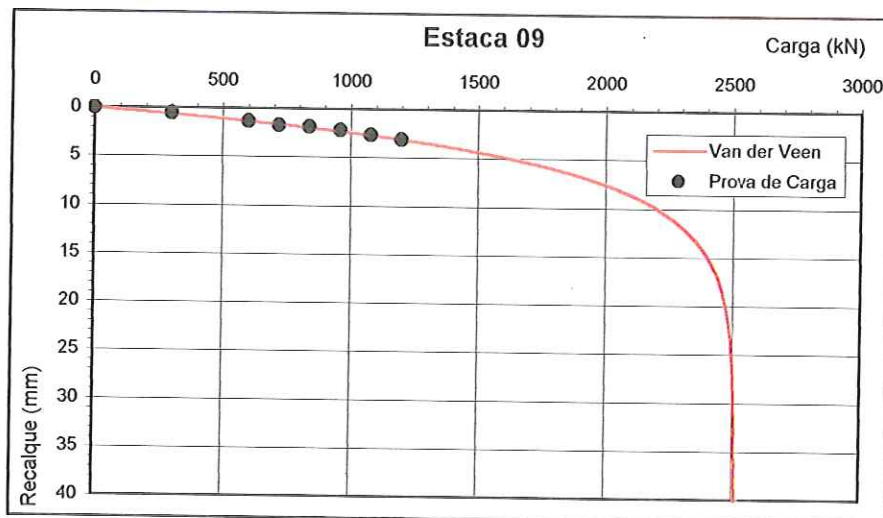


Figura 6. Prova de carga da Estaca 09 - Camaçari/BA.

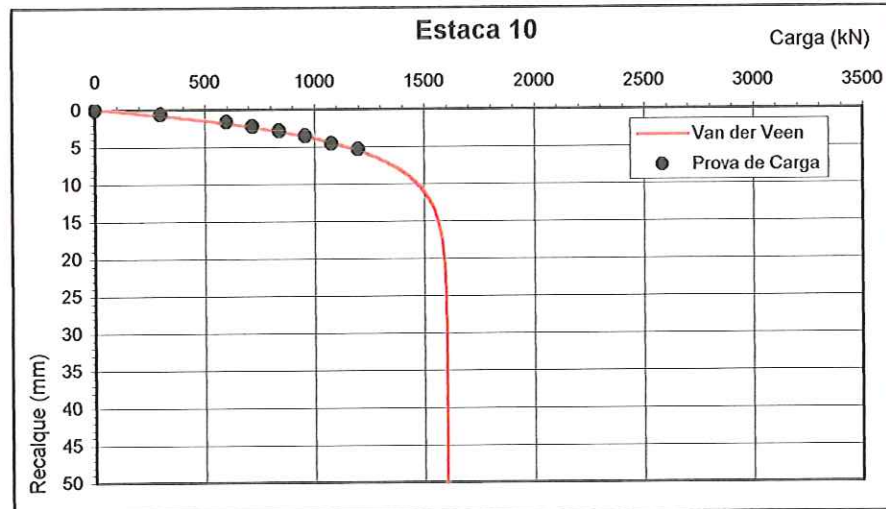


Figura 7. Prova de carga da Estaca 10 - Camaçari/BA.

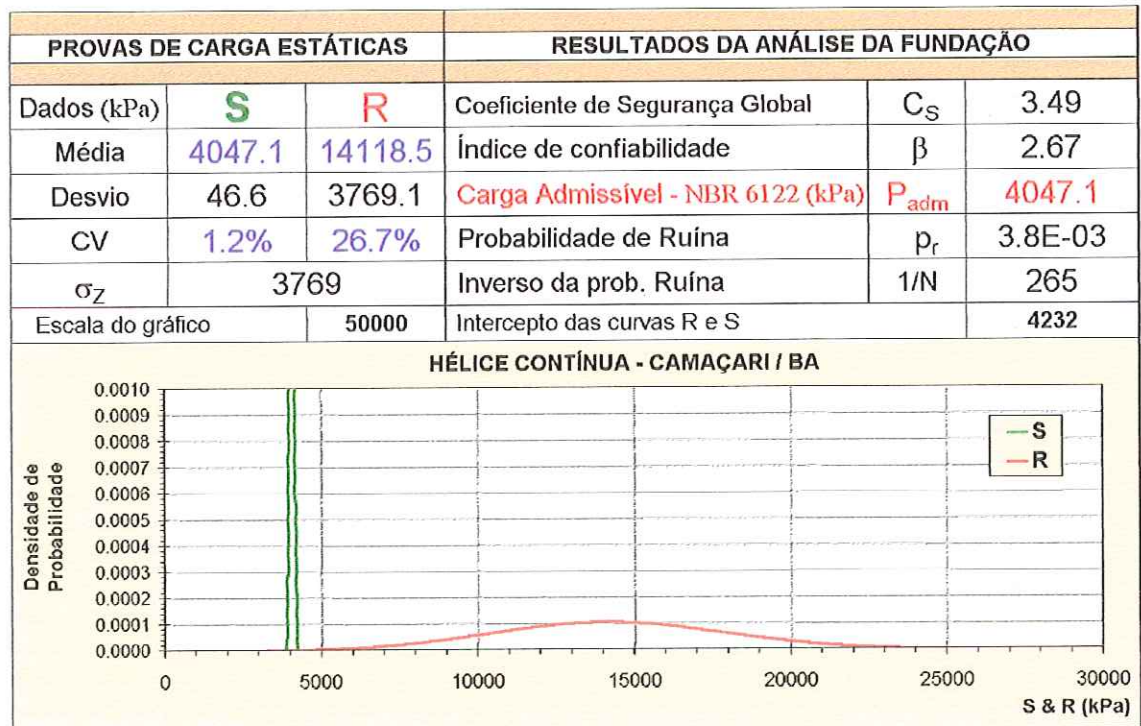


Figura 8. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996.

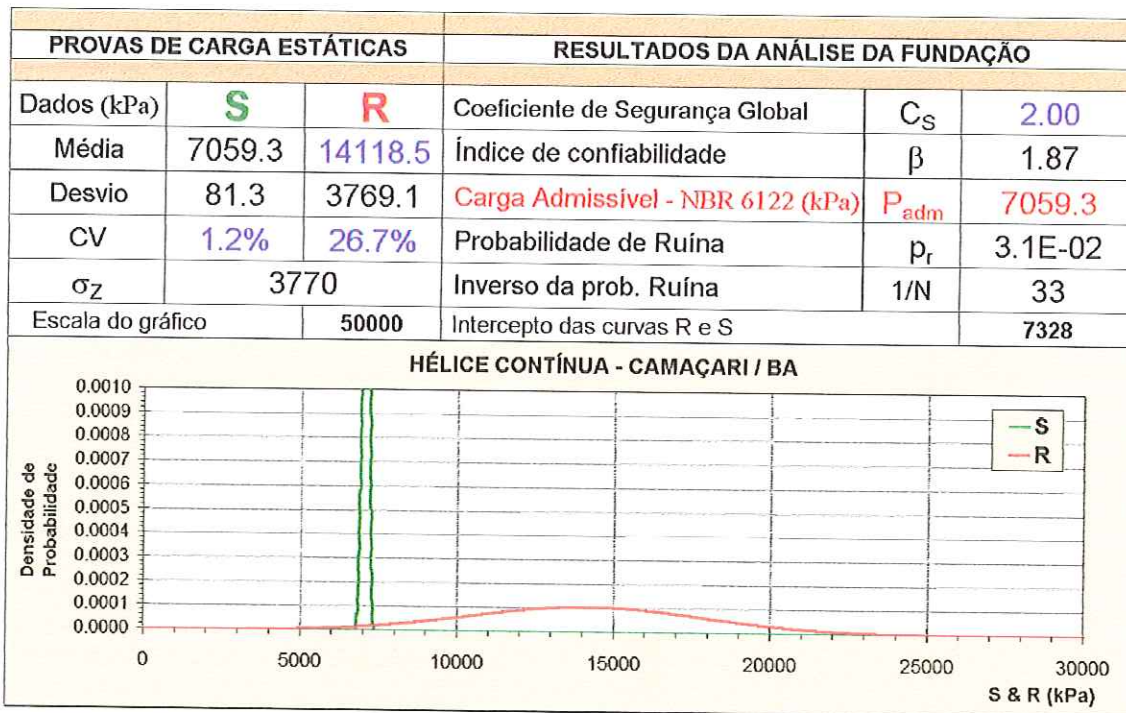


Figura 9. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$.

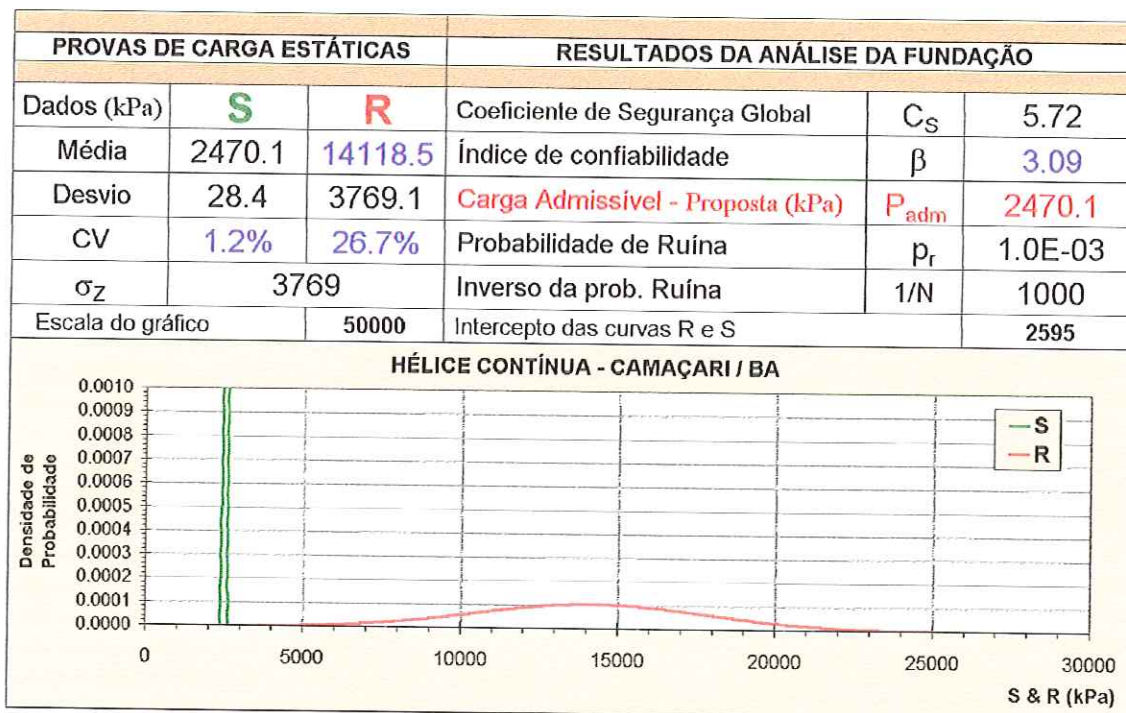


Figura 10. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$.

Tabela 8. Índice de confiabilidade x coeficiente de segurança - Bahia.

Localização		Resistência Média (kPa)	Desvio Padrão (kPa)	Coeficiente de Variação (%)
Camaçari / BA		14118.5	3769.1	26.7
CS	β	Pr	1 / Pr	P _{adm}
1.0	0.0	0.50000000	2	14118.5
2.0	1.9	0.03053915	33	7059.3
3.0	2.5	0.00625829	160	4706.2
4.0	2.8	0.00248183	403	3529.6
5.0	3.0	0.00136474	733	2823.7
6.0	3.1	0.00089959	1112	2353.1
7.0	3.2	0.00066205	1510	2016.9
8.0	3.3	0.00052349	1910	1764.8
9.0	3.3	0.00043484	2300	1568.7
10.0	3.4	0.00037417	2673	1411.9
11.0	3.4	0.00033048	3026	1283.5
12.0	3.4	0.00029775	3359	1176.5
13.0	3.5	0.00027244	3671	1086.0
14.0	3.5	0.00025235	3963	1008.5
15.0	3.5	0.00023607	4236	941.2

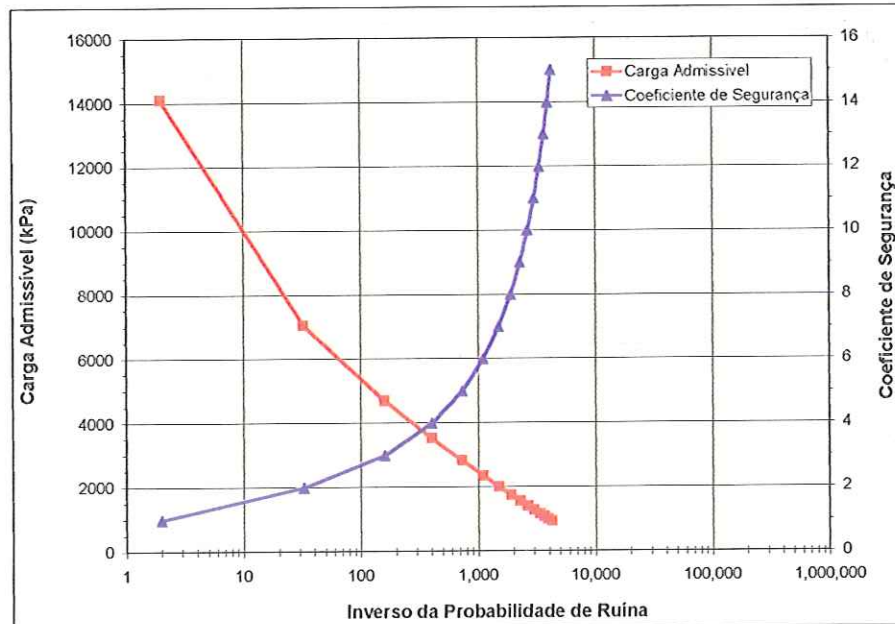


Figura 11. Carga admissível proposta – Camaçari/BA.

Tabela 9. Número de provas de cargas realizadas no Rio de Janeiro.

Rio de Janeiro	Número de Provas de Carga
Alonso (2000)	8
Alonso (2002)	2
Total	10
Analisadas	6

Tabela 10. Provas de Carga publicadas por Alonso (2000) - Rio de Janeiro.

Número	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
35	RJ	Jacarepaguá	Belfan Ind. Cosm.	Brasfond	60.0	13.5	R	2660.0
36	RJ	Jacarepaguá	Belfan Ind. Cosm.	Brasfond	60.0	13.5	R	2800.0
37	RJ	Jacarepaguá	Belfan Ind. Cosm.	Brasfond	60.0	14.5	R	2800.0
38	RJ	Jacarepaguá	Belfan Ind. Cosm.	Brasfond	60.0	14.5	R	2800.0
39	RJ	Jacarepaguá	Belfan Ind. Cosm.	Brasfond	35.0	11.0	R	1200.0
40	RJ	Jacarepaguá	Belfan Ind. Cosm.	Brasfond	50.0	11.0	R	2000.0
46	RJ	Botafogo	r. Eduardo Guinle, 55	Brasfond	50.0	22.0	L	2400.0
51	RJ	Flamengo	Praia do Flamengo	Fundesp	70.0	19.0	L	2850.0

Tabela 11. Provas de Carga publicadas por Alonso (2002) - Rio de Janeiro.

Número	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
46	RJ	Ilha do Fundão	CENPES	/	30.0	22.0	M	3320.0
47	RJ	Ilha do Fundão	CENPES	/	40.0	22.0	M	3600.0

Tabela 12. Provas de Carga publicadas por Alonso (2000, 2002) - Rio de Janeiro.

Número	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
35	RJ	Jacarepaguá	Belfan Ind. Cosm.	Brasfond	60.0	13.5	R	2660.0
36	RJ	Jacarepaguá	Belfan Ind. Cosm.	Brasfond	60.0	13.5	R	2800.0
37	RJ	Jacarepaguá	Belfan Ind. Cosm.	Brasfond	60.0	14.5	R	2800.0
38	RJ	Jacarepaguá	Belfan Ind. Cosm.	Brasfond	60.0	14.5	R	2800.0
39	RJ	Jacarepaguá	Belfan Ind. Cosm.	Brasfond	35.0	11.0	R	1200.0
40	RJ	Jacarepaguá	Belfan Ind. Cosm.	Brasfond	50.0	11.0	R	2000.0
46	RJ	Botafogo	r. Eduardo Guinle, 55	Brasfond	50.0	22.0	L	2400.0
51	RJ	Flamengo	Praia do Flamengo	Fundesp	70.0	19.0	L	2850.0
46	RJ	Ilha do Fundão	CENPES	/	30.0	22.0	M	3320.0
47	RJ	Ilha do Fundão	CENPES	/	40.0	22.0	M	3600.0

Tabela 13. Provas de Carga analisadas - Rio de Janeiro.

Número	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
35	RJ	Jacarepaguá	Belfan Ind. Cosm.	Brasfond	60.0	13.5	R	2660.0
36	RJ	Jacarepaguá	Belfan Ind. Cosm.	Brasfond	60.0	13.5	R	2800.0
37	RJ	Jacarepaguá	Belfan Ind. Cosm.	Brasfond	60.0	14.5	R	2800.0
38	RJ	Jacarepaguá	Belfan Ind. Cosm.	Brasfond	60.0	14.5	R	2800.0
39	RJ	Jacarepaguá	Belfan Ind. Cosm.	Brasfond	35.0	11.0	R	1200.0
40	RJ	Jacarepaguá	Belfan Ind. Cosm.	Brasfond	50.0	11.0	R	2000.0

Tabela 14. Curva carga x recalque das estacas analisadas.

Estágio	Estaca 35		Estaca 36		Estaca 37	
	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)
1	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
2	665.0	1.40	700.0	2.00	700.0	2.00
3	1330.0	4.30	1400.0	5.22	1400.0	5.31
4	1596.0	5.03	1680.0	7.17	1680.0	7.39
5	1862.0	7.00	1960.0	10.09	1960.0	9.67
6	2128.0	9.60	2240.0	14.02	2240.0	15.66
7	2394.0	13.69	2520.0	19.81	2520.0	27.52
8	2660.0	21.01	2800.0	27.44	2800.0	50.83
9	2394.0	19.50	2520.0	24.00	2520.0	43.00
10	2128.0	21.00	2240.0	26.14	2240.0	48.63
11	1862.0	21.00	1960.0	26.63	1960.0	49.10
12	1596.0	21.00	1680.0	26.76	1680.0	49.85
13	1330.0	21.01	1400.0	27.39	1400.0	50.21
14	665.0	21.01	700.0	27.40	700.0	50.59

Estágio	Estaca 38		Estaca 39		Estaca 40	
	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)
1	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
2	700.0	1.27	300.0	0.87	500.0	1.74
3	1400.0	4.27	600.0	2.50	1000.0	4.05
4	1680.0	5.84	720.0	3.59	1200.0	5.59
5	1960.0	7.83	840.0	4.49	1400.0	6.97
6	2240.0	10.1	960.0	6.35	1600.0	8.82
7	2520.0	13.02	1080.0	7.84	1800.0	11.50
8	2800.0	15.55	1200.0	10.74	2000.0	15.23
9	-	-	1080.0	9.00	1800.0	11.98
10	-	-	960.0	10.13	1600.0	13.66
11	-	-	840.0	10.32	1400.0	14.22
12	-	-	720.0	10.47	1200.0	14.60
13	-	-	600.0	10.56	1000.0	14.65
14	-	-	300.0	10.61	500.0	14.69

Tabela 15. Parâmetros A e B e carga de ruptura – Critério de Van der Veen.

Estaca	P_{rup} (kN)	A	B
Estaca 35	2896.8	0.1173	0.1259
Estaca 36	3049.2	0.0872	0.1002
Estaca 37	2834.4	0.0818	0.1880
Estaca 38	3493.6	0.0976	0.0601
Estaca 39	1351.5	0.1978	0.0504
Estaca 40	2297.2	0.1333	0.0098

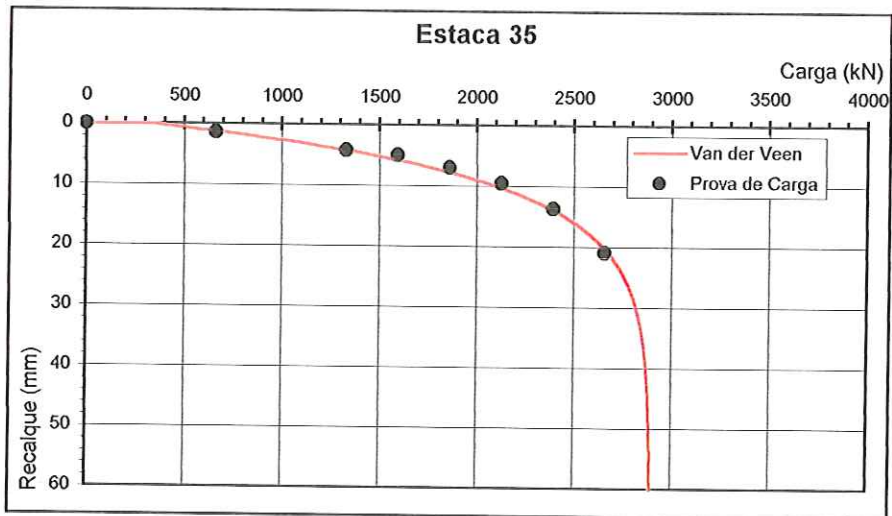


Figura 12. Prova de carga da Estaca 35 – Jacarepaguá/RJ.

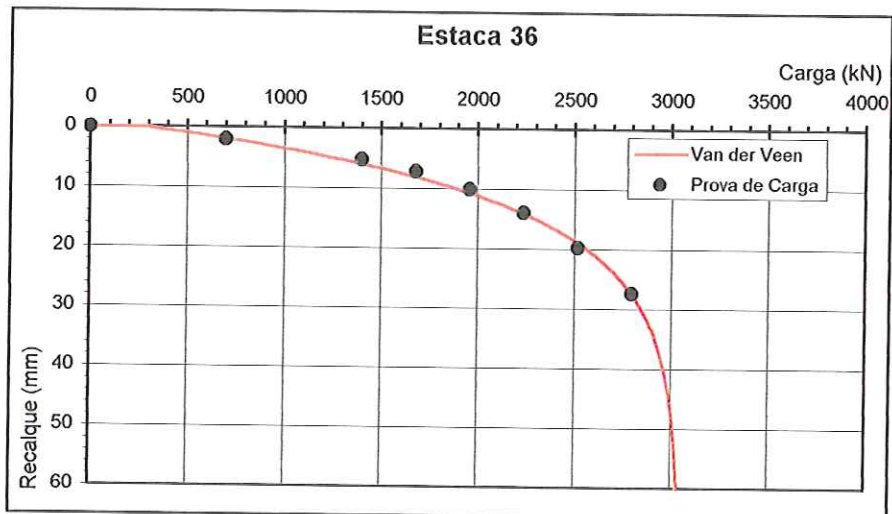


Figura 13. Prova de carga da Estaca 36 – Jacarepaguá/RJ.

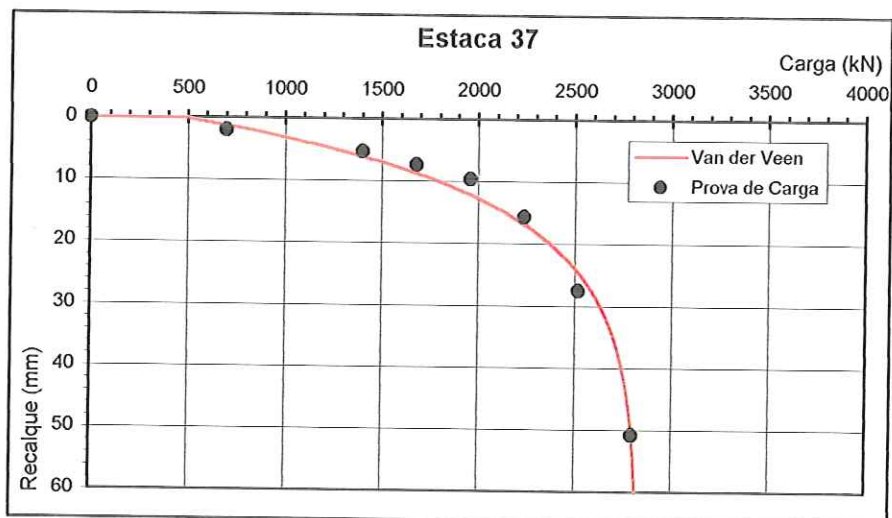


Figura 14. Prova de carga da Estaca 37 – Jacarepaguá/RJ.

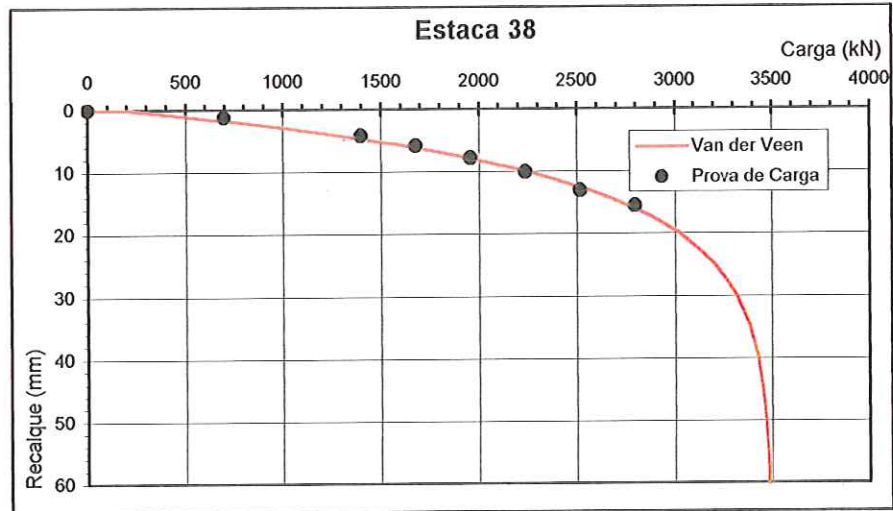


Figura 15. Prova de carga da Estaca 38 – Jacarepaguá/RJ.

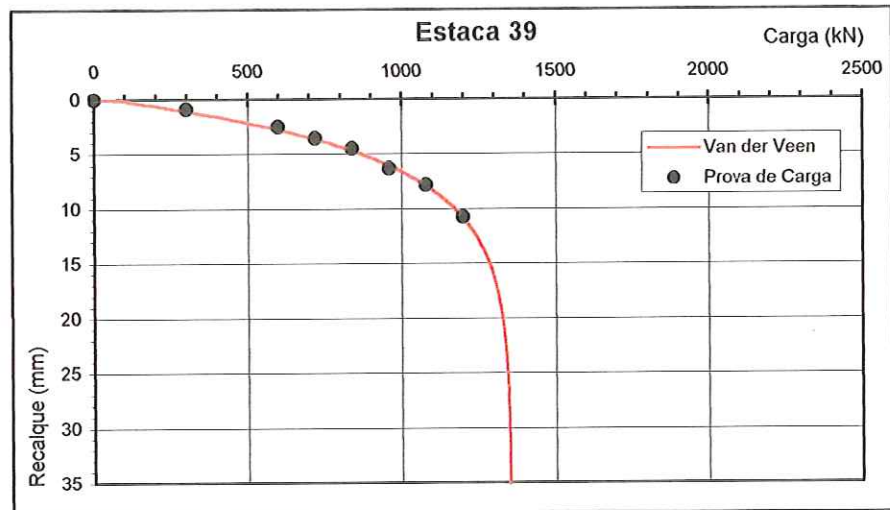


Figura 16. Prova de carga da Estaca 39 - Jacarepaguá/RJ.

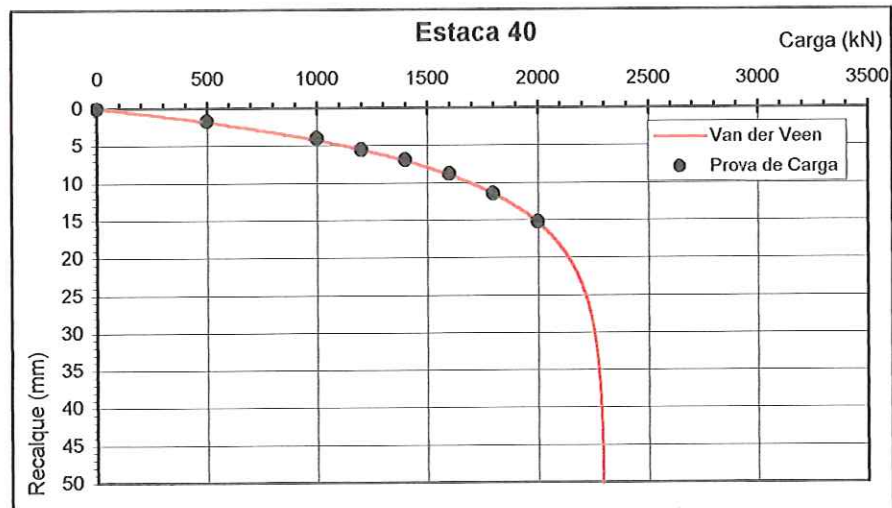


Figura 17. Prova de carga da Estaca 40 - Jacarepaguá/RJ.

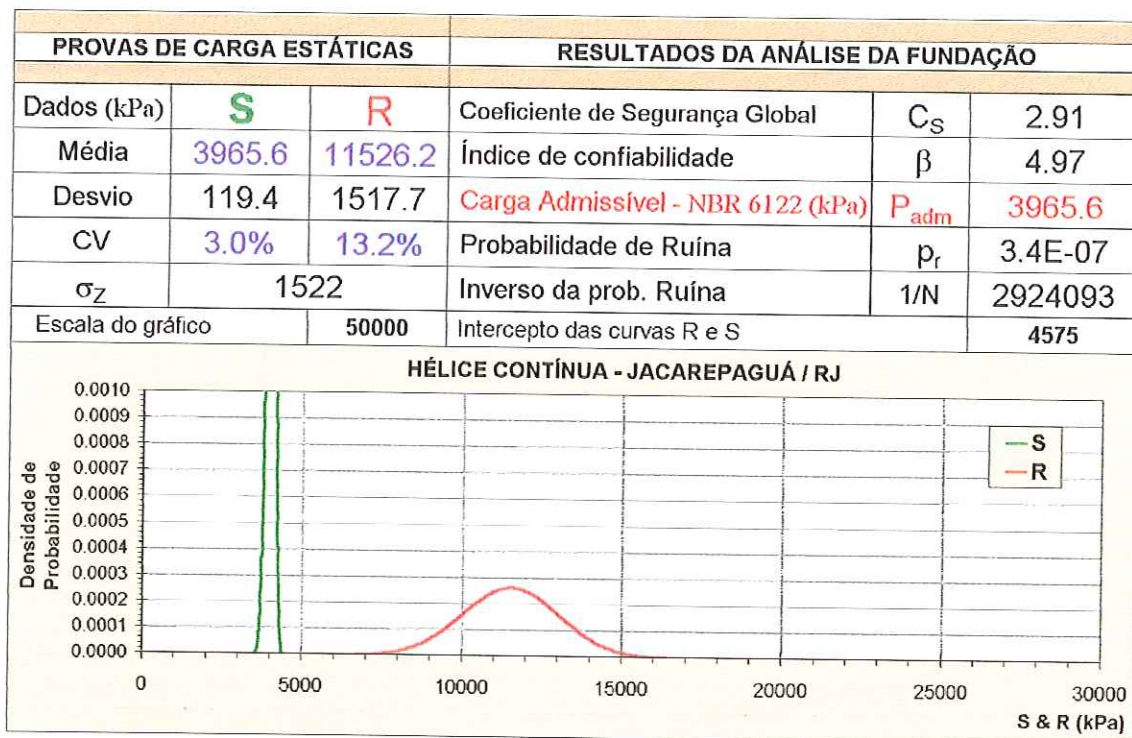
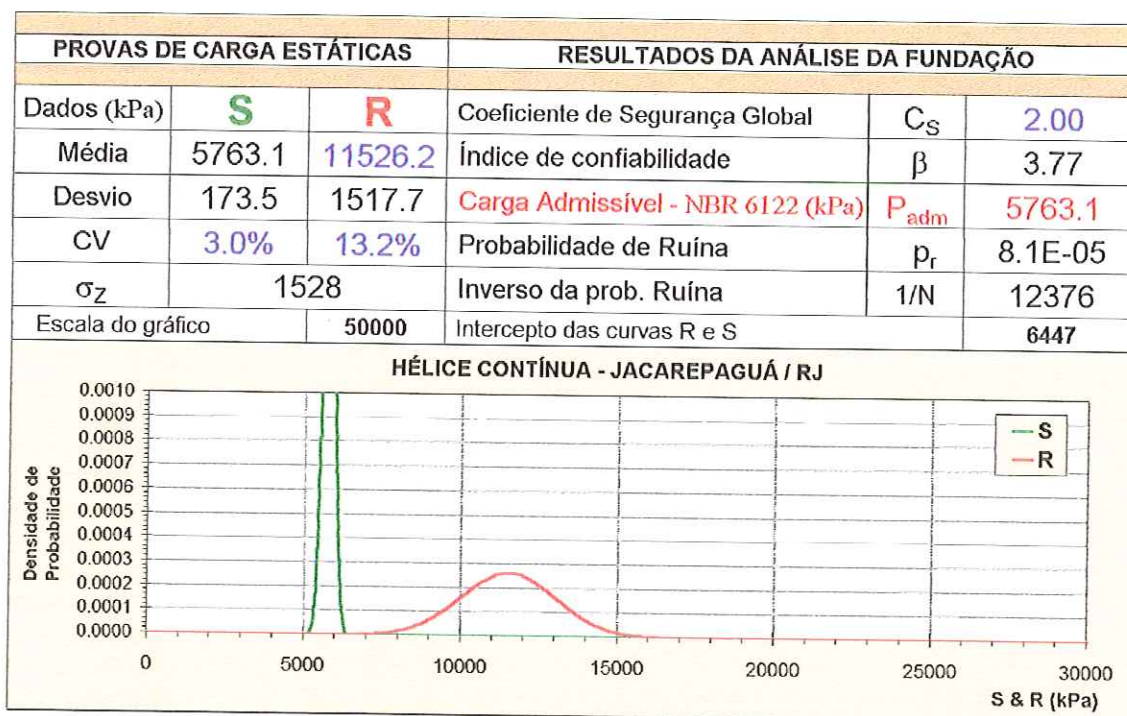


Figura 18. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996.

Figura 19. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$.

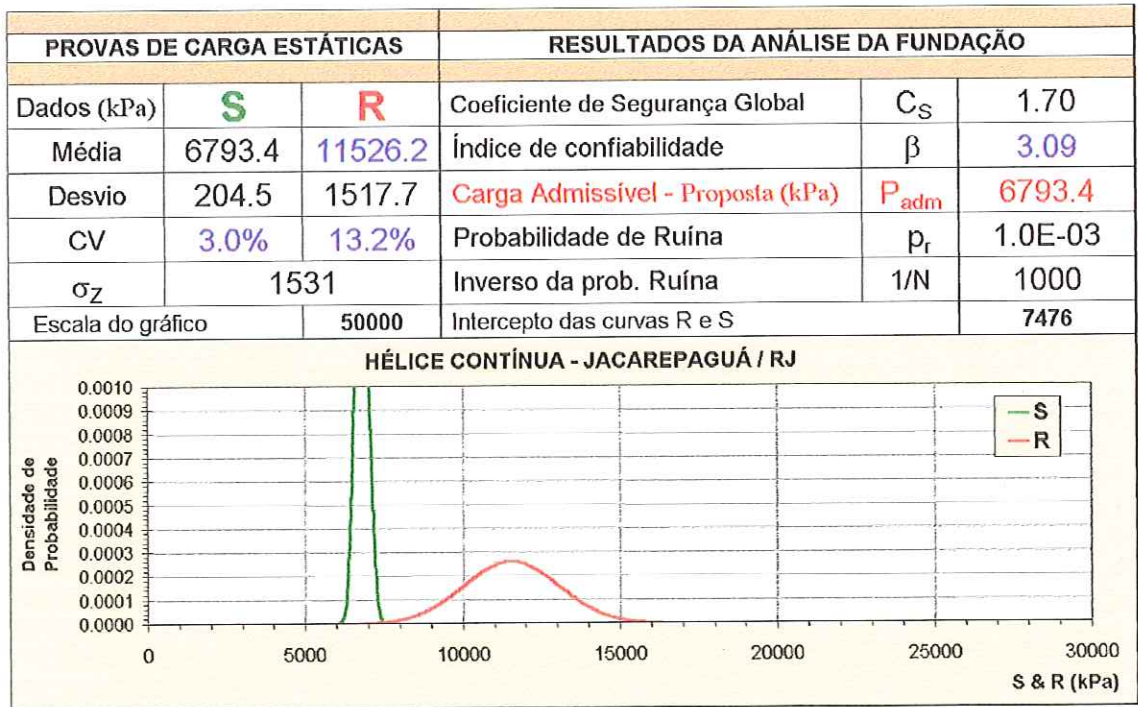


Figura 20. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$.

Tabela 16. Índice de confiabilidade x coeficiente de segurança - Rio de Janeiro.

Localização		Resistência Média (kPa)	Desvio Padrão (kPa)	Coeficiente de Variação (%)
Jacarepaguá / RJ		11526.2	1517.7	13.2
CS	β	Pr	1 / Pr	P _{adm}
1.0	0.0	0.50000000	2	11526.2
2.0	3.8	0.00007318	13665	5763.1
3.0	5.1	0.00000021	4838193	3842.1
4.0	5.7	0.00000001	162490624	2881.6
5.0	6.1	0.00000000	1613167695	2305.2
6.0	6.3	0.00000000	8057083766	1921.0
7.0	6.5	0.00000000	26409194943	1646.6
8.0	6.6	0.00000000	65698025199	1440.8
9.0	6.8	0.00000000	135145829653	1280.7
10.0	6.8	0.00000000	242552827649	1152.6
11.0	6.9	0.00000000	393447746243	1047.8
12.0	7.0	0.00000000	590907252820	960.5
13.0	7.0	0.00000000	835702287506	886.6
14.0	7.1	0.00000000	1126885932033	823.3
15.0	7.1	0.00000000	1462207671224	768.4

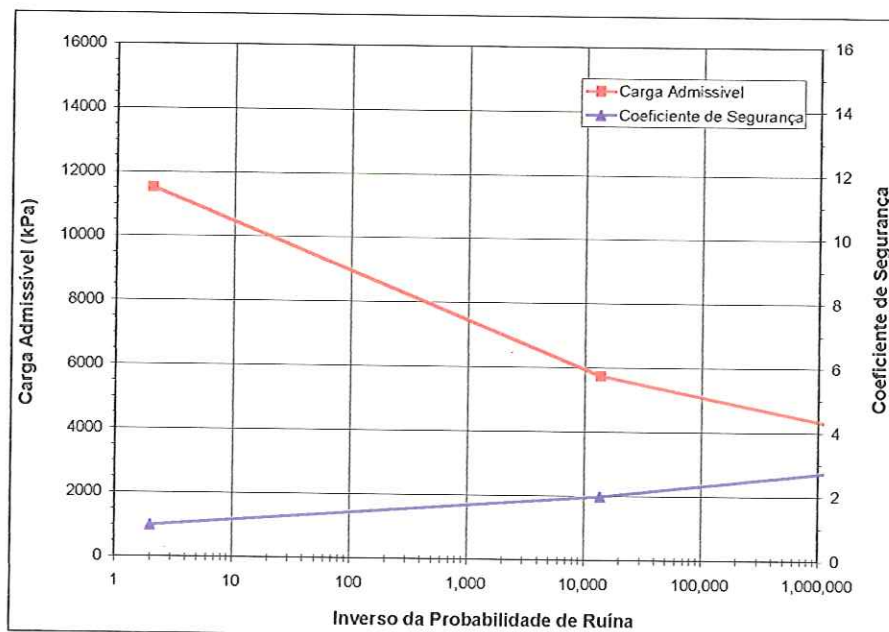


Figura 21. Carga admissível proposta - Jacarepaguá/RJ.

Tabela 17. Número de provas de cargas realizadas no Espírito Santo.

Espírito Santo	Número de Provas de Carga
Alonso (2000)	4
Alonso (2002)	5
Total	9
Analisadas	5

Tabela 18. Provas de Carga publicadas por Alonso (2000) - Espírito Santo.

Número	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
63	ES	Vitória	r. J Alexandre Buais	Geofix	70.0	23.0	M	2350.0
73	ES	Vitória	av. Dante Michelini	Geofix	50.0	26.5	L	2100.0
74	ES	Serra	C. Sid. Tubarão	Geofix	50.0	22.0	M	2600.0
77	ES	V. Velha	R. Doralice Queiroz	Geofix	70.0	11.5	M	2600.0

Tabela 19. Provas de Carga publicadas por Alonso (2002) - Espírito Santo.

Número	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
20	ES	Aracruz	Aracruz Celulose	/	60.0	16.0	M	2570.0
21	ES	Aracruz	Aracruz Celulose	/	40.0	16.0	M	1310.0
22	ES	Aracruz	Aracruz Celulose	/	70.0	19.0	M	2400.0
23	ES	Aracruz	Aracruz Celulose	/	70.0	18.0	M	2600.0
24	ES	Aracruz	Aracruz Celulose	/	60.0	15.0	M	2570.0

Tabela 20. Provas de Carga publicadas por Alonso (2000, 2002) - Espírito Santo.

Número	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
63	ES	Vitória	r. J Alexandre Buais	Geofix	70.0	23.0	M	2350.0
73	ES	Vitória	av. Dante Michelini	Geofix	50.0	26.5	L	2100.0
74	ES	Serra	C. Sid. Tubarão	Geofix	50.0	22.0	M	2600.0
77	ES	V. Velha	R. Doralice Queiroz	Geofix	70.0	11.5	M	2600.0
20	ES	Aracruz	Aracruz Celulose	/	60.0	16.0	M	2570.0
21	ES	Aracruz	Aracruz Celulose	/	40.0	16.0	M	1310.0
22	ES	Aracruz	Aracruz Celulose	/	70.0	19.0	M	2400.0
23	ES	Aracruz	Aracruz Celulose	/	70.0	18.0	M	2600.0
24	ES	Aracruz	Aracruz Celulose	/	60.0	15.0	M	2570.0

Tabela 21. Provas de Carga analisadas – Espírito Santo.

Número	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
20	ES	Aracruz	Aracruz Celulose	/	60.0	16.0	M	2570.0
21	ES	Aracruz	Aracruz Celulose	/	40.0	16.0	M	1310.0
22	ES	Aracruz	Aracruz Celulose	/	70.0	19.0	M	2400.0
23	ES	Aracruz	Aracruz Celulose	/	70.0	18.0	M	2600.0
24	ES	Aracruz	Aracruz Celulose	/	60.0	15.0	M	2570.0

Tabela 22. Curva carga x recalque das estacas analisadas.

Estágio	Estaca 20		Estaca 21		Estaca 22	
	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)
1	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
2	642.5	0.65	327.5	0.46	600.0	0.45
3	1285.0	1.90	655.0	1.10	1200.0	0.95
4	1542.0	2.45	786.0	1.55	1440.0	1.18
5	1799.0	3.00	917.0	1.98	1680.0	1.45
6	2056.0	4.00	1048.0	2.40	1920.0	1.74
7	2313.0	5.50	1179.0	2.90	2160.0	2.15
8	2570.0	7.52	1310.0	3.54	2400.0	2.64
9	2313.0	5.70	1179.0	1.60	2160.0	1.69
10	2056.0	6.60	1048.0	2.55	1920.0	2.14
11	1799.0	6.95	917.0	2.85	1680.0	2.30
12	1542.0	7.10	786.0	3.05	1440.0	2.45
13	1285.0	7.35	655.0	3.30	1200.0	2.56
14	642.5	7.50	327.5	3.40	600.0	2.60

Estágio	Estaca 23		Estaca 24	
	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)
1	0.0	0.00	0.0	0.00
2	650.0	0.46	642.5	0.44
3	1300.0	1.18	1285.0	1.10
4	1560.0	1.64	1542.0	1.44
5	1820.0	2.06	1799.0	1.80
6	2080.0	2.57	2056.0	2.20
7	2340.0	3.20	2313.0	2.86
8	2600.0	4.08	2570.0	3.66
9	2340.0	3.08	2313.0	2.26
10	2080.0	3.60	2056.0	2.97
11	1820.0	3.64	1799.0	3.15
12	1560.0	3.90	1542.0	3.35
13	1300.0	4.00	1285.0	3.50
14	650.0	4.08	642.5	3.64

Tabela 23. Parâmetros A e B e carga de ruptura – Critério de Van der Veen.

Estaca	P_{rup} (kN)	A	B
Estaca 20	2825.0	0.3142	0.0270
Estaca 21	1796.8	0.3605	0.0212
Estaca 22	3299.4	0.4988	-0.0120
Estaca 23	3211.1	0.4004	0.0213
Estaca 24	3090.7	0.4840	0.0066

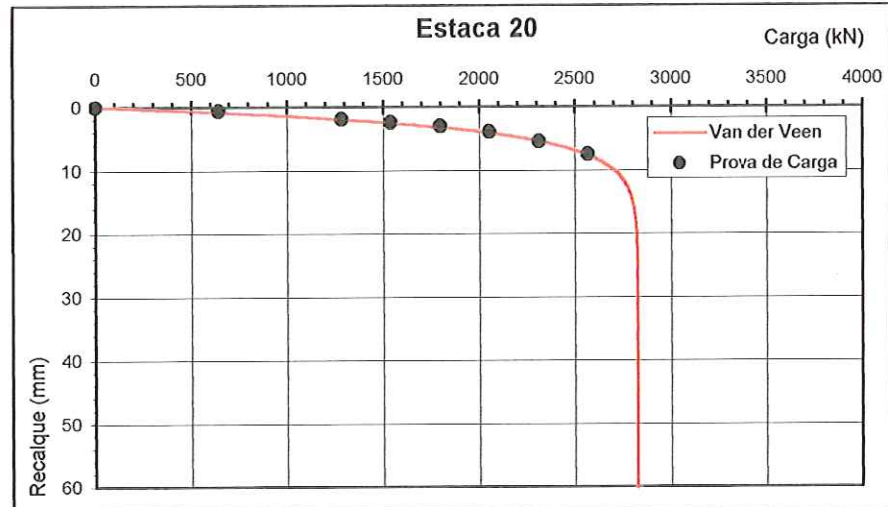


Figura 22. Prova de carga da Estaca 20 – Aracruz/ES.

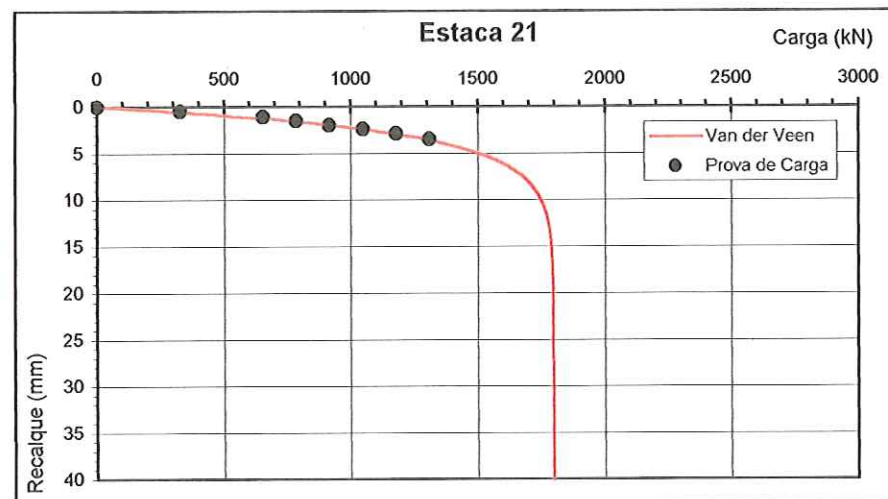


Figura 23. Prova de carga da Estaca 21 – Aracruz/ES.

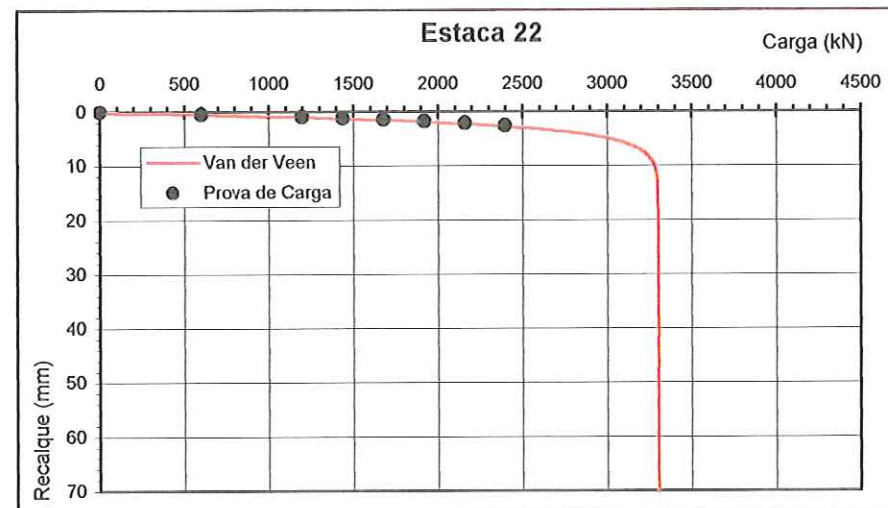


Figura 24. Prova de carga da Estaca 22 – Aracruz/ES.

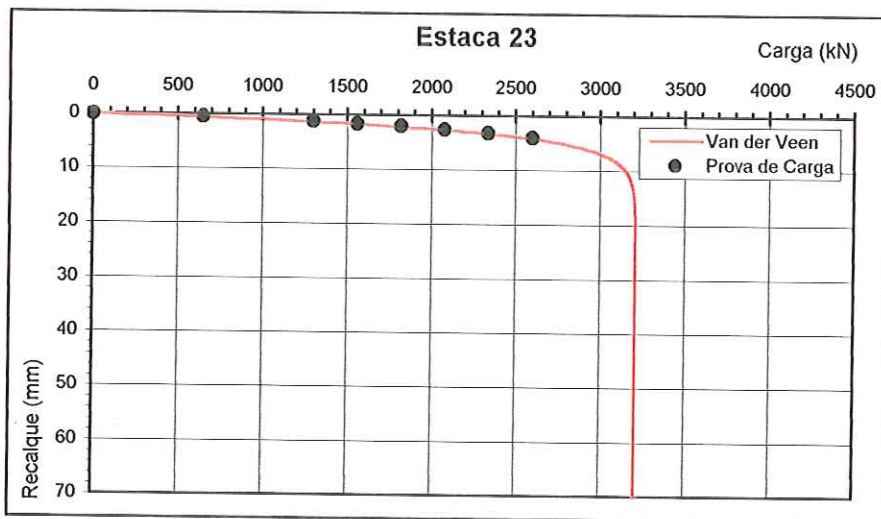


Figura 25. Prova de carga da Estaca 23 – Aracruz/ES.

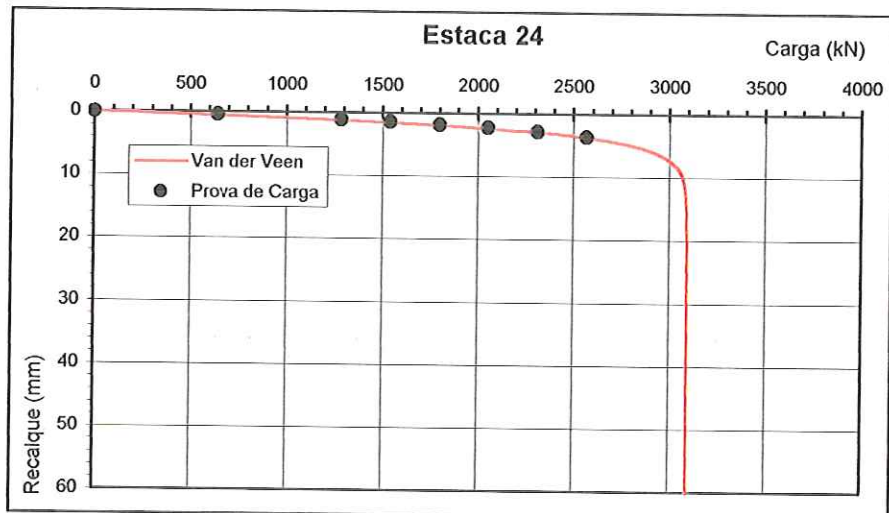


Figura 26. Prova de carga da Estaca 24 - Aracruz/ES.

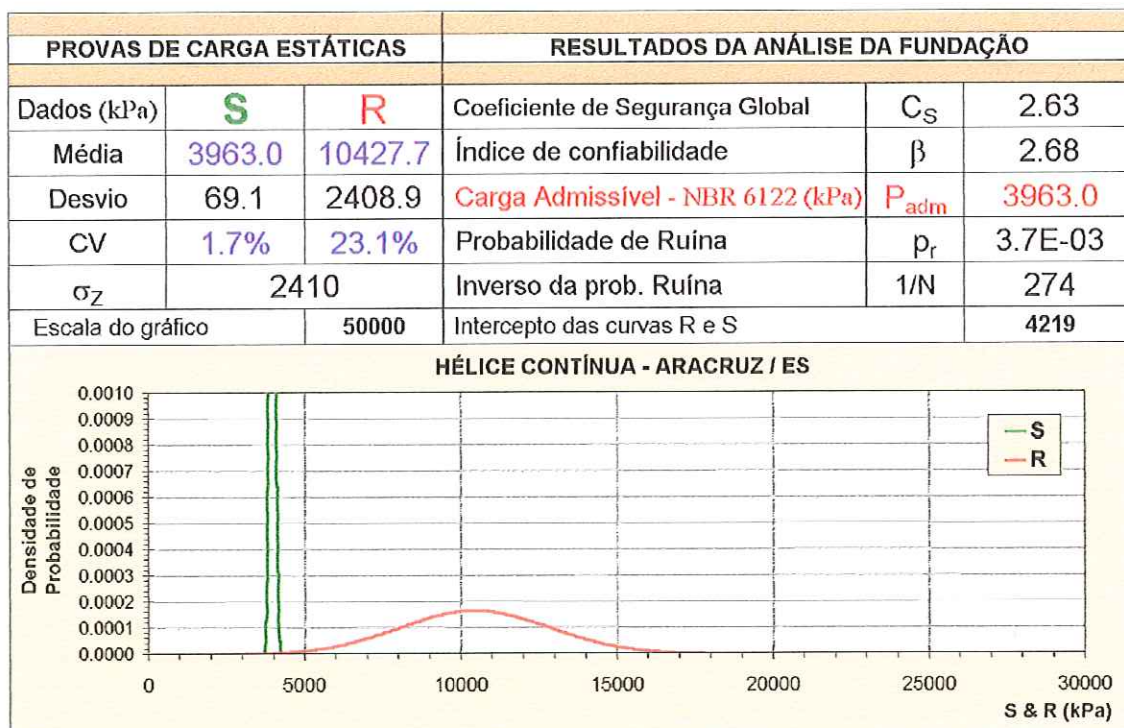


Figura 27. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996.

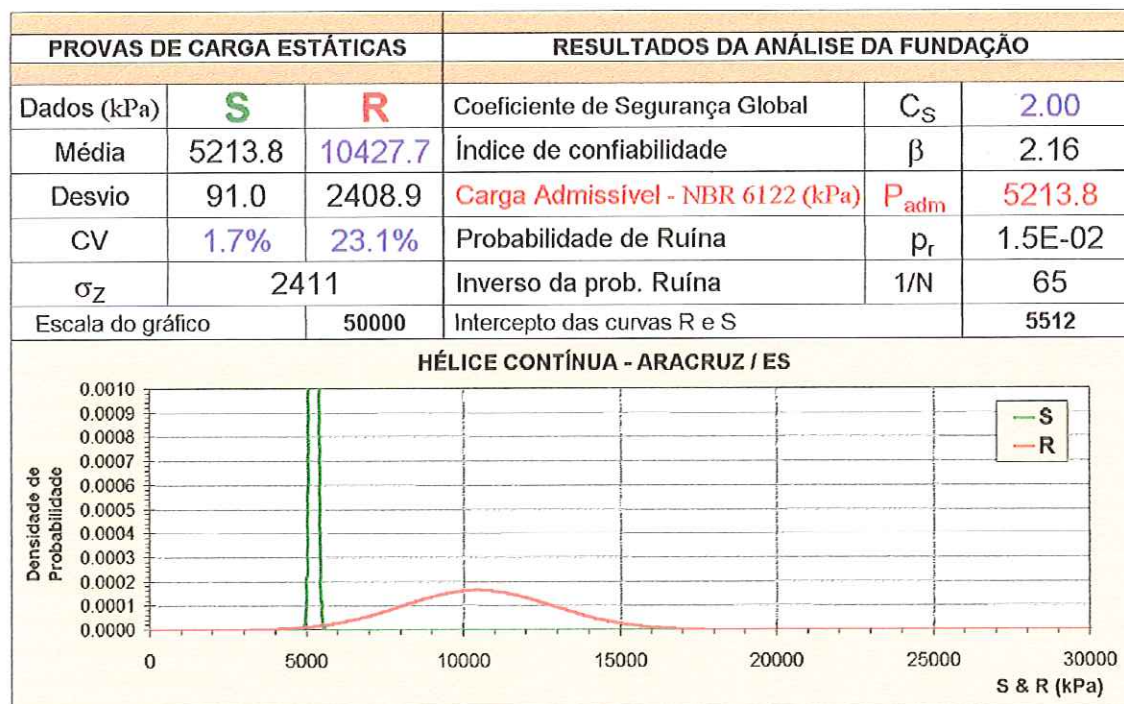


Figura 28. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$.

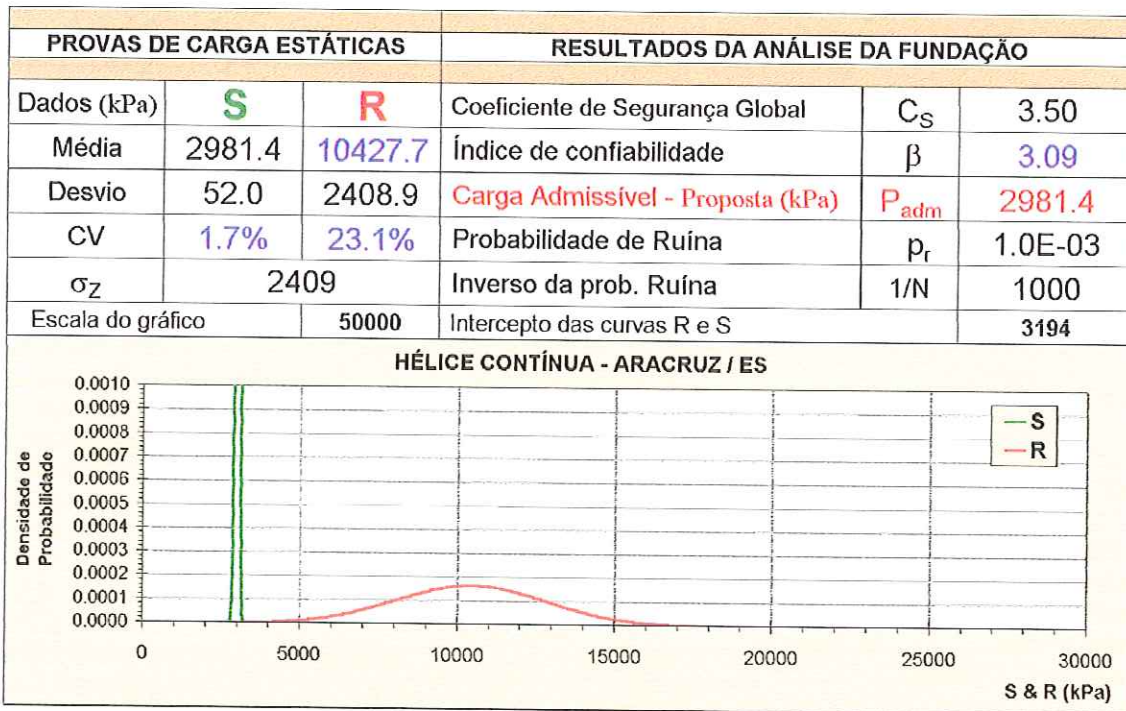


Figura 29. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$.

Tabela 24. Índice de confiabilidade x coeficiente de segurança – Espírito Santo.

Localização		Resistência Média (kPa)	Desvio Padrão (kPa)	Coeficiente de Variação (%)
Aracruz / ES		10427.7	2408.9	23.1
CS	β	Pr	1 / Pr	P _{adm}
1.0	0.0	0.50000000	2	10427.7
2.0	2.2	0.01521635	66	5213.9
3.0	2.9	0.00195166	512	3475.9
4.0	3.2	0.00058399	1712	2606.9
5.0	3.5	0.00026708	3744	2085.5
6.0	3.6	0.00015471	6464	1738.0
7.0	3.7	0.00010349	9663	1489.7
8.0	3.8	0.00007604	13150	1303.5
9.0	3.8	0.00005960	16778	1158.6
10.0	3.9	0.00004893	20438	1042.8
11.0	3.9	0.00004157	24059	948.0
12.0	4.0	0.00003624	27592	869.0
13.0	4.0	0.00003225	31010	802.1
14.0	4.0	0.00002916	34294	744.8
15.0	4.0	0.00002671	37436	695.2

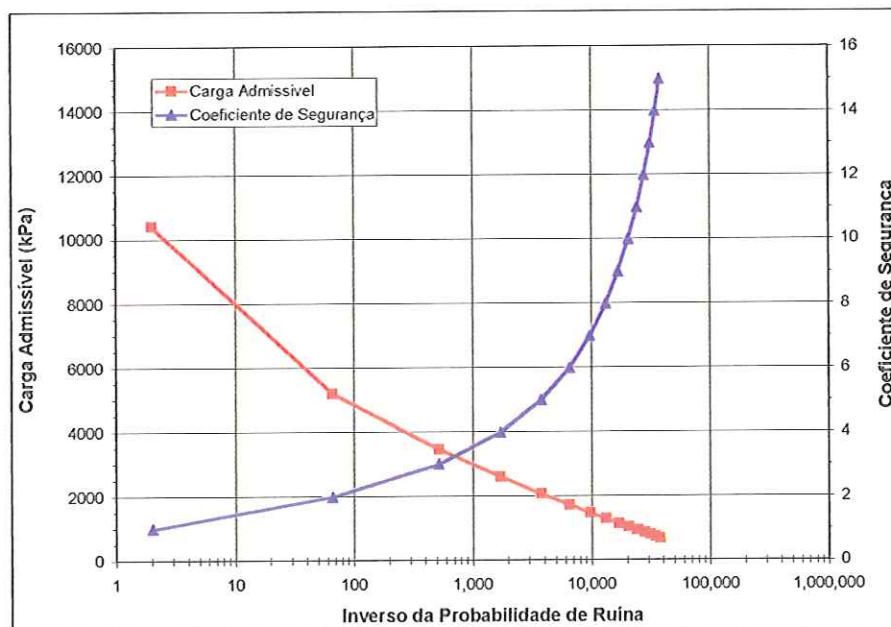


Figura 30. Carga admissível proposta - Aracruz/ES.

Tabela 25. Número de provas de cargas realizadas em Santa Catarina.

Santa Catarina	Número de Provas de Carga
Alonso (2000)	3
Alonso (2002)	5
Total	8
Analisadas	4

Tabela 26. Provas de Carga publicadas por Alonso (2000) - Santa Catarina.

Número	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
19	SC	Florianópolis	av. Beira Mar Norte	Geofix	50.0	12.9	M	2000.0
62	SC	Blumenau	Forum	Geofix	60.0	16.6	M	2000.0
65	SC	Florianópolis	Pça Estevez Jr	Geofix	70.0	6.2	M	1960.0

Tabela 27. Provas de Carga publicadas por Alonso (2002) - Santa Catarina.

Número	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
15	SC	São Jose	R. Eliseu Bernard	/	50.0	21.0	R	2020.0
34	SC	S. Fco. Do Sul	Vega Sul	/	50.0	17.0	M	2260.0
35	SC	S. Fco. Do Sul	Vega Sul	/	50.0	17.0	M	2110.0
36	SC	S. Fco. Do Sul	Vega Sul	/	50.0	13.5	M	1650.0
37	SC	S. Fco. Do Sul	Vega Sul	/	40.0	14.5	M	1220.0

Tabela 28. Provas de Carga publicadas por Alonso (2000, 2002) - Santa Catarina.

Número	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
19	SC	Florianópolis	av. Beira Mar Norte	Geofix	50.0	12.9	M	2000.0
62	SC	Blumenau	Forum	Geofix	60.0	16.6	M	2000.0
65	SC	Florianópolis	Pça Estevez Jr	Geofix	70.0	6.2	M	1960.0
15	SC	São Jose	R. Eliseu Bernard	/	50.0	21.0	R	2020.0
34	SC	S. Fco. Do Sul	Vega Sul	/	50.0	17.0	M	2260.0
35	SC	S. Fco. Do Sul	Vega Sul	/	50.0	17.0	M	2110.0
36	SC	S. Fco. Do Sul	Vega Sul	/	50.0	13.5	M	1650.0
37	SC	S. Fco. Do Sul	Vega Sul	/	40.0	14.5	M	1220.0

Tabela 29. Provas de Carga analisadas - Santa Catarina.

Número	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
34	SC	S. Fco. Do Sul	Vega Sul	/	50.0	17.0	M	2260.0
35	SC	S. Fco. Do Sul	Vega Sul	/	50.0	17.0	M	2110.0
36	SC	S. Fco. Do Sul	Vega Sul	/	50.0	13.5	M	1650.0
37	SC	S. Fco. Do Sul	Vega Sul	/	40.0	14.5	M	1220.0

Tabela 30. Curva carga x recalque das estacas analisadas.

Estágio	Estaca 34		Estaca 35		Estaca 36		Estaca 37	
	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)
1	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
2	565.0	1.30	527.5	1.00	412.5	0.60	305.0	0.90
3	1130.0	4.40	1055.0	2.73	825.0	1.90	610.0	2.00
4	1356.0	6.60	1266.0	3.80	990.0	2.30	732.0	2.41
5	1582.0	7.40	1477.0	5.18	1155.0	3.00	854.0	2.85
6	1808.0	9.30	1688.0	6.50	1320.0	5.00	976.0	4.26
7	2034.0	11.80	1899.0	8.20	1485.0	10.00	1098.0	8.00
8	2260.0	14.35	2110.0	10.50	1650.0	87.47	1220.0	18.69
9	2034.0	9.50	1899.0	5.70	1485.0	85.00	1098.0	17.00
10	1808.0	11.80	1688.0	8.40	1320.0	86.00	976.0	18.00
11	1582.0	12.90	1477.0	9.00	1155.0	86.50	854.0	18.30
12	1356.0	13.20	1266.0	9.61	990.0	86.50	732.0	18.50
13	1130.0	13.70	1055.0	10.00	825.0	87.00	610.0	18.60
14	565.0	14.20	527.5	10.40	412.5	87.00	305.0	18.69

Tabela 31. Parâmetros A e B e carga de ruptura – Critério de Van der Veen.

Estaca	P_{rup} (kN)	A	B
Estaca 34	2999.8	0.0941	0.0374
Estaca 35	2523.0	0.1667	0.0430
Estaca 36	1650.2	0.0907	0.6903
Estaca 37	1223.5	0.3012	0.1198

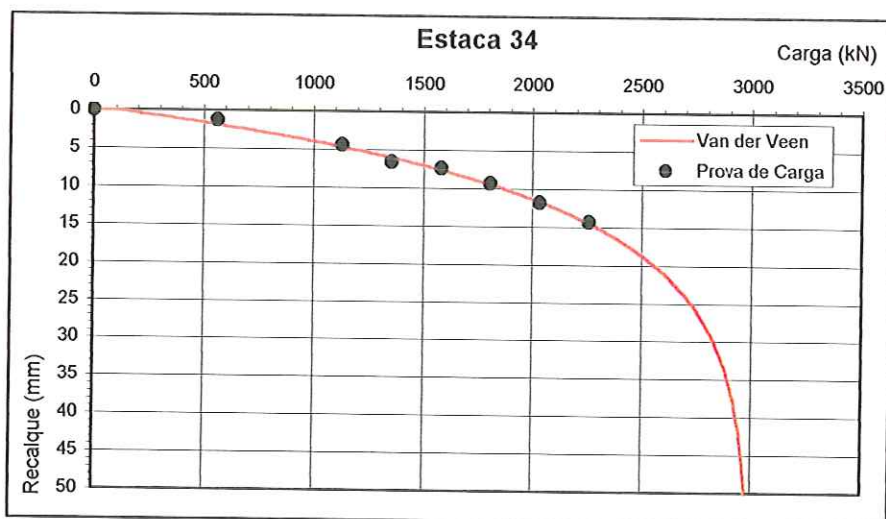


Figura 31. Prova de carga da Estaca 34 – São Francisco do Sul/SC.

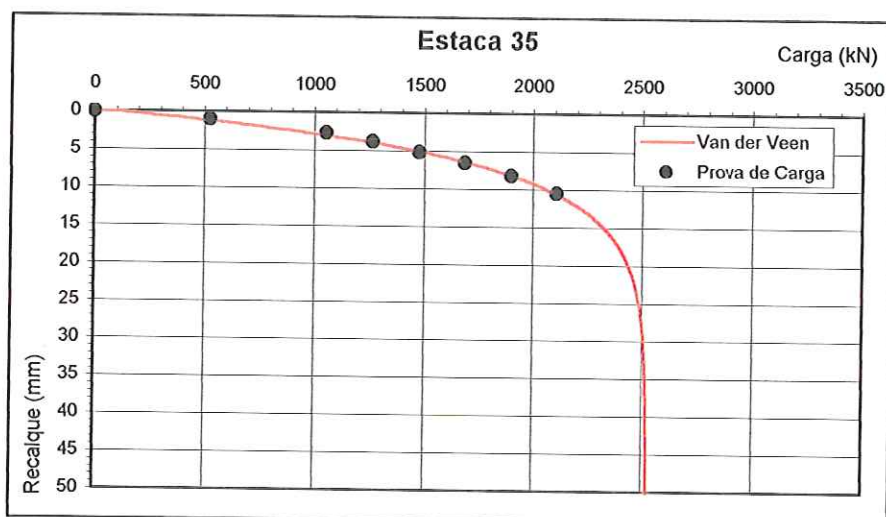


Figura 32. Prova de carga da Estaca 35 – São Francisco do Sul/SC.

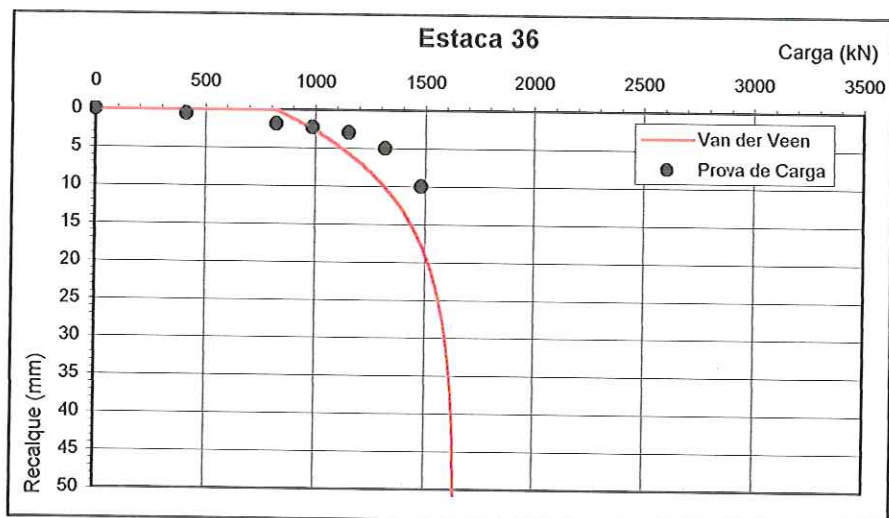


Figura 33. Prova de carga da Estaca 36 – São Francisco do Sul/SC.

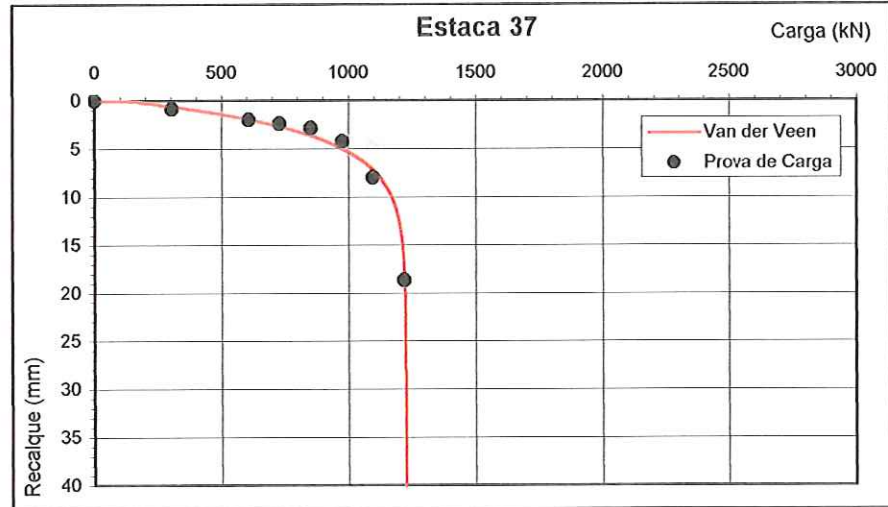


Figura 34. Prova de carga da Estaca 37 – São Francisco do Sul/SC.

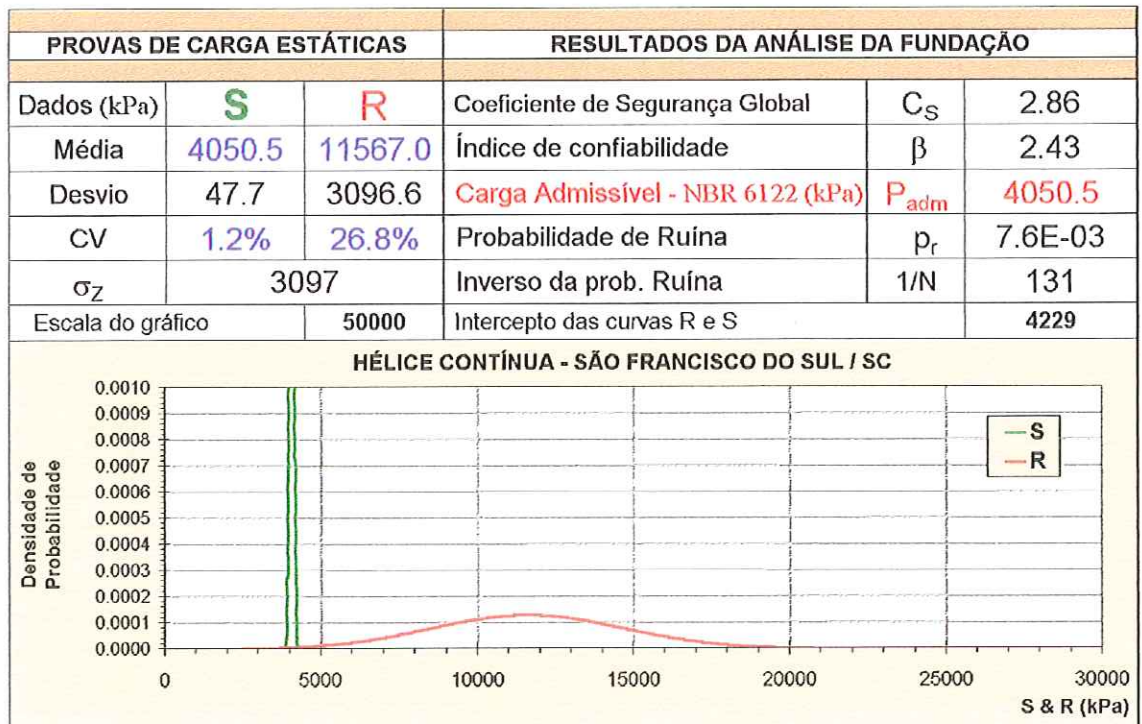


Figura 35. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996.

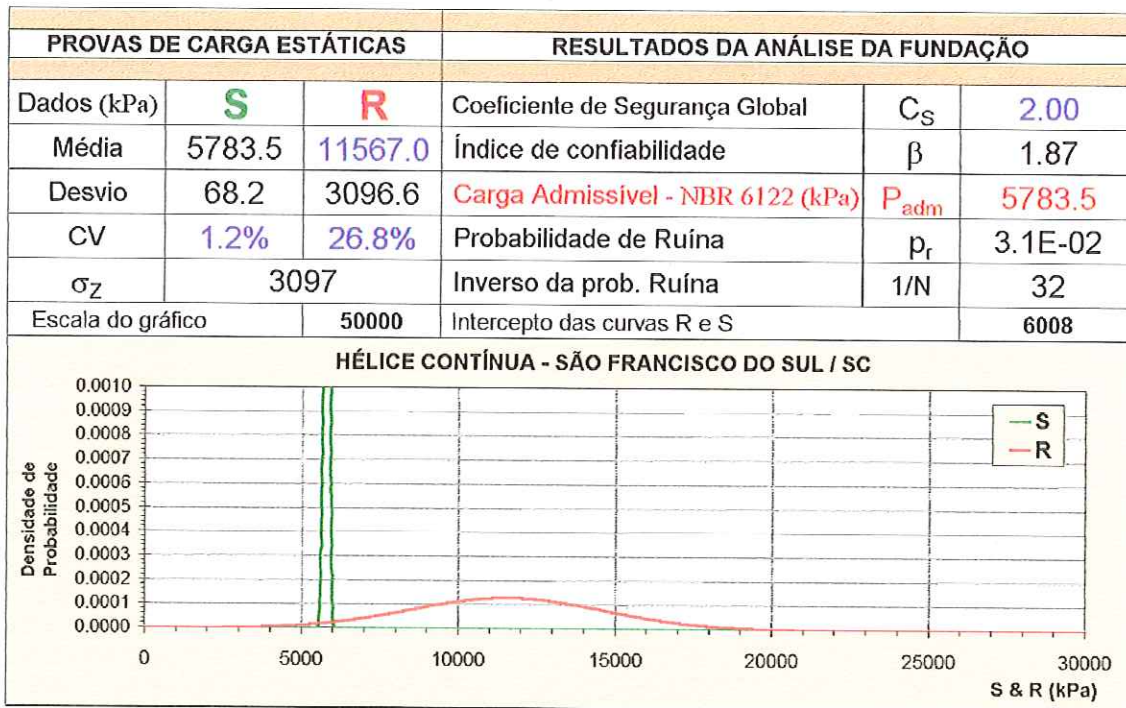


Figura 36. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$.

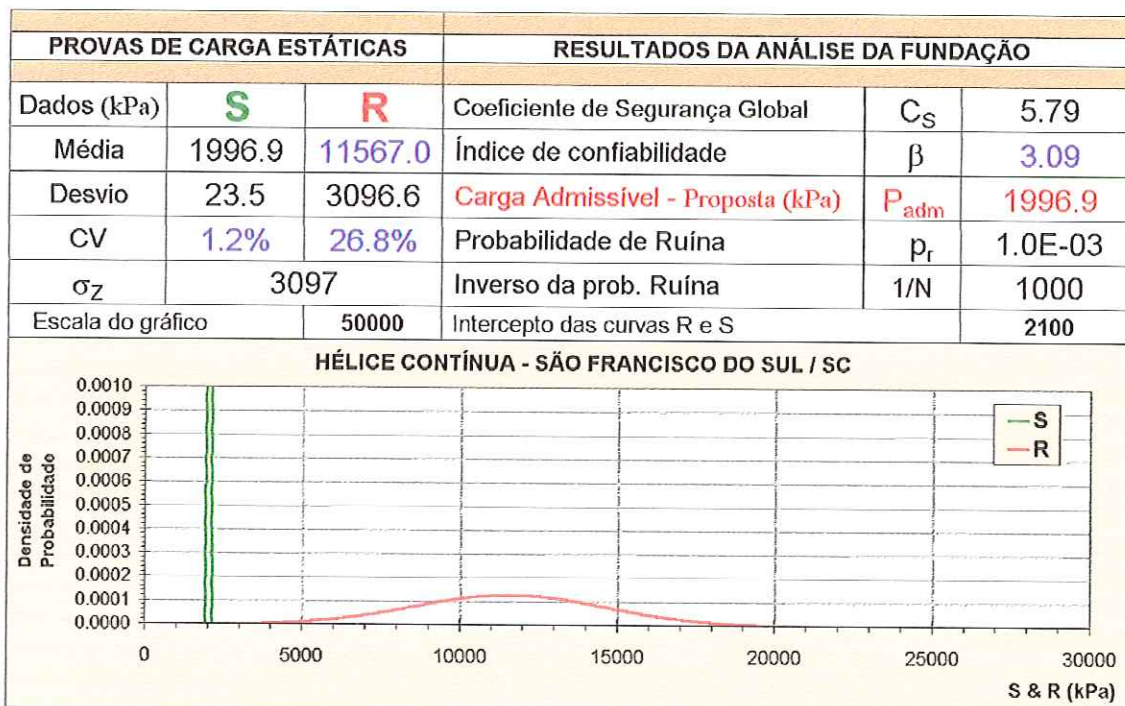


Figura 37. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$.

Tabela 32. Índice de confiabilidade x coeficiente de segurança - Santa Catarina.

Localização		Resistência Média (kPa)	Desvio Padrão (kPa)	Coeficiente de Variação (%)
São Francisco do Sul / SC		11567.0	3096.6	26.8
CS	β	Pr	1 / Pr	P_{adm}
1.0	0.0	0.50000000	2	11567.0
2.0	1.9	0.03090233	32	5783.5
3.0	2.5	0.00638253	157	3855.7
4.0	2.8	0.00254302	393	2891.8
5.0	3.0	0.00140269	713	2313.4
6.0	3.1	0.00092660	1079	1927.8
7.0	3.2	0.00068302	1464	1652.4
8.0	3.3	0.00054073	1849	1445.9
9.0	3.3	0.00044959	2224	1285.2
10.0	3.4	0.00038717	2583	1156.7
11.0	3.4	0.00034219	2922	1051.5
12.0	3.4	0.00030846	3242	963.9
13.0	3.4	0.00028237	3541	889.8
14.0	3.5	0.00026166	3822	826.2
15.0	3.5	0.00024486	4084	771.1

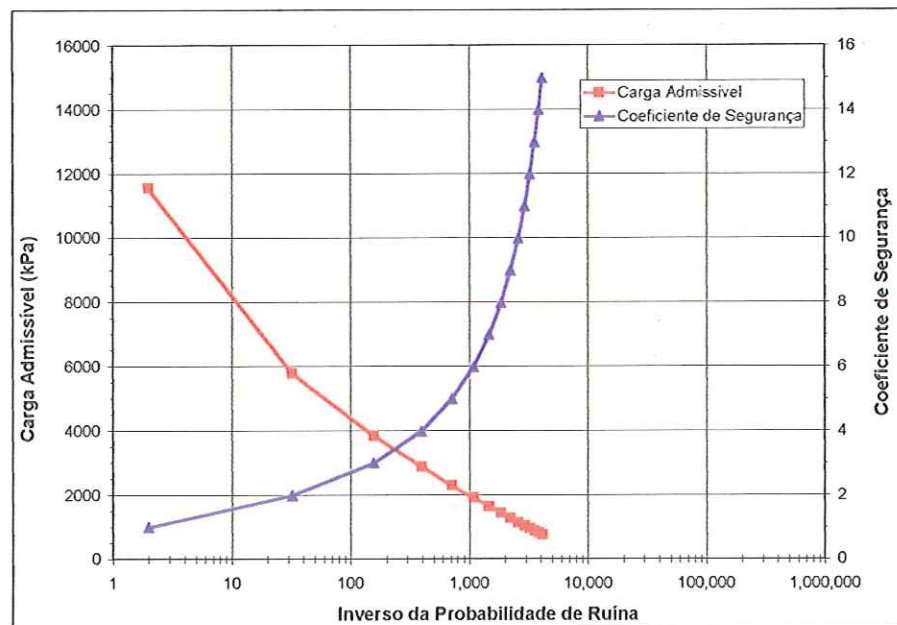


Figura 38. Carga admissível proposta - São Francisco do Sul/SC.

Tabela 33. Número de provas de cargas realizadas em São Paulo.

São Paulo	Número de Provas de Carga
Alonso (2000)	36
Alonso (2002)	16
Total	52
1º Análise	6
2º Análise	6
3º Análise	5
Analisadas	17

Tabela 34. Provas de Carga publicadas por Alonso (2000) - São Paulo.

Estaca	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
1	SP	Brooklin	r. B. Triunfo, 277	Geofix	35.0	11.6	R	1320.0
2	SP	Brooklin	r. B. Triunfo, 278	Geofix	35.0	8.6	L	940.0
3	SP	Tatuapé	r. Aguapeí, 300	Geofix	60.0	16.0	L	2600.0
4	SP	Brooklin	r. Arizona	Geofix	70.0	14.7	L	4400.0
5	SP	Tatuapé	r. Cônego A Lessa, 353	Geofix (RSR 20, n 1)	60.0	16.1	M	3630.0
12	SP	Santana	av. Zachí Narchi, 536	Geofix (ABMS)	40.0	15.0	M	1600.0
21	SP	V. Madalena	r. Harmonia, 131	Geofix	80.0	11.8	L	4140.0
23	SP	Lapa	av. Francisco Matarazo	Geofix	70.0	17.0	M	4290.0
29	SP	C. Universitária	Campus ABEF	ABEF	35.0	7.5	L/R	640.0
30	SP	C. Universitária	Campus ABEF	ABEF	43.0	7.5	L/R	820.0
33	SP	Guarulhos	av. Guinle, 100	Brasfond	60.0	11.5	L	2070.0
34	SP	M. Cruzes	er. Rangel Pestana, 5	Brasfond	60.0	11.8	R	2040.0
41	SP	Jaguariuna	Fca. Morolola	Brasfond	50.0	13.0	L	2200.0
42	SP	Jaguariuna	Fca. Morolola	Brasfond	50.0	21.0	L	2200.0
48	SP	Barueri	Av. Piramboia, 2996	Brasfond	40.0	13.0	L	1600.0
52	SP	Morumbi	r. César Vallejo, 100	Fundesp	70.0	16.0	L	3090.0
53	SP	Jacareí	Fca. Papel Simão	Fundesp	50.0	13.0	L	1500.0
54	SP	Jacareí	Fca. Papel Simão	Fundesp	50.0	9.3	L	1500.0
55	SP	Imirim	r. José Fig. Seixas	Fundesp	70.0	18.4	L	4000.0
56	SP	Imirim	r. José Fig. Seixas	Fundesp	70.0	18.4	L	4000.0
57	SP	Imirim	r. José Fig. Seixas	Fundesp	70.0	15.8	L	2800.0
58	SP	Imirim	r. José Fig. Seixas	Fundesp	70.0	23.0	L	2800.0
59	SP	Imirim	r. José Fig. Seixas	Fundesp	70.0	24.0	L	4800.0
60	SP	Santos	av. Ana Costa, 92	Geofix	70.0	13.0	M	2130.0
61	SP	Osasco	av. José Lorenzo, 500	Geofix	50.0	15.0	M	2000.0
64	SP	Moema	r. Pintassilgo, 477	Geofix	50.0	12.0	L	1560.0
67	SP	Guarulhos	r. Benjamim Hunnigut	Geofix	25.0	9.4	M	500.0
68	SP	Guarulhos	r. Benjamim Hunnigut	Geofix	25.0	8.5	M	500.0
69	SP	Guarulhos	r. Benjamim Hunnigut	Geofix	25.0	12.0	M	500.0
70	SP	Guarulhos	r. Benjamim Hunnigut	Geofix	25.0	14.0	M	560.0
71	SP	Guarulhos	r. Benjamim Hunnigut	Geofix	25.0	15.0	M	590.0
72	SP	Guarulhos	r. Benjamim Hunnigut	Geofix	25.0	15.0	M	590.0
83	SP	Osasco	Av. José Lourenço, 500	Geofix	40.0	16.0	M	1600.0
85	SP	Valinhos	Res. Pque Pássaros	ESTE	30.0	17.8	L	600.0
86	SP	Valinhos	Res. Pque Pássaros	ESTE	30.0	17.8	R	1160.0
99	SP	Jacareí	Votorantin Celulose	Geofix & Fundesp	35.0	14.0	L	1200.0

Tabela 35. Provas de Carga publicadas por Alonso (2002) - São Paulo.

Estaca	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
1	SP	Jacareí	Votorantin Celulose	/	50.0	13.8	M	2030.0
2	SP	Jacareí	Votorantin Celulose	/	50.0	12.0	M	3080.0
3	SP	Jacareí	Votorantin Celulose	/	80.0	11.0	M	4620.0
4	SP	Jacareí	Votorantin Celulose	/	40.0	12.0	M	1920.0
5	SP	Jacareí	Votorantin Celulose	/	80.0	14.6	L	4000.0
6	SP	Tatuapé	Rod. Pte. Dutra km 105	/	40.0	19.5	M	1600.0
7	SP	Tatuapé	Rod. Pte. Dutra km 106	/	25.0	11.0	M	600.0
16	SP	São Bernardo	R. Cincinato Braga, 691	/	50.0	17.0	M	1600.0
19	SP	Guarulhos	Av. Guinle, 100	/	40.0	12.5	M	1280.0
18	SP	Guaratingueta	R. Idrogonal, 287	/	60.0	17.3	M	2450.0
25	SP	Hortolandia	Gonvarri do Brasil S/A	/	50.0	12.0	M	1880.0
26	SP	Santos	Av. Washinton Luiz, 508	/	70.0	19.5	M	2400.0
27	SP	Lapa	R. Carlos Weber, 535	/	50.0	9.0	M	2600.0
28	SP	Perdizes	R. Tucana, 270	/	100.0	21.5	M	10000.0
31	SP	Guarulhos	Rod. Pte. Dutra km 214	/	60.0	16.0	R	1600.0
32	SP	Guarulhos	Rod. Pte. Dutra km 214	/	60.0	12.0	M	1600.0

Tabela 36. Provas de Carga publicadas por Alonso (2000, 2002) - São Paulo.

Estaca	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
1	SP	Brooklin	r. B. Triunfo, 277	Geofix	35.0	11.6	R	1320.0
2	SP	Brooklin	r. B. Triunfo, 278	Geofix	35.0	8.6	L	940.0
4	SP	Brooklin	r. Arizona	Geofix	70.0	14.7	L	4400.0
3	SP	Tatuapé	r. Aguapeí, 300	Geofix	60.0	16.0	L	2600.0
5	SP	Tatuapé	r. Cônego A Lessa, 353	Geofix (RSR 20, n 1)	60.0	16.1	M	3630.0
6	SP	Tatuapé	Rod. Pte. Dutra km 105	/	40.0	19.5	M	1600.0
7	SP	Tatuapé	Rod. Pte. Dutra km 106	/	25.0	11.0	M	600.0
12	SP	Santana	av. Zachi Narchi, 536	Geofix (ABMS)	40.0	15.0	M	1600.0
21	SP	V. Madalena	r. Harmonia, 131	Geofix	80.0	11.8	L	4140.0
23	SP	Lapa	av. Francisco Matarazo	Geofix	70.0	17.0	M	4290.0
27	SP	Lapa	R. Carlos Weber, 535	/	50.0	9.0	M	2600.0
29	SP	C. Universitária	Campus ABEF	ABEF	35.0	7.5	L/R	640.0
30	SP	C. Universitária	Campus ABEF	ABEF	43.0	7.5	L/R	820.0
34	SP	M. Cruzes	er. Rangel Pestana, 5	Brasfond	60.0	11.8	R	2040.0
41	SP	Jaguariuna	Fca. Morolola	Brasfond	50.0	13.0	L	2200.0
42	SP	Jaguariuna	Fca. Morolola	Brasfond	50.0	21.0	L	2200.0
48	SP	Barueri	Av. Piramboia, 2996	Brasfond	40.0	13.0	L	1600.0
52	SP	Morumbi	r. César Vallejo, 100	Fundesp	70.0	16.0	L	3090.0
53	SP	Jacareí	Fca. Papel Simão	Fundesp	50.0	13.0	L	1500.0
54	SP	Jacareí	Fca. Papel Simão	Fundesp	50.0	9.3	L	1500.0
99	SP	Jacareí	Votorantin Celulose	Geofix & Fundesp	35.0	14.0	L	1200.0
1	SP	Jacareí	Votorantin Celulose	/	50.0	13.8	M	2030.0
2	SP	Jacareí	Votorantin Celulose	/	50.0	12.0	M	3080.0
3	SP	Jacareí	Votorantin Celulose	/	80.0	11.0	M	4620.0
4	SP	Jacareí	Votorantin Celulose	/	40.0	12.0	M	1920.0
5	SP	Jacareí	Votorantin Celulose	/	80.0	14.6	L	4000.0
55	SP	Imirim	r. José Fig. Seixas	Fundesp	70.0	18.4	L	4000.0
56	SP	Imirim	r. José Fig. Seixas	Fundesp	70.0	18.4	L	4000.0
57	SP	Imirim	r. José Fig. Seixas	Fundesp	70.0	15.8	L	2800.0
58	SP	Imirim	r. José Fig. Seixas	Fundesp	70.0	23.0	L	2800.0
59	SP	Imirim	r. José Fig. Seixas	Fundesp	70.0	24.0	L	4800.0
26	SP	Santos	Av. Washinton Luiz, 508	/	70.0	19.5	M	2400.0
60	SP	Santos	av. Ana Costa, 92	Geofix	70.0	13.0	M	2130.0
83	SP	Osasco	Av. José Lourenço, 500	Geofix	40.0	16.0	M	1600.0
61	SP	Osasco	av. José Lourenço, 500	Geofix	50.0	15.0	M	2000.0
64	SP	Moema	r. Pintassilgo, 477	Geofix	50.0	12.0	L	1560.0
33	SP	Guarulhos	av. Guinle, 100	Brasfond	60.0	11.5	L	2070.0
67	SP	Guarulhos	r. Benjamim Hunnigut	Geofix	25.0	9.4	M	500.0
68	SP	Guarulhos	r. Benjamim Hunnigut	Geofix	25.0	8.5	M	500.0
69	SP	Guarulhos	r. Benjamim Hunnigut	Geofix	25.0	12.0	M	500.0
70	SP	Guarulhos	r. Benjamim Hunnigut	Geofix	25.0	14.0	M	560.0
71	SP	Guarulhos	r. Benjamim Hunnigut	Geofix	25.0	15.0	M	590.0
72	SP	Guarulhos	r. Benjamim Hunnigut	Geofix	25.0	15.0	M	590.0
19	SP	Guarulhos	Av. Guinle, 100	/	40.0	12.5	M	1280.0
31	SP	Guarulhos	Rod. Pte. Dutra km 214	/	60.0	16.0	R	1600.0
32	SP	Guarulhos	Rod. Pte. Dutra km 214	/	60.0	12.0	M	1600.0
18	SP	Guaratingueta	R. Idromgal, 287	/	60.0	17.5	M	2450.0
85	SP	Valinhos	Res. Pque Pássaros	ESTE	30.0	17.8	L	600.0
86	SP	Valinhos	Res. Pque Pássaros	ESTE	30.0	17.8	R	1160.0
25	SP	Hortolandia	Gonvarri do Brasil S/A	/	50.0	12.0	M	1880.0
28	SP	Perdizes	R. Tucana, 270	/	100.0	21.5	M	10000.0
16	SP	São Bernardo	R. Cincinato Braga, 691	/	50.0	17.0	M	1600.0

Tabela 37. Provas de Carga analisadas – Jacareí/SP.

Estaca	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
01	SP	Jacareí	Votorantin Celulose	/	50.0	13.8	M	2030.0
02	SP	Jacareí	Votorantin Celulose	/	50.0	12.0	M	3080.0
03	SP	Jacareí	Votorantin Celulose	/	80.0	11.0	M	4620.0
04	SP	Jacareí	Votorantin Celulose	/	40.0	12.0	M	1920.0
05	SP	Jacareí	Votorantin Celulose	/	80.0	14.6	L	4000.0
99	SP	Jacareí	Votorantin Celulose	Geofix & Fundesp	35.0	14.0	L	1200.0

Tabela 38. Provas de Carga analisadas – Guarulhos/SP.

Número	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
67	SP	Guarulhos	r. Benjamim Hunnigut	Geofix	25.0	9.4	M	500.0
68	SP	Guarulhos	r. Benjamim Hunnigut	Geofix	25.0	8.5	M	500.0
69	SP	Guarulhos	r. Benjamim Hunnigut	Geofix	25.0	12.0	M	500.0
70	SP	Guarulhos	r. Benjamim Hunnigut	Geofix	25.0	14.0	M	560.0
71	SP	Guarulhos	r. Benjamim Hunnigut	Geofix	25.0	15.0	M	590.0
72	SP	Guarulhos	r. Benjamim Hunnigut	Geofix	25.0	15.0	M	590.0

Tabela 39. Provas de Carga analisadas – Imirim/SP.

Número	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
55	SP	Imirim	r. José Fig. Seixas	Fundesp	70.0	18.4	L	4000.0
56	SP	Imirim	r. José Fig. Seixas	Fundesp	70.0	18.4	L	4000.0
57	SP	Imirim	r. José Fig. Seixas	Fundesp	70.0	15.8	L	2800.0
58	SP	Imirim	r. José Fig. Seixas	Fundesp	70.0	23.0	L	2800.0
59	SP	Imirim	r. José Fig. Seixas	Fundesp	70.0	24.0	L	4800.0

Tabela 40. Curva carga x recalque das estacas analisadas.

Estágio	Estaca 01		Estaca 02		Estaca 03	
	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)
1	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
2	507.5	0.70	770.0	0.95	1155.0	3.12
3	1015.0	2.85	1540.0	2.73	2310.0	9.25
4	1218.0	4.50	1848.0	3.30	2772.0	12.90
5	1421.0	7.60	2156.0	4.50	3234.0	15.11
6	1624.0	11.30	2464.0	5.70	3696.0	18.63
7	1827.0	15.80	2772.0	6.98	4158.0	21.45
8	2030.0	19.53	3080.0	8.60	4620.0	25.51
9	1827.0	19.50	2772.0	8.50	4158.0	25.50
10	1624.0	19.45	2464.0	8.30	3696.0	25.30
11	1421.0	19.45	2156.0	8.20	3234.0	25.00
12	1218.0	19.00	1848.0	8.00	2772.0	24.00
13	1015.0	18.50	1540.0	7.00	2310.0	24.11
14	507.5	17.50	770.0	5.00	1155.0	23.16

Estágio	Estaca 04		Estaca 05		Estaca 99	
	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)
1	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
2	480.0	1.74	1000.0	0.50	300.0	0.77
3	960.0	5.69	2000.0	2.00	600.0	2.82
4	1152.0	7.10	2400.0	2.70	720.0	4.19
5	1344.0	11.5	2800.0	3.79	840.0	5.63
6	1536.0	14.00	3200.0	5.07	960.0	7.51
7	1728.0	17.20	3600.0	7.40	1080.0	10.58
8	1920.0	23.33	4000.0	14.63	1200.0	17.65
9	1728.0	23.33	3600.0	14.60	1080.0	15.23
10	1536.0	23.33	3200.0	14.33	960.0	16.81
11	1344.0	23.33	2800.0	14.00	840.0	17.00
12	1152.0	23.33	2400.0	13.78	720.0	17.50
13	960.0	23.33	2000.0	13.50	600.0	17.60
14	480.0	22.41	1000.0	12.30	300.0	17.63

Tabela 41. Parâmetros A e B e carga de ruptura – Critério de Van der Veen.

Estaca	P_{rup} (kN)	A	B
Estaca 1	2261.0	0.1026	0.1775
Estaca 2	3945.3	0.1712	0.0291
Estaca 3	7867.7	0.0336	0.0229
Estaca 4	2218.0	0.0827	0.0632
Estaca 5	4053.6	0.2887	0.0836
Estaca 99	1306.8	0.1392	0.1797

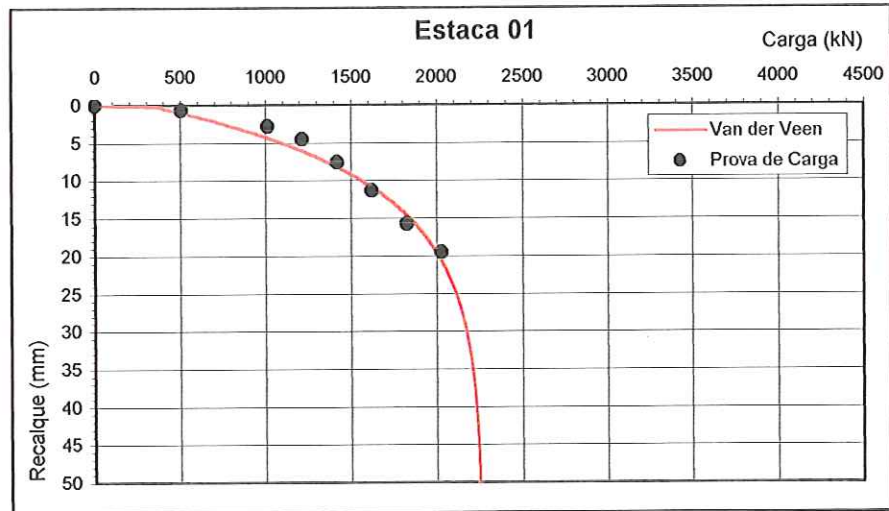


Figura 39. Prova de carga da Estaca 01 – Jacareí/SP.

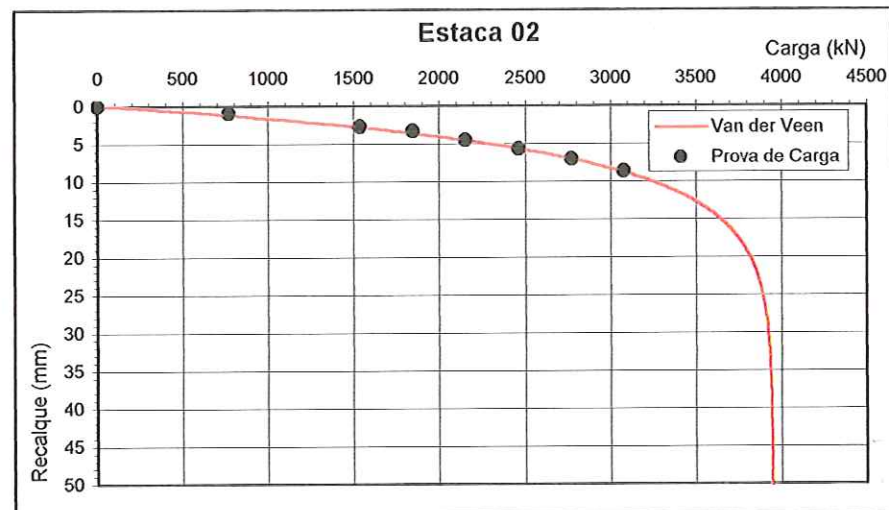


Figura 40. Prova de carga da Estaca 02 – Jacareí/SP.

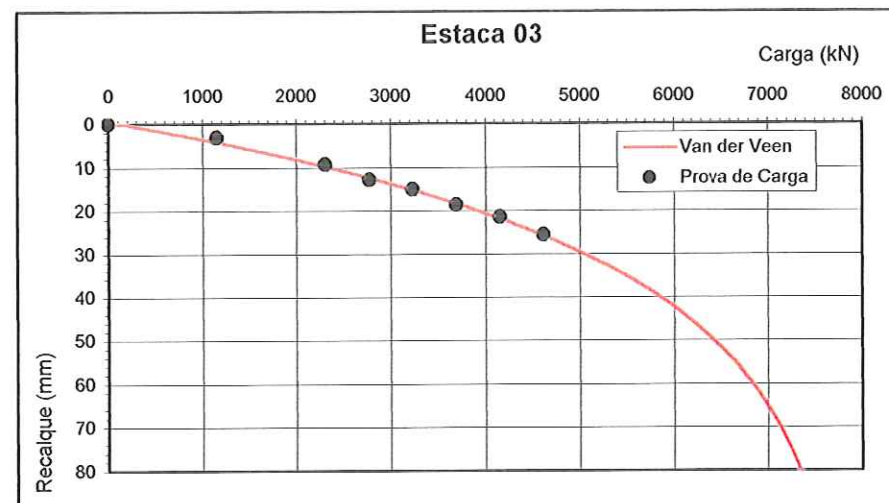


Figura 41. Prova de carga da Estaca 03 – Jacareí/SP.

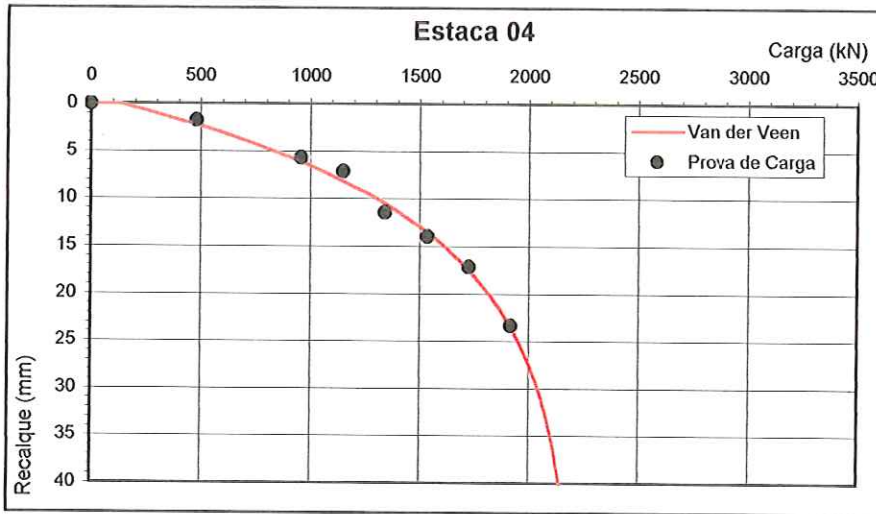


Figura 42. Prova de carga da Estaca 04 – Jacareí/SP.

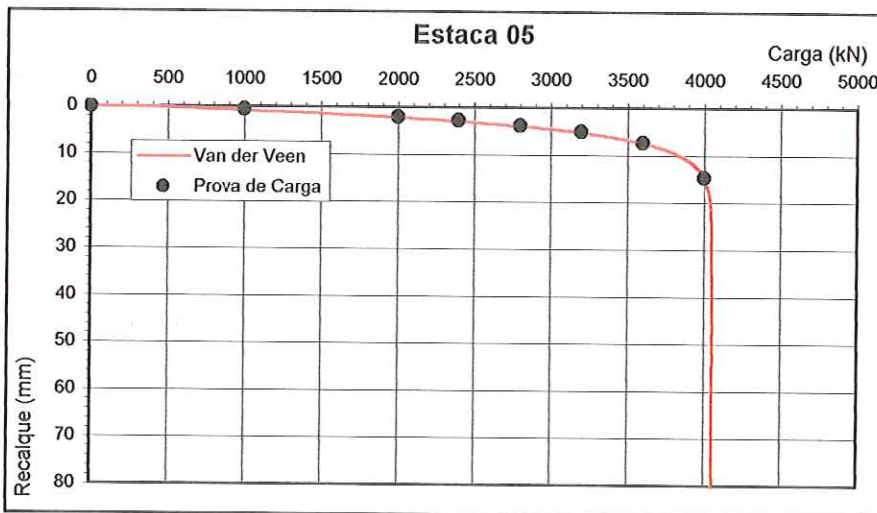


Figura 43. Prova de carga da Estaca 05 - Jacareí/SP.

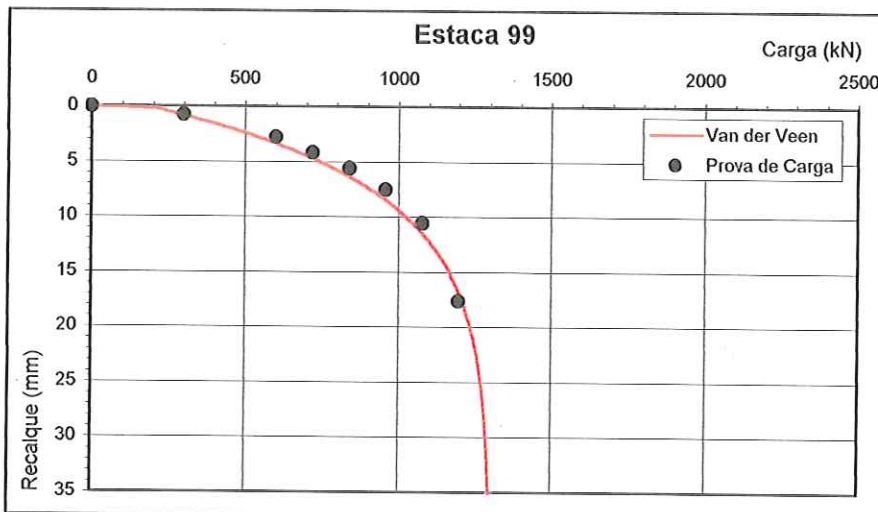


Figura 44. Prova de carga da Estaca 99 - Jacareí/SP.

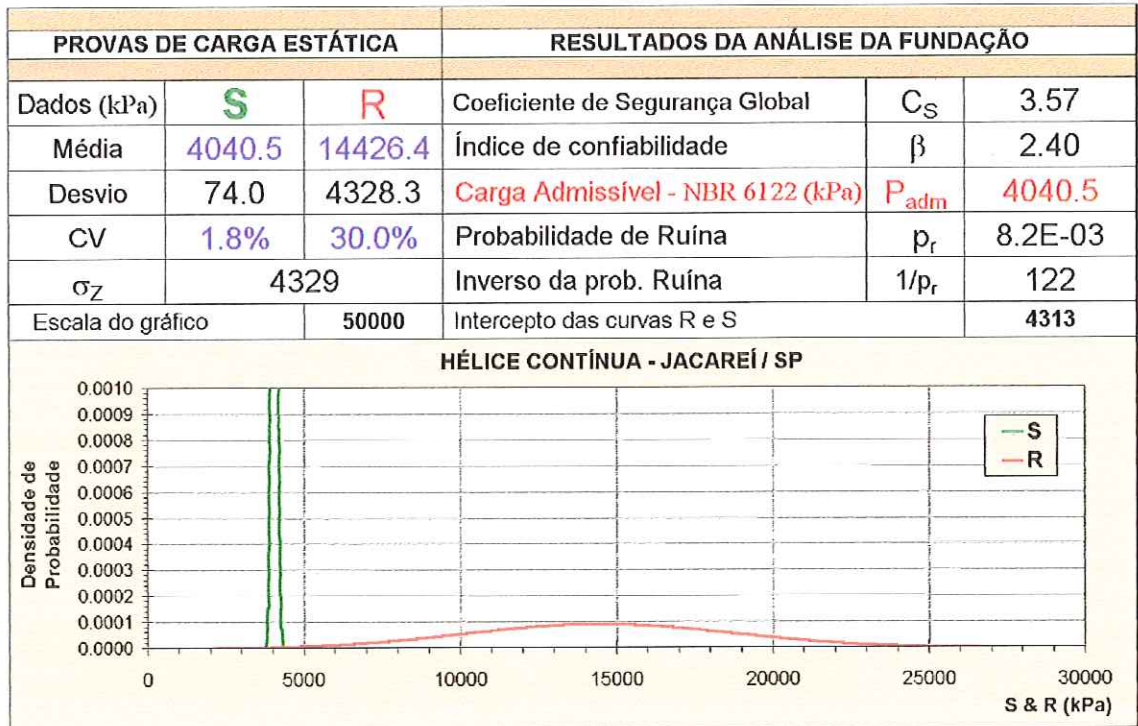


Figura 45. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996.

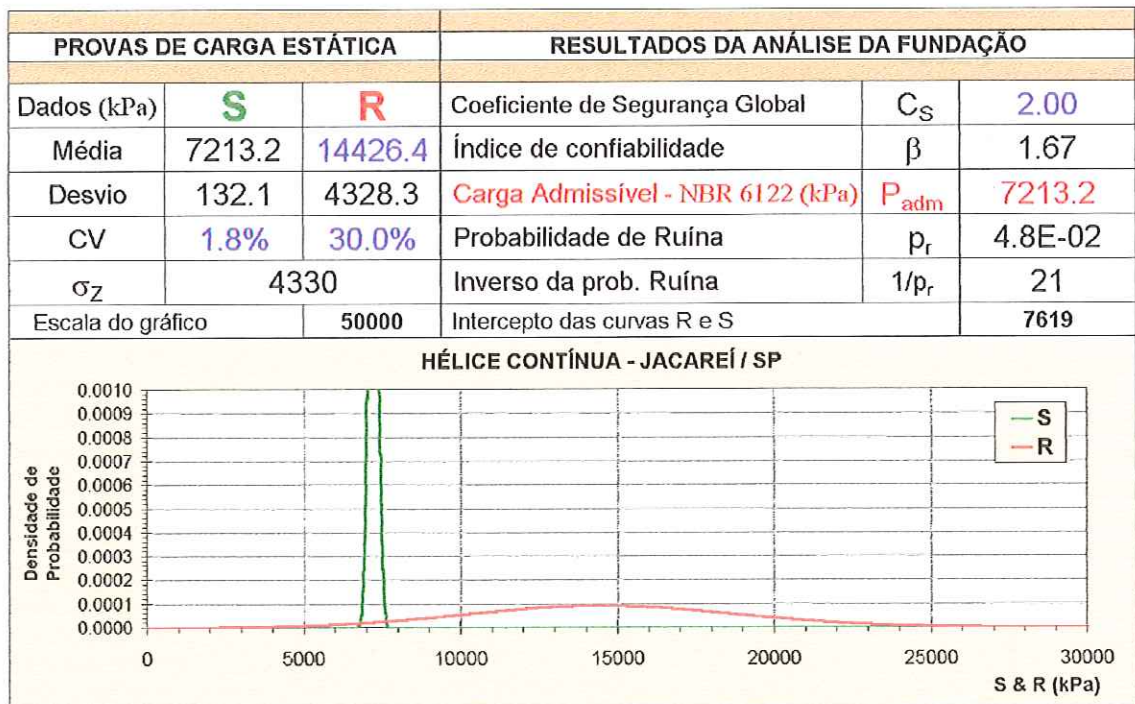


Figura 46. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$.

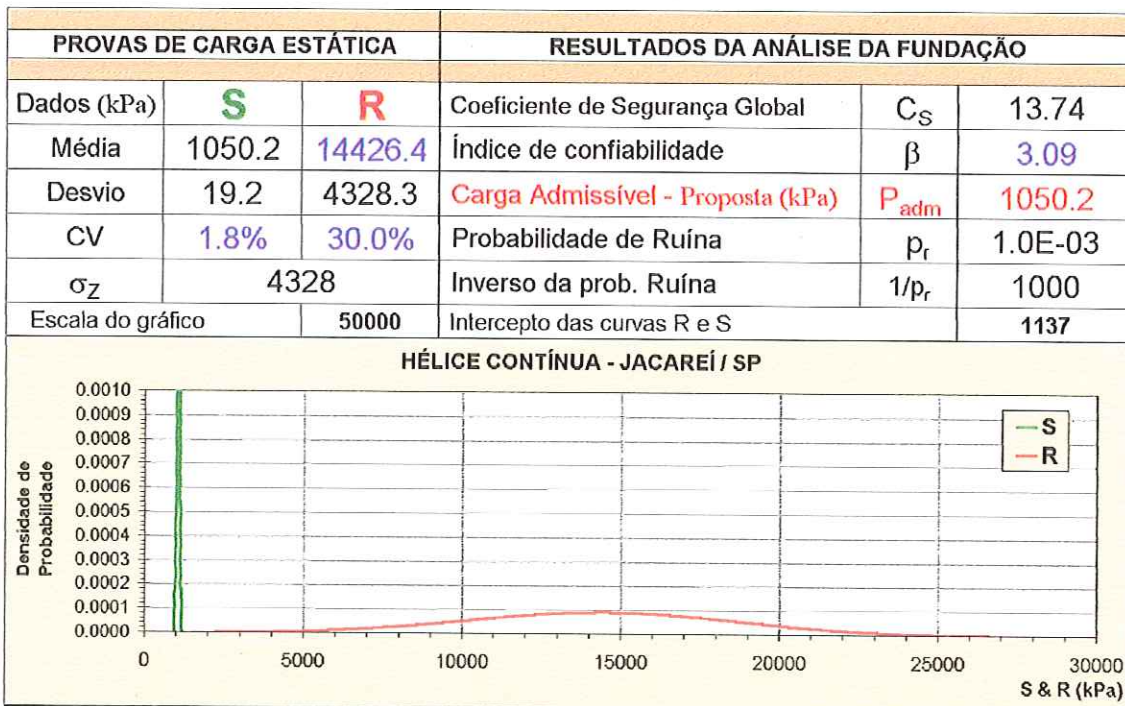


Figura 47. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$.

Tabela 42. Índice de confiabilidade x coeficiente de segurança – São Paulo.

Localização		Resistência Média (kPa)	Desvio Padrão (kPa)	Coeficiente de Variação (%)
Jacareí / SP		14426.4	4328.3	30.0%
CS	β	Pr	1 / Pr	P_{adm}
1.0	0.0	0.50000000	2	14426.4
2.0	1.7	0.04788062	21	7213.2
3.0	2.2	0.01315556	76	4808.8
4.0	2.5	0.00621824	161	3606.6
5.0	2.7	0.00383508	261	2885.3
6.0	2.8	0.00273971	365	2404.4
7.0	2.9	0.00213968	467	2060.9
8.0	2.9	0.00177082	565	1803.3
9.0	3.0	0.00152503	656	1602.9
10.0	3.0	0.00135126	740	1442.6
11.0	3.0	0.00122277	818	1311.5
12.0	3.1	0.00112434	889	1202.2
13.0	3.1	0.00104678	955	1109.7
14.0	3.1	0.00098425	1016	1030.5
15.0	3.1	0.00093285	1072	961.8

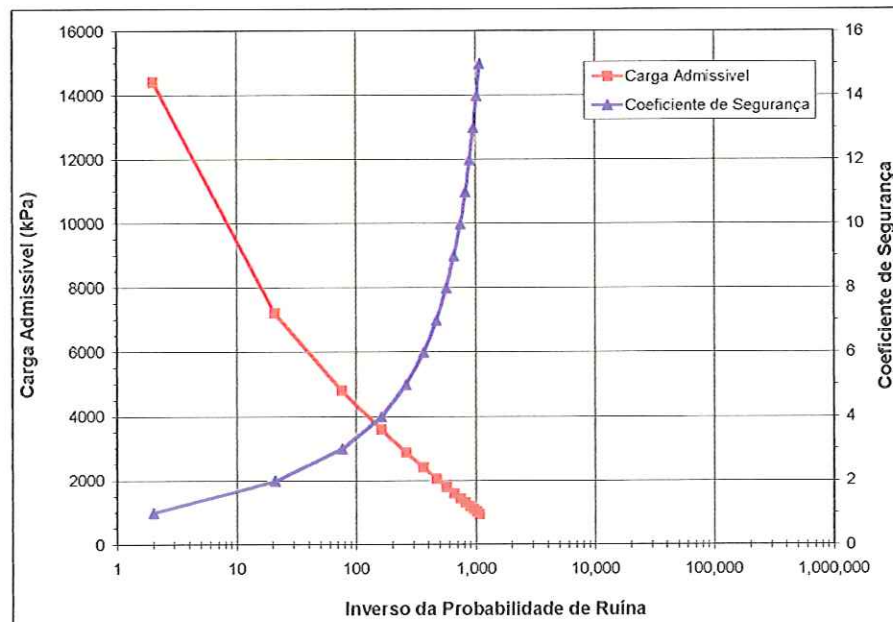


Figura 48. Carga admissível proposta – Jacareí/SP.

Tabela 43. Curva carga x recalque das estacas analisadas.

Estágio	Estaca 67		Estaca 68		Estaca 69	
	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)
1	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
2	125.0	1.13	125.0	3.50	125.0	1.30
3	250.0	4.90	250.0	8.10	250.0	4.00
4	300.0	7.00	300.0	10.35	300.0	5.90
5	350.0	9.04	350.0	13.14	350.0	8.82
6	400.0	11.08	400.0	15.20	400.0	11.40
7	450.0	17.48	450.0	18.03	450.0	15.18
8	500.0	23.19	500.0	21.26	500.0	19.48
9	450.0	23.19	450.0	21.26	450.0	19.45
10	400.0	23.19	400.0	21.25	400.0	19.41
11	350.0	23.13	350.0	21.11	350.0	19.18
12	300.0	23.00	300.0	20.90	300.0	18.96
13	250.0	22.50	250.0	20.60	250.0	18.70
14	125.0	21.80	125.0	19.70	125.0	17.60

Estágio	Estaca 70		Estaca 71		Estaca 72	
	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)
1	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
2	140.0	0.95	147.5	0.42	147.5	0.50
3	280.0	3.22	295.0	1.44	295.0	1.40
4	336.0	4.65	354.0	1.88	354.0	1.83
5	392.0	6.04	413.0	2.60	413.0	2.55
6	448.0	8.50	472.0	3.40	472.0	3.26
7	504.0	13.20	531.0	4.25	531.0	4.22
8	560.0	18.26	590.0	5.38	590.0	5.29
9	504.0	18.20	531.0	5.38	531.0	5.29
10	448.0	18.10	472.0	5.38	472.0	5.29
11	392.0	17.80	413.0	5.35	413.0	5.20
12	336.0	17.70	354.0	5.10	354.0	5.10
13	280.0	17.30	295.0	4.82	295.0	4.90
14	140.0	16.00	147.5	3.90	147.5	3.80

Tabela 44. Parâmetros A e B e carga de ruptura – Critério de Van der Veen.

Estaca	Prup (kN)	A	B
Estaca 67	544.6	0.1011	0.0947
Estaca 68	859.6	0.0405	0.0072
Estaca 69	569.6	0.1005	0.0915
Estaca 70	609.9	0.1281	0.1497
Estaca 71	708.1	0.3164	0.0582
Estaca 72	699.8	0.3344	0.0479

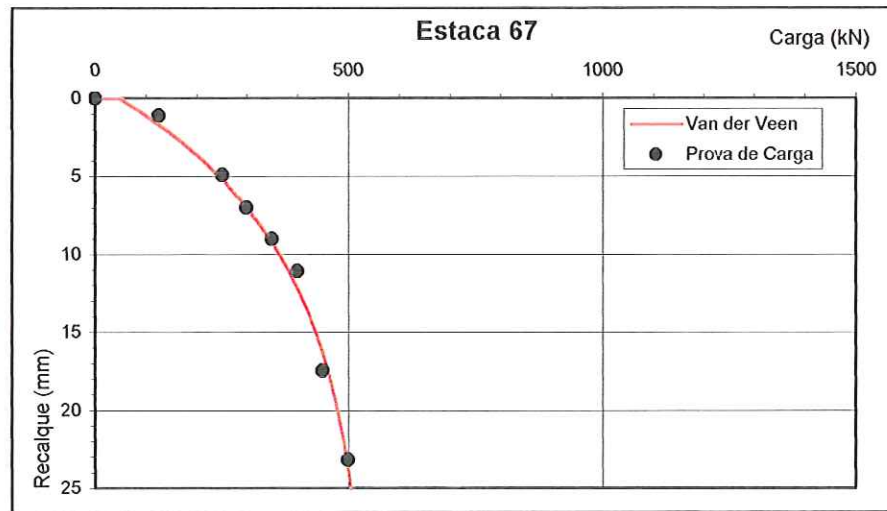


Figura 49. Prova de carga da Estaca 67 – Guarulhos/SP.

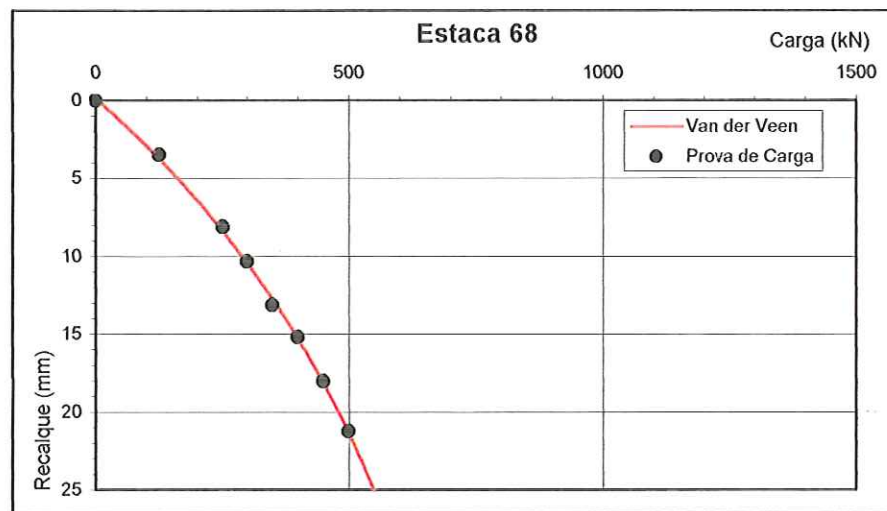


Figura 50. Prova de carga da Estaca 68 – Guarulhos/SP.

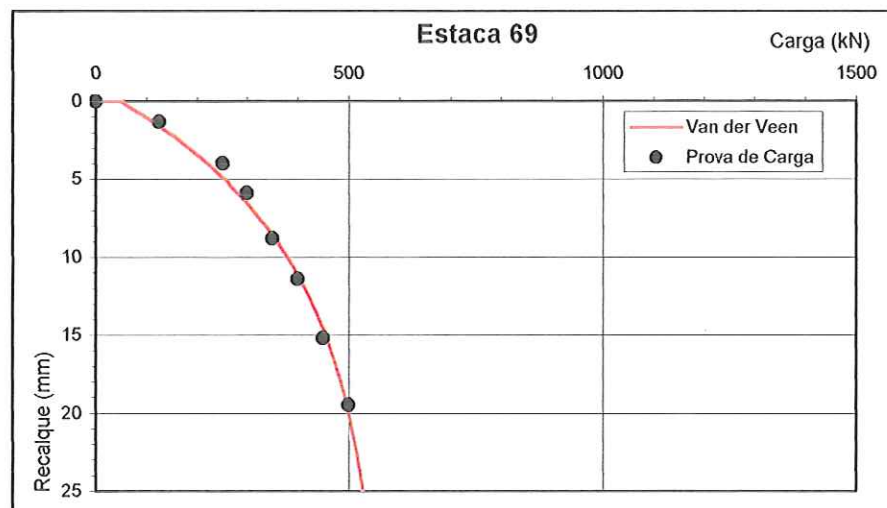


Figura 51. Prova de carga da Estaca 69 – Guarulhos/SP.

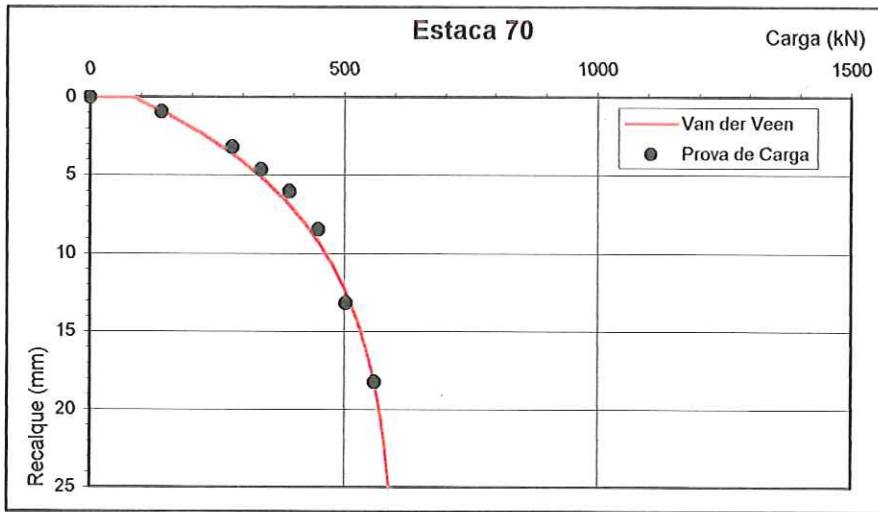


Figura 52. Prova de carga da Estaca 70 – Guarulhos/SP.

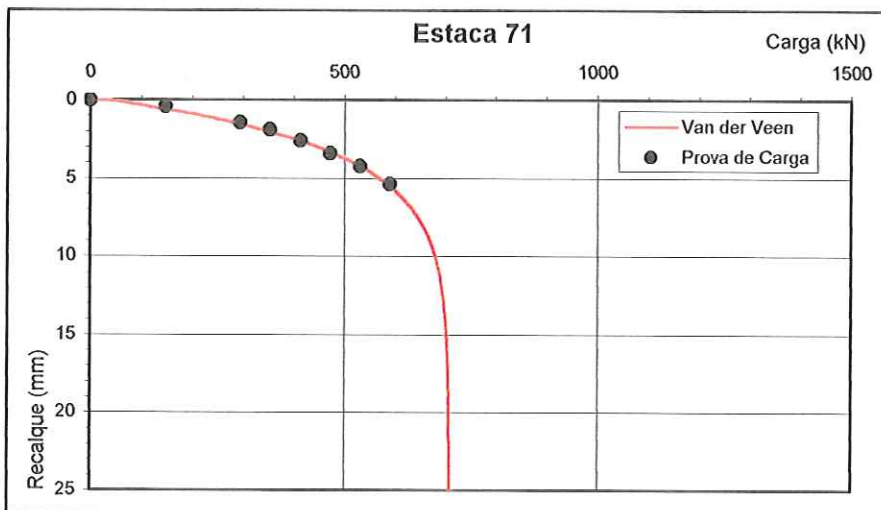


Figura 53. Prova de carga da Estaca 71 - Guarulhos/SP.

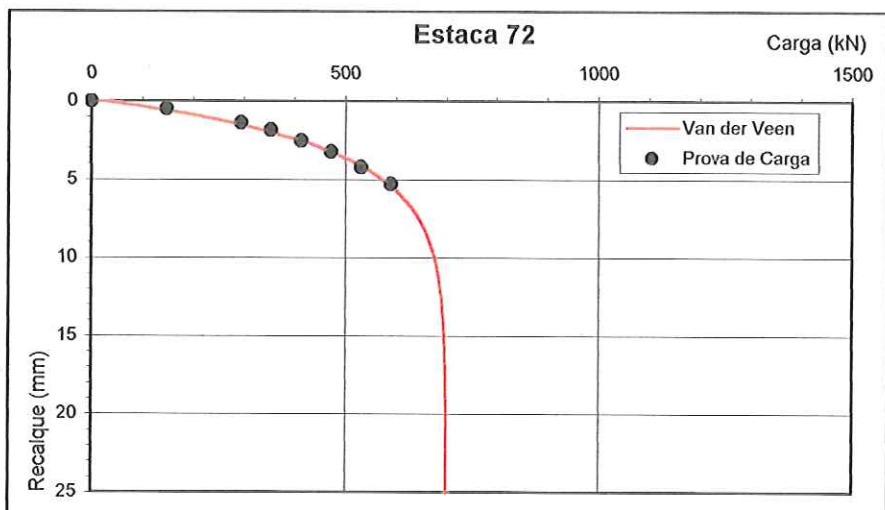


Figura 54. Prova de carga da Estaca 72 - Guarulhos/SP.

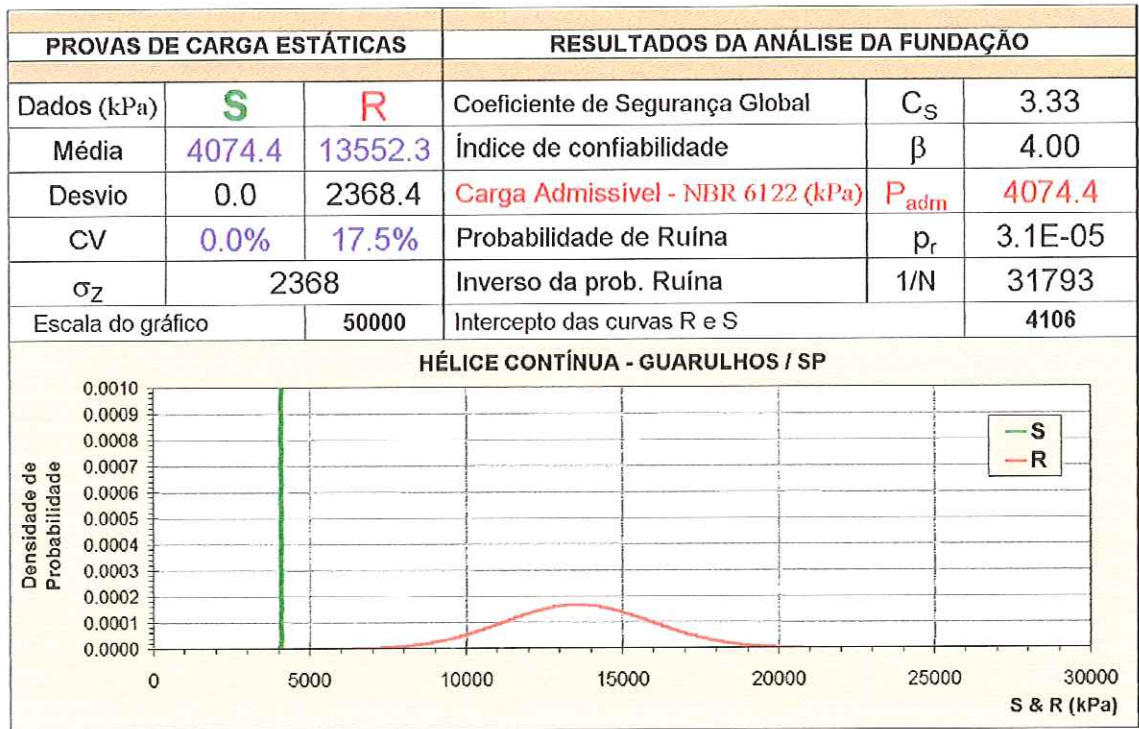


Figura 55. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996.

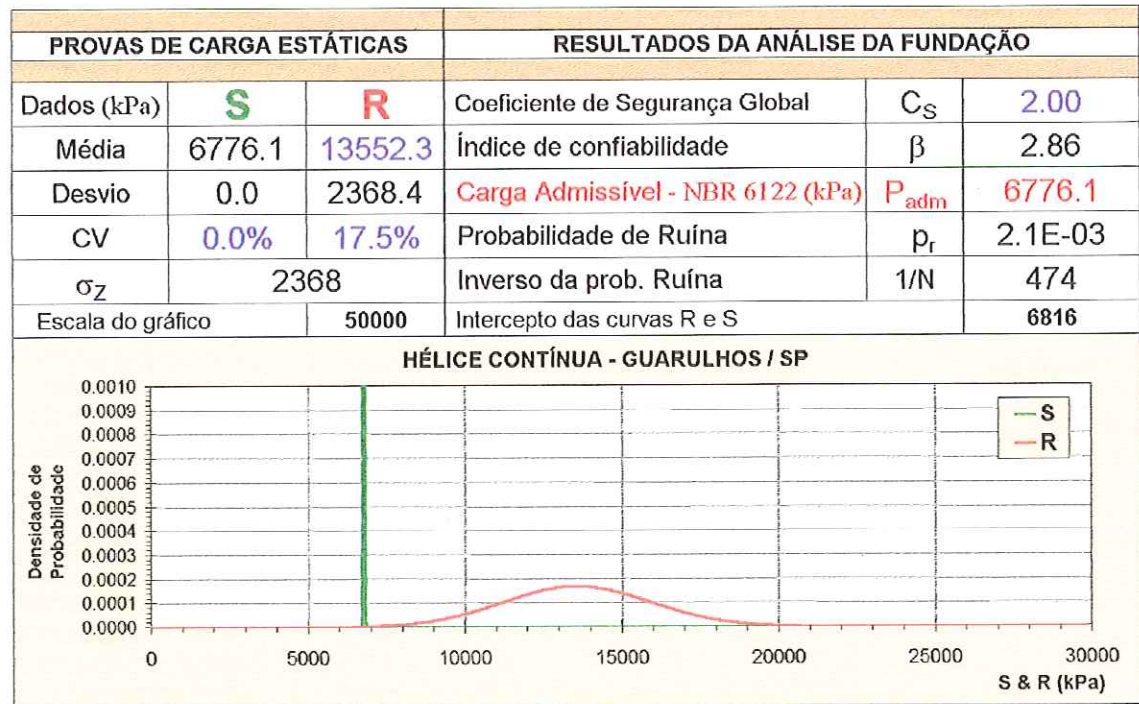


Figura 56. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$.

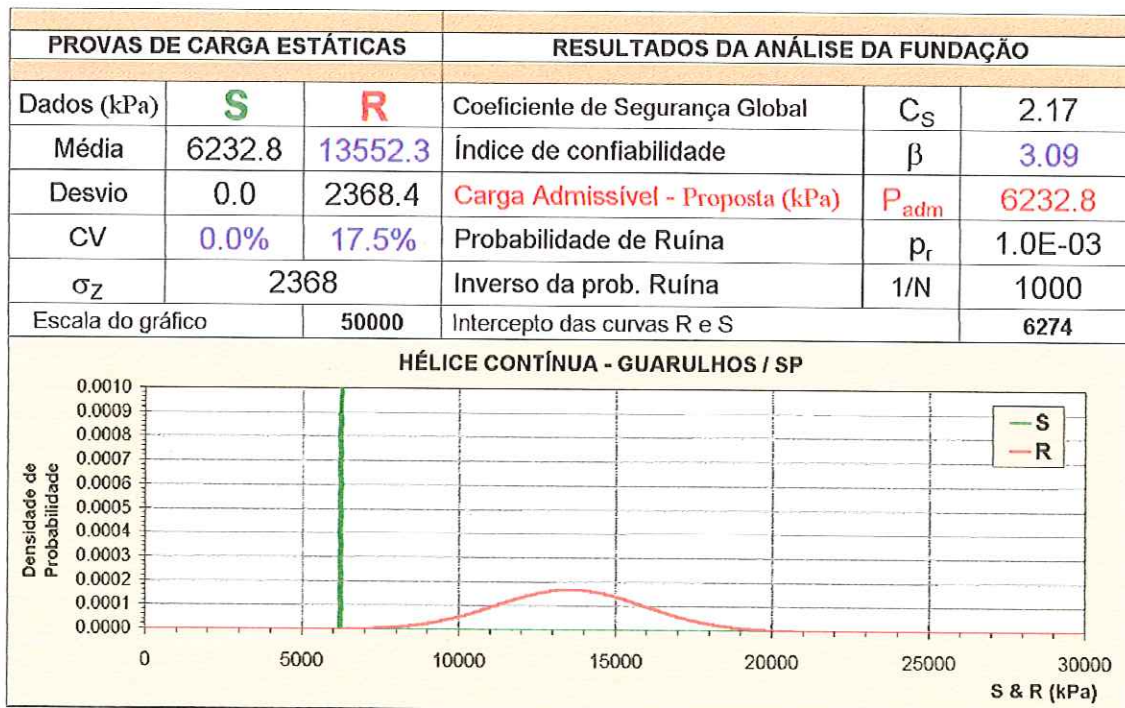


Figura 57. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$.

Tabela 45. Índice de confiabilidade x coeficiente de segurança – São Paulo.

Localização		Resistência Média (kPa)	Desvio Padrão (kPa)	Coeficiente de Variação (%)
Guarulhos / SP		13552.3	2368.4	17.5%
CS	β	Pr	1 / Pr	P_{adm}
1.0	0.0	0.50000000	2	13552.3
2.0	2.9	0.00211116	474	6776.2
3.0	3.8	0.0006818	14667	4517.4
4.0	4.3	0.0000888	112666	3388.1
5.0	4.6	0.0000235	425011	2710.5
6.0	4.8	0.0000093	1075929	2258.7
7.0	4.9	0.0000047	2134203	1936.0
8.0	5.0	0.0000028	3609367	1694.0
9.0	5.1	0.0000018	5469478	1505.8
10.0	5.1	0.0000013	7660693	1355.2
11.0	5.2	0.0000010	10121623	1232.0
12.0	5.2	0.0000008	12791985	1129.4
13.0	5.3	0.0000006	15617053	1042.5
14.0	5.3	0.0000005	18549440	968.0
15.0	5.3	0.0000005	21549390	903.5

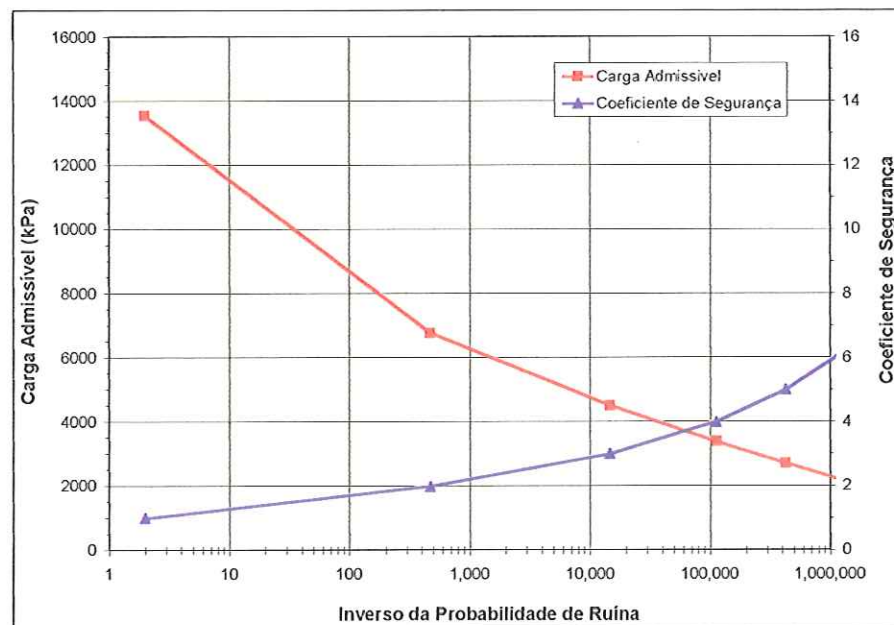


Figura 58. Carga admissível proposta – Guarulhos/SP.

Tabela 46. Curva carga x recalque das estacas analisadas.

Estágio	Estaca 55		Estaca 56		Estaca 57	
	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)
1	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
2	1000.0	0.66	1000.0	0.75	700.0	1.15
3	2000.0	2.46	2000.0	2.67	1400.0	5.00
4	2400.0	3.23	2400.0	3.50	1680.0	7.70
5	2800.0	4.42	2800.0	4.60	1960.0	14.00
6	3200.0	5.67	3200.0	5.91	-	-
7	3600.0	7.77	3600.0	7.19	-	-
8	4000.0	16.50	4000.0	9.43	2800.0	49.87
9	3600.0	16.45	3600.0	9.25	-	-
10	3200.0	16.35	3200.0	9.05	-	-
11	2800.0	16.00	2800.0	8.80	-	-
12	2400.0	15.50	2400.0	8.35	-	-
13	2000.0	15.07	2000.0	7.72	-	-
14	1000.0	14.12	1000.0	6.34	-	-

Estágio	Estaca 58		Estaca 59	
	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)
1	0.0	0.00	0.0	0.00
2	700.0	1.35	1200.0	1.83
3	1400.0	6.10	2400.0	4.73
4	1680.0	15.00	2880.0	5.87
5	-	-	3360.0	7.35
6	-	-	3840.0	9.20
7	-	-	4320.0	12.58
8	2800.0	65.98	4800.0	23.53
9	2520.0	64.48	4320.0	23.50
10	2240.0	63.00	3840.0	23.45
11	-	-	3360.0	22.90
12	-	-	2880.0	22.50
13	-	-	2400.0	22.00
14	-	-	1200.0	19.58

Tabela 47. Parâmetros A e B e carga de ruptura – Critério de Van der Veen.

Estaca	P_{rup} (kN)	A	B
Estaca 55	4041.2	0.2754	0.0232
Estaca 56	4828.1	0.1819	0.0431
Estaca 57	2866.4	0.0700	0.2605
Estaca 58	2836.7	0.0636	0.1130
Estaca 59	4893.1	0.1705	-0.0581

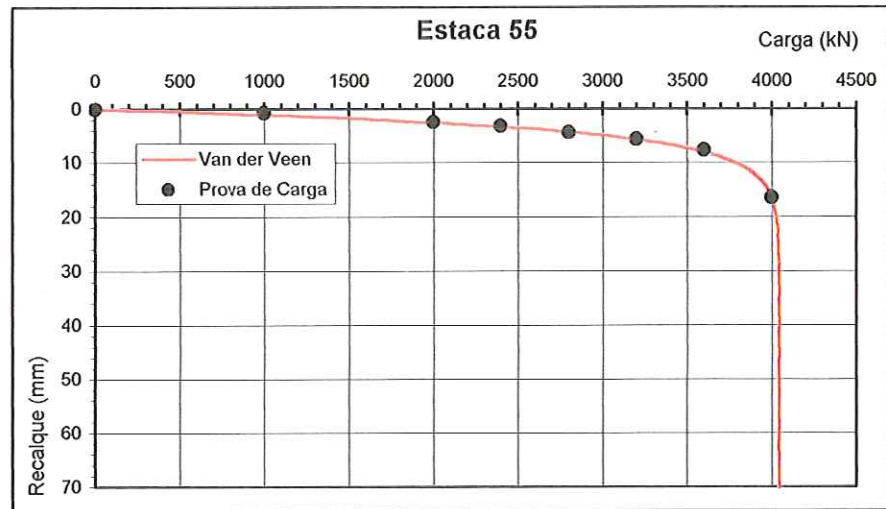


Figura 59. Prova de carga da Estaca 55 – Imirim/SP.

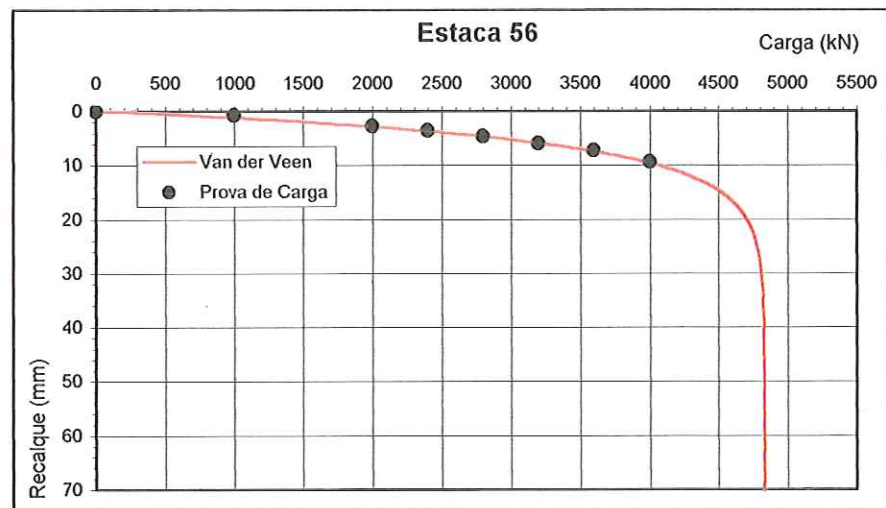


Figura 60. Prova de carga da Estaca 56 – Imirim/SP.

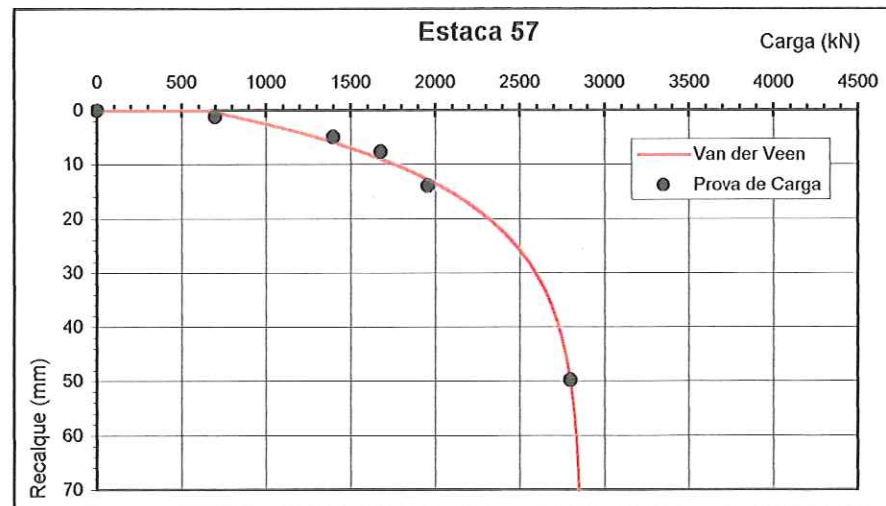


Figura 61. Prova de carga da Estaca 57 – Imirim/SP.

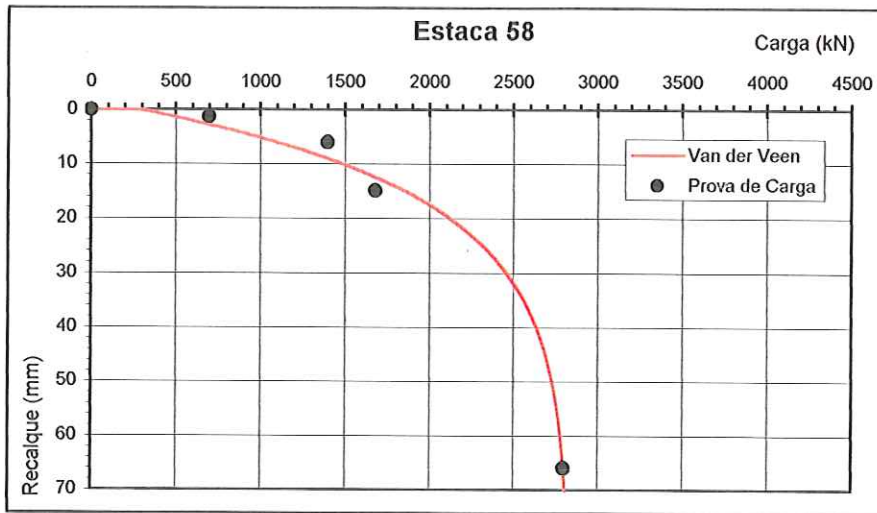


Figura 62. Prova de carga da Estaca 58 – Imirim/SP.

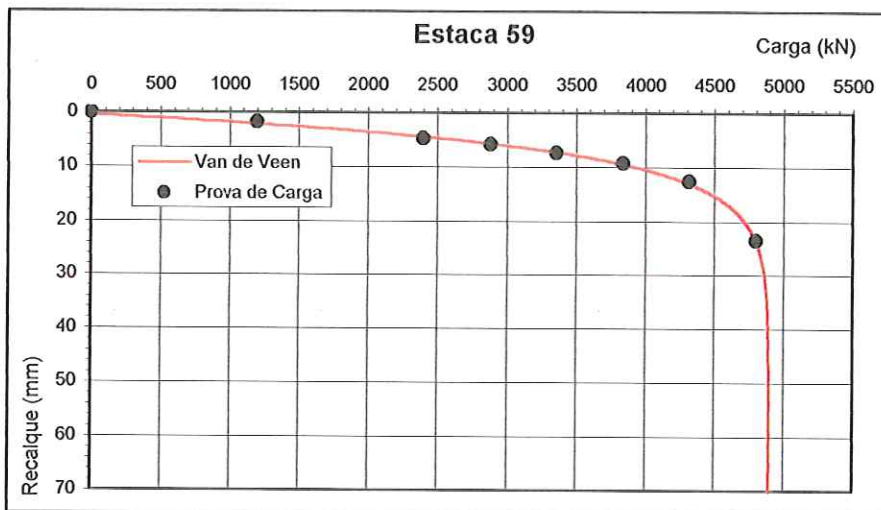


Figura 63. Prova de carga da Estaca 59 - Imirim/SP.

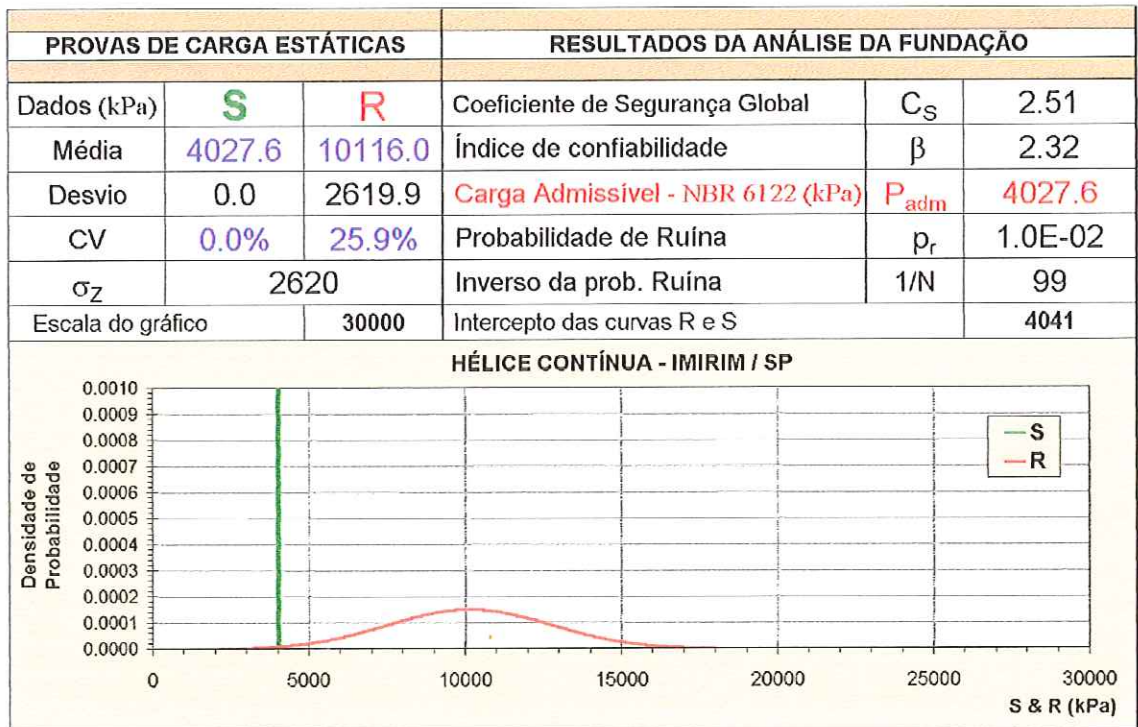


Figura 64. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996.

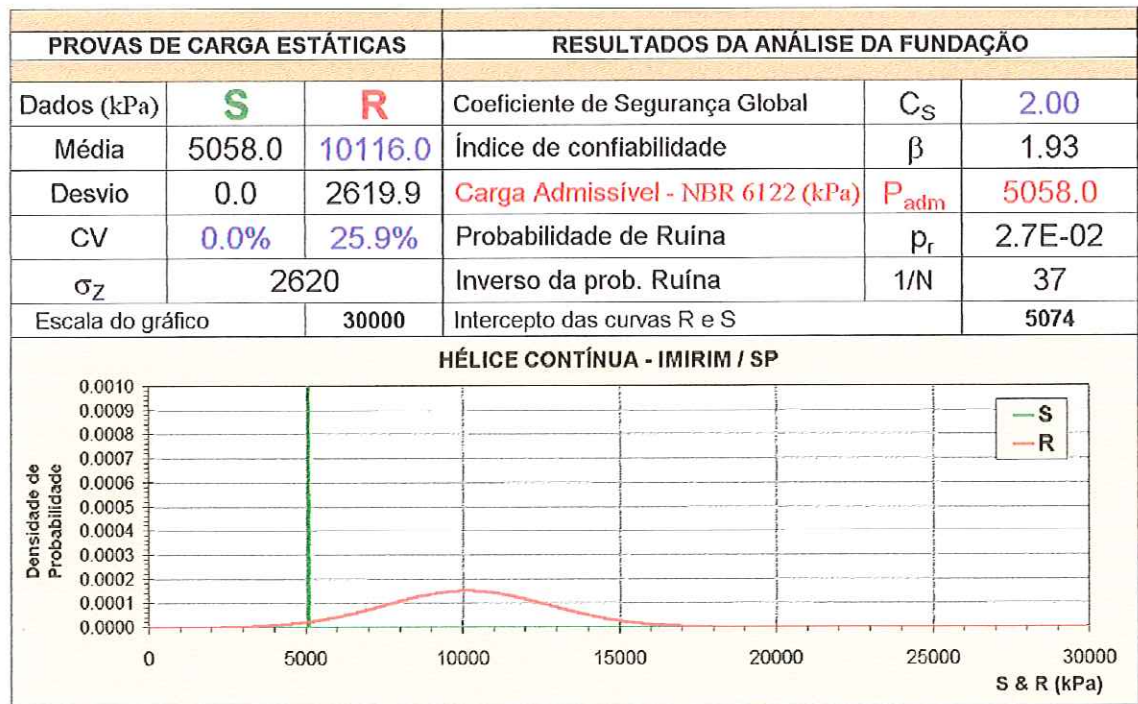


Figura 65. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$.

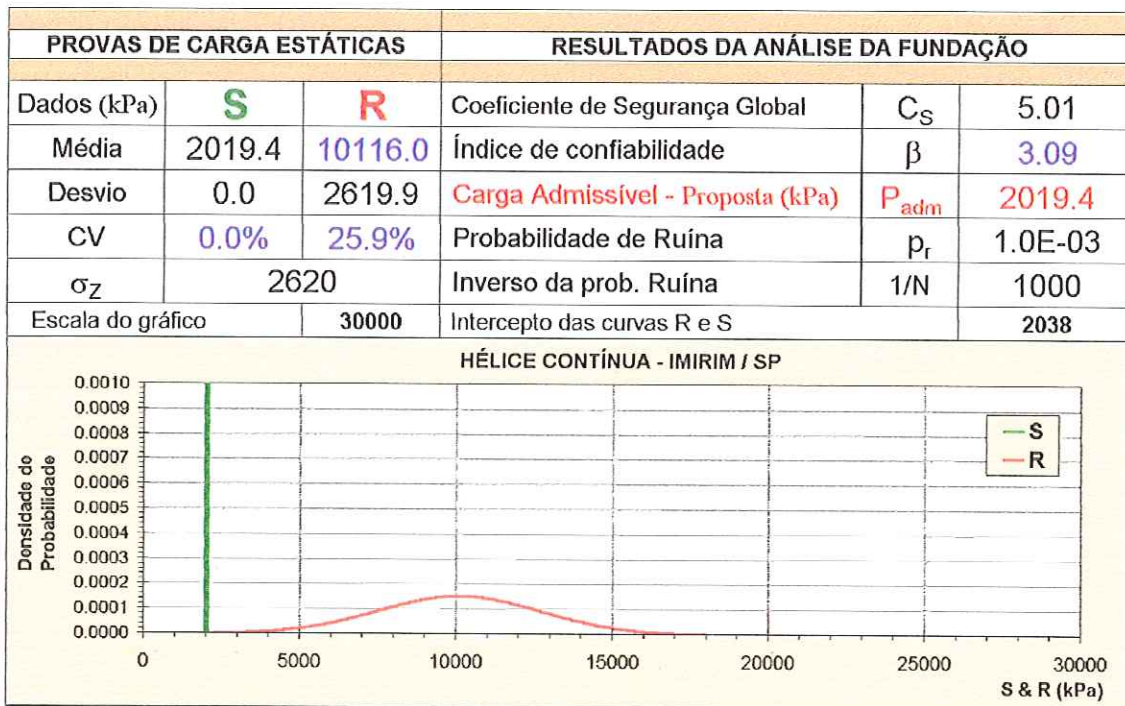


Figura 66. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$.

Tabela 48. Índice de confiabilidade x coeficiente de segurança – São Paulo.

Localização		Resistência Média (kPa)	Desvio Padrão (kPa)	Coeficiente de Variação (%)
Imirim / SP		10116.0	2619.9	25.9%
CS	β	Pr	1 / Pr	P_{adm}
1.0	0.0	0.50000000	2	10116.0
2.0	1.9	0.02676676	37	5058.0
3.0	2.6	0.00502478	199	3372.0
4.0	2.9	0.00189051	529	2529.0
5.0	3.1	0.00100441	996	2023.2
6.0	3.2	0.00064629	1547	1686.0
7.0	3.3	0.00046723	2140	1445.1
8.0	3.4	0.00036442	2744	1264.5
9.0	3.4	0.00029944	3340	1124.0
10.0	3.5	0.00025541	3915	1011.6
11.0	3.5	0.00022396	4465	919.6
12.0	3.5	0.00020055	4986	843.0
13.0	3.6	0.00018255	5478	778.2
14.0	3.6	0.00016833	5941	722.6
15.0	3.6	0.00015685	6375	674.4

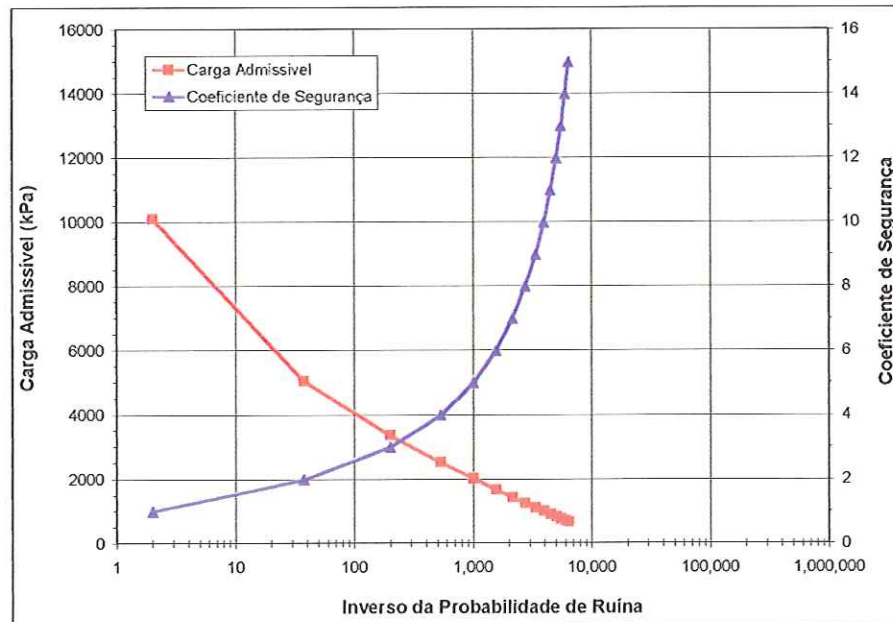


Figura 67. Carga admissível proposta – Imirim/SP.

Tabela 49. Número de provas de cargas realizadas em Minas Gerais.

Minas Gerais	Número de Provas de Carga
Alonso (2000)	13
Alonso (2002)	7
Total	20
1º Análise	6
2º Análise	3
3º Análise	3
Analisadas	12

Tabela 50. Provas de Carga publicadas por Alonso (2000) - Minas Gerais.

Número	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
24	MG	BH	r. Hermínio Alves, 385	Geofix	70.0	23.0	M	3270.0
43	MG	BH	Anel Rod., km21	Brasfond	60.0	18.8	L	2500.0
44	MG	BH	Anel Rod., km21	Brasfond	60.0	18.8	L	2500.0
45	MG	BH	Anel Rod., km21	Brasfond	40.0	17.0	L	820.0
47	MG	Sete Lagoas	IVECO-Brasil	Brasfond	40.0	14.3	M	1280.0
49	MG	Ipatinga	Usiminas	Fundesep	50.0	18.0	L	2200.0
50	MG	Ipatinga	Usiminas	Fundesep	50.0	18.0	L	2200.0
76	MG	Viçosa	Pça. Do Rosário	Geofix	40.0	23.0	L	1540.0
78	MG	B. Horizonte	Av. Flemig	Geofix / UFMG	35.0	7.0	M	700.0
79	MG	B. Horizonte	Av. Flemig	Geofix / UFMG	35.0	7.0	M	650.0
80	MG	B. Horizonte	Av. Flemig	Geofix / UFMG	35.0	10.0	R	792.0
81	MG	B. Horizonte	R Barbacena	Geofix	60.0	15.5	M	2700.0
82	MG	B. Horizonte	R Barbacena	Geofix	60.0	16.0	M	2600.0

Tabela 51. Provas de Carga publicadas por Alonso (2002) - Minas Gerais.

Número	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
33	MG	B. Horizonte	R. São Paulo x R. Prof. Antonio Aleixo	/	50.0	17.0	M	2600.0
38	MG	Contagem	R. Zeze Camargo x Av. Eugenio Pacelli	/	30.0	14.0	M	500.0
39	MG	Contagem	R. Zeze Camargo x Av. Eugenio Pacelli	/	30.0	14.0	M	300.0
40	MG	Contagem	R. Zeze Camargo x Av. Eugenio Pacelli	/	30.0	14.0	M	300.0
41	MG	Contagem	R. Zeze Camargo x Av. Eugenio Pacelli	/	30.0	14.0	M	300.0
42	MG	Contagem	R. Zeze Camargo x Av. Eugenio Pacelli	/	30.0	14.0	M	300.0
43	MG	Contagem	R. Zeze Camargo x Av. Eugenio Pacelli	/	30.0	14.0	M	500.0

Tabela 52. Provas de Carga publicadas por Alonso (2000, 2002) - Minas Gerais.

Número	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
24	MG	B. Horizonte	r. Hermínio Alves, 385	Geofix	70.0	23.0	M	3270.0
43	MG	B. Horizonte	Anel Rod., km21	Brasfond	60.0	18.8	L	2500.0
44	MG	B. Horizonte	Anel Rod., km21	Brasfond	60.0	18.8	L	2500.0
45	MG	B. Horizonte	Anel Rod., km21	Brasfond	40.0	17.0	L	820.0
33	MG	B. Horizonte	R. São Paulo x R. Prof. Antonio Aleixo	/	50.0	17.0	M	2600.0
47	MG	Sete Lagoas	IVECO-Brasil	Brasfond	40.0	14.3	M	1280.0
49	MG	Ipatinga	Usiminas	Fundesep	50.0	18.0	L	2200.0
50	MG	Ipatinga	Usiminas	Fundesep	50.0	18.0	L	2200.0
76	MG	Viçosa	Pça. Do Rosário	Geofix	40.0	23.0	L	1540.0
78	MG	B. Horizonte	Av. Flemig	Geofix / UFMG	35.0	7.0	M	700.0
79	MG	B. Horizonte	Av. Flemig	Geofix / UFMG	35.0	7.0	M	650.0
80	MG	B. Horizonte	Av. Flemig	Geofix / UFMG	35.0	10.0	R	792.0
81	MG	B. Horizonte	R Barbacena	Geofix	60.0	15.5	M	2700.0
82	MG	B. Horizonte	R Barbacena	Geofix	60.0	16.0	M	2600.0
38	MG	Contagem	R. Zeze Camargo x Av. Eugenio Pacelli	/	30.0	14.0	M	500.0
39	MG	Contagem	R. Zeze Camargo x Av. Eugenio Pacelli	/	30.0	14.0	M	300.0
40	MG	Contagem	R. Zeze Camargo x Av. Eugenio Pacelli	/	30.0	14.0	M	300.0
41	MG	Contagem	R. Zeze Camargo x Av. Eugenio Pacelli	/	30.0	14.0	M	300.0
42	MG	Contagem	R. Zeze Camargo x Av. Eugenio Pacelli	/	30.0	14.0	M	300.0
43	MG	Contagem	R. Zeze Camargo x Av. Eugenio Pacelli	/	30.0	14.0	M	500.0

Tabela 53. Provas de Carga analisadas – Contagem/MG.

Número	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
38	MG	Contagem	R. Zeze Camargo x Av. Eugenio Pacelli	/	30.0	14.0	M	500.0
39	MG	Contagem	R. Zeze Camargo x Av. Eugenio Pacelli	/	30.0	14.0	M	300.0
40	MG	Contagem	R. Zeze Camargo x Av. Eugenio Pacelli	/	30.0	14.0	M	300.0
41	MG	Contagem	R. Zeze Camargo x Av. Eugenio Pacelli	/	30.0	14.0	M	300.0
42	MG	Contagem	R. Zeze Camargo x Av. Eugenio Pacelli	/	30.0	14.0	M	300.0
43	MG	Contagem	R. Zeze Camargo x Av. Eugenio Pacelli	/	30.0	14.0	M	500.0

Tabela 54. Provas de Carga analisadas – Belo Horizonte (Anel Rod.)/MG.

Número	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
43	MG	B. Horizonte	Anel Rod., km21	Brasfond	60.0	18.8	L	2500.0
44	MG	B. Horizonte	Anel Rod., km21	Brasfond	60.0	18.8	L	2500.0
45	MG	B. Horizonte	Anel Rod., km21	Brasfond	40.0	17.0	L	820.0

Tabela 55. Provas de Carga analisadas – Belo Horizonte (Av. Flemig)/MG.

Número	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
78	MG	B. Horizonte	Av. Flemig	Geofix / UFMG	35.0	7.0	M	700.0
79	MG	B. Horizonte	Av. Flemig	Geofix / UFMG	35.0	7.0	M	650.0
80	MG	B. Horizonte	Av. Flemig	Geofix / UFMG	35.0	10.0	R	792.0

Tabela 56. Curva carga x recalque das estacas analisadas.

Estágio	Estaca 38		Estaca 39		Estaca 40	
	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)
1	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
2	125.0	1.00	75.0	0.67	75.0	0.16
3	250.0	2.50	150.0	0.98	150.0	0.50
4	300.0	3.30	180.0	1.03	180.0	0.80
5	350.0	3.80	210.0	1.27	210.0	0.91
6	400.0	4.40	240.0	1.38	240.0	1.09
7	450.0	5.07	270.0	1.52	270.0	1.32
8	500.0	5.62	300.0	1.64	300.0	1.51
9	450.0	4.15	270.0	1.10	270.0	0.22
10	400.0	5.20	240.0	1.43	240.0	1.20
11	350.0	5.30	210.0	1.45	210.0	1.40
12	300.0	5.40	180.0	1.55	180.0	1.44
13	250.0	5.55	150.0	1.60	150.0	1.50
14	125.0	5.60	75.0	1.62	75.0	1.50

Estágio	Estaca 41		Estaca 42		Estaca 43	
	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)
1	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
2	75.0	0.38	75.0	0.20	125.0	0.90
3	150.0	1.10	150.0	0.60	250.0	2.01
4	180.0	1.36	180.0	0.85	300.0	2.50
5	210.0	1.6	210.0	1.05	350.0	2.9
6	240.0	1.92	240.0	1.20	400.0	3.50
7	270.0	2.18	270.0	1.34	450.0	3.64
8	300.0	2.58	300.0	1.64	500.0	4.09
9	270.0	2.04	270.0	1.00	450.0	3.50
10	240.0	2.30	240.0	1.40	400.0	3.80
11	210.0	2.33	210.0	1.50	350.0	3.90
12	180.0	2.44	180.0	1.55	300.0	3.95
13	150.0	2.50	150.0	1.60	250.0	4.00
14	75.0	2.56	75.0	1.60	125.0	4.09

Tabela 57. Parâmetros A e B e carga de ruptura – Critério de Van der Veen.

Estaca	P_{rup} (kN)	A	B
Estaca 38	1901.7	0.0524	0.0060
Estaca 39	1059739.6	0.0002	0.0000
Estaca 40	509.5	0.5525	0.0343
Estaca 41	653.2	0.2346	0.0110
Estaca 42	581.5	0.4289	0.0228
Estaca 43	2120.7	0.0631	0.0042

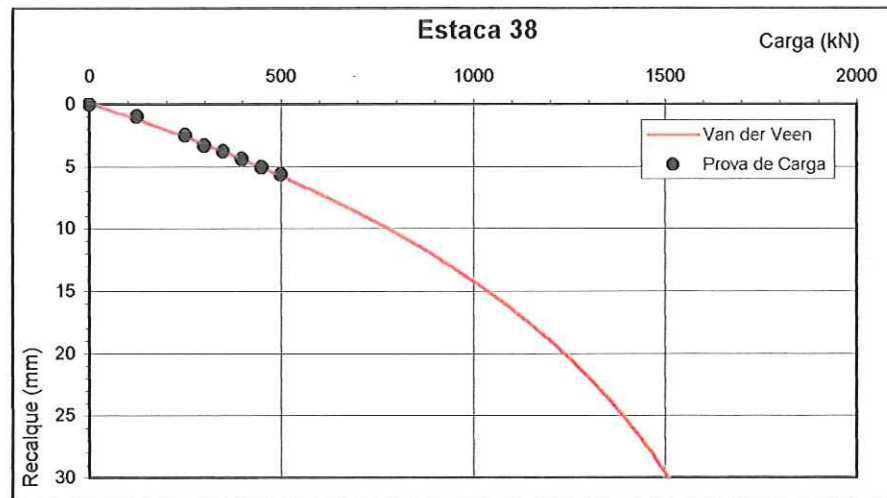


Figura 68. Prova de carga da Estaca 38 – Contagem/MG.

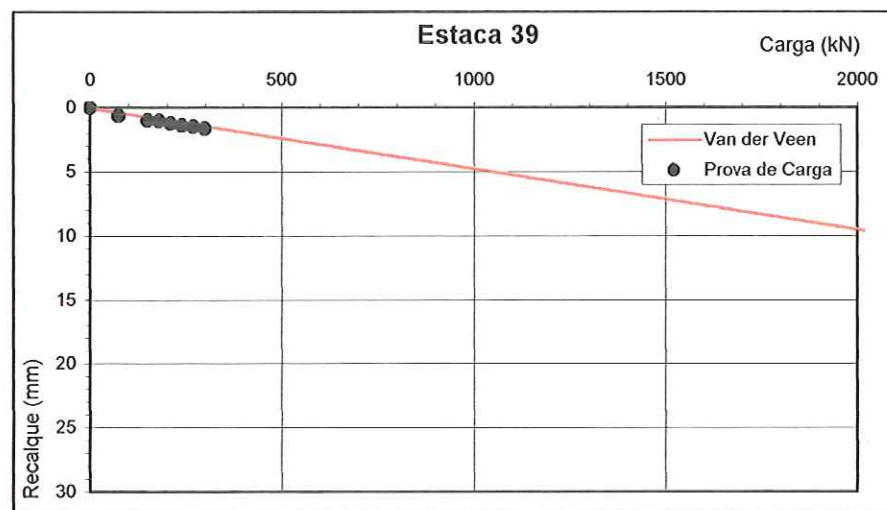


Figura 69. Prova de carga da Estaca 39 – Contagem/MG.

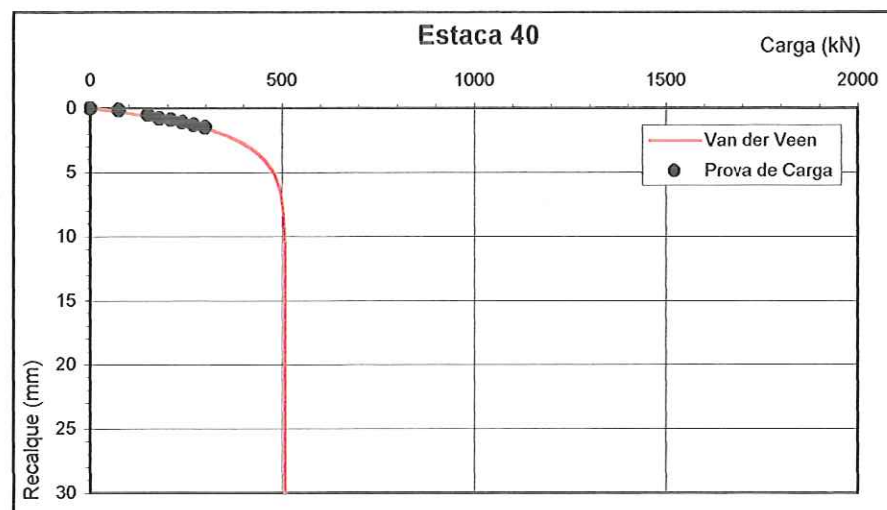


Figura 70. Prova de carga da Estaca 40 – Contagem/MG.

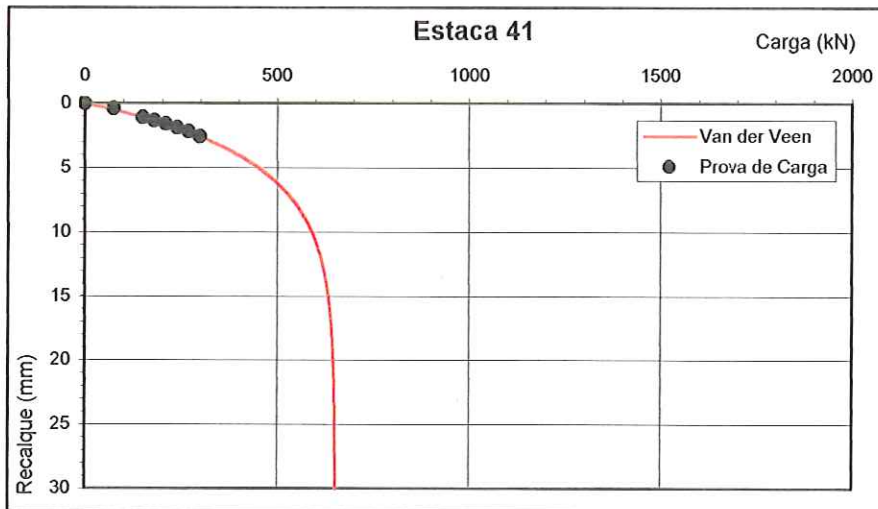


Figura 71. Prova de carga da Estaca 41 – Contagem/MG.

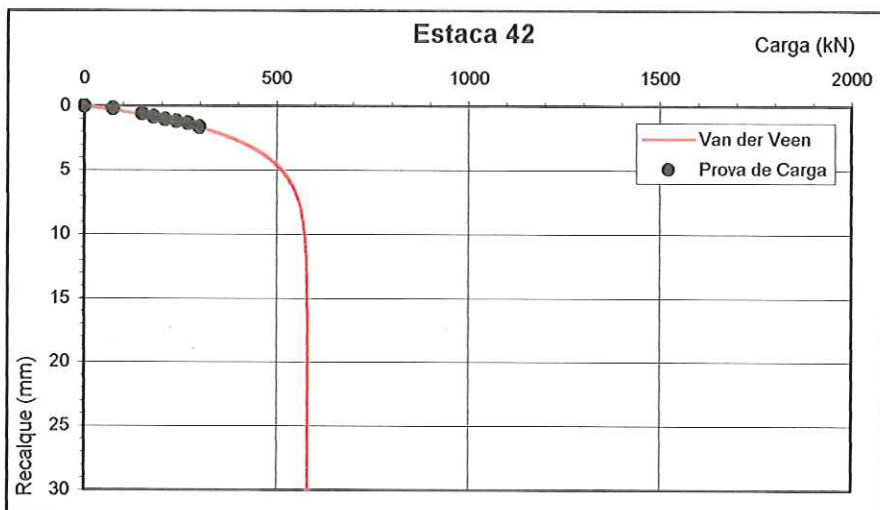


Figura 72. Prova de carga da Estaca 42 - Contagem/MG.

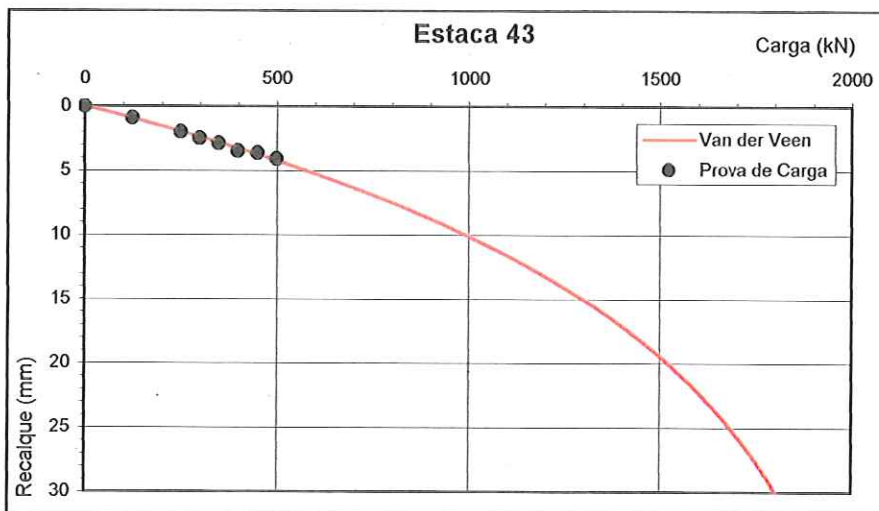


Figura 73. Prova de carga da Estaca 43 - Contagem/MG.

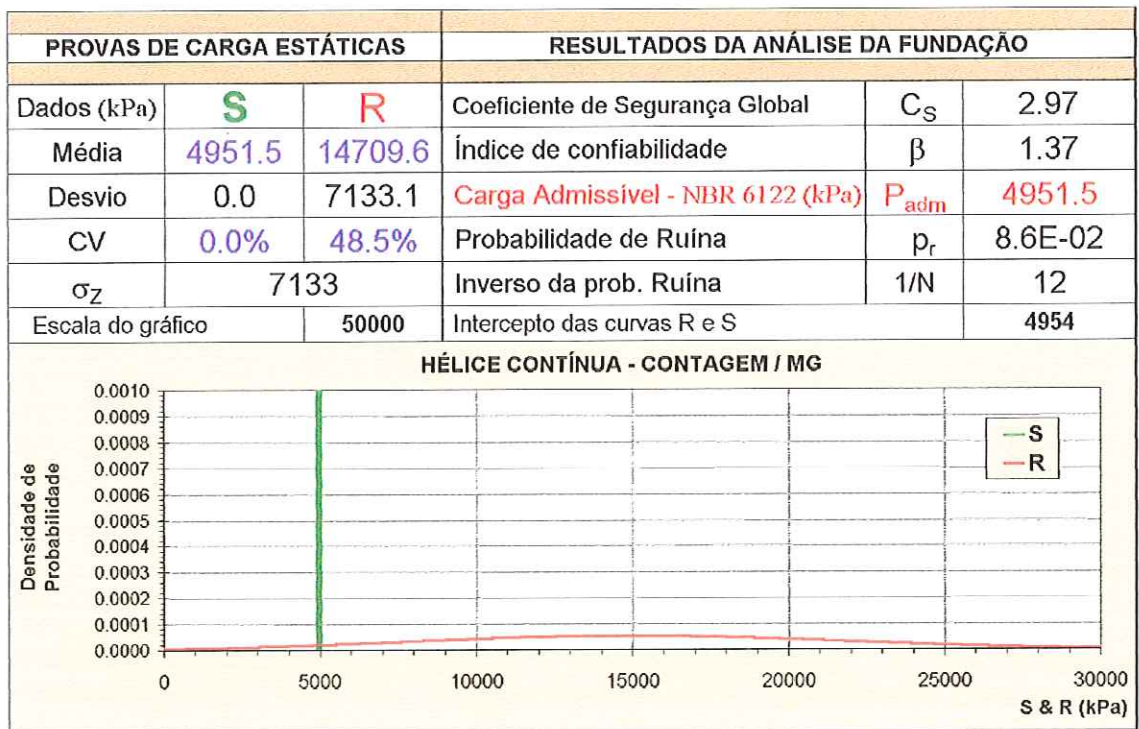


Figura 74. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996.

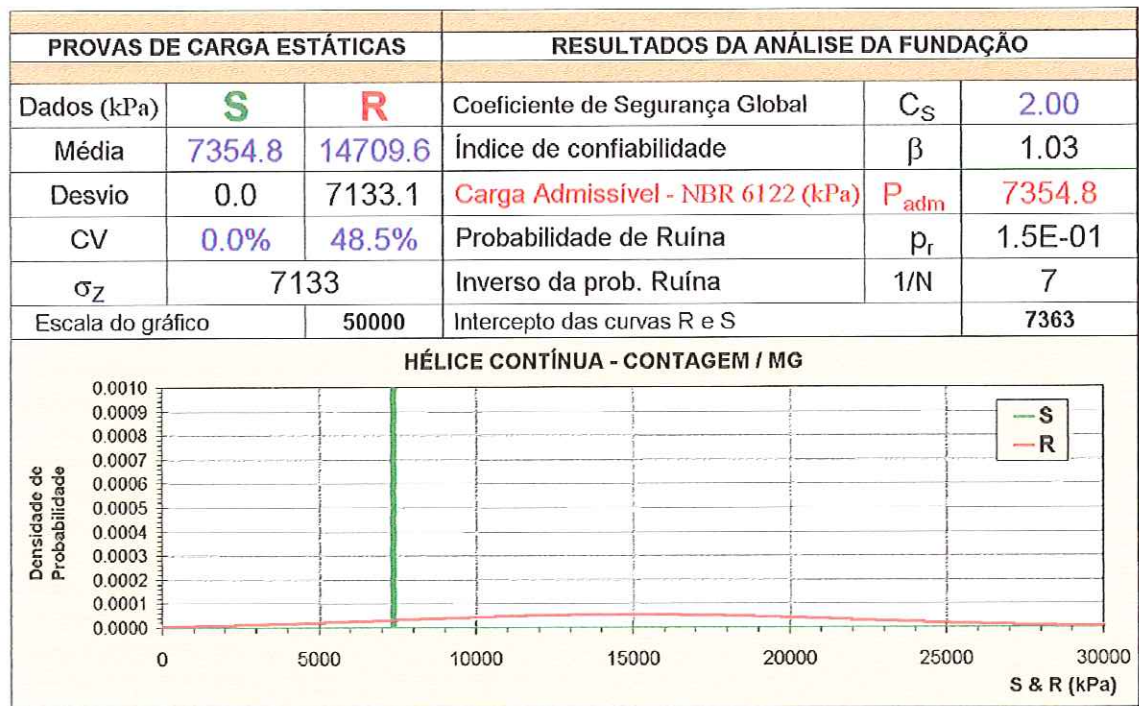


Figura 75. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$.

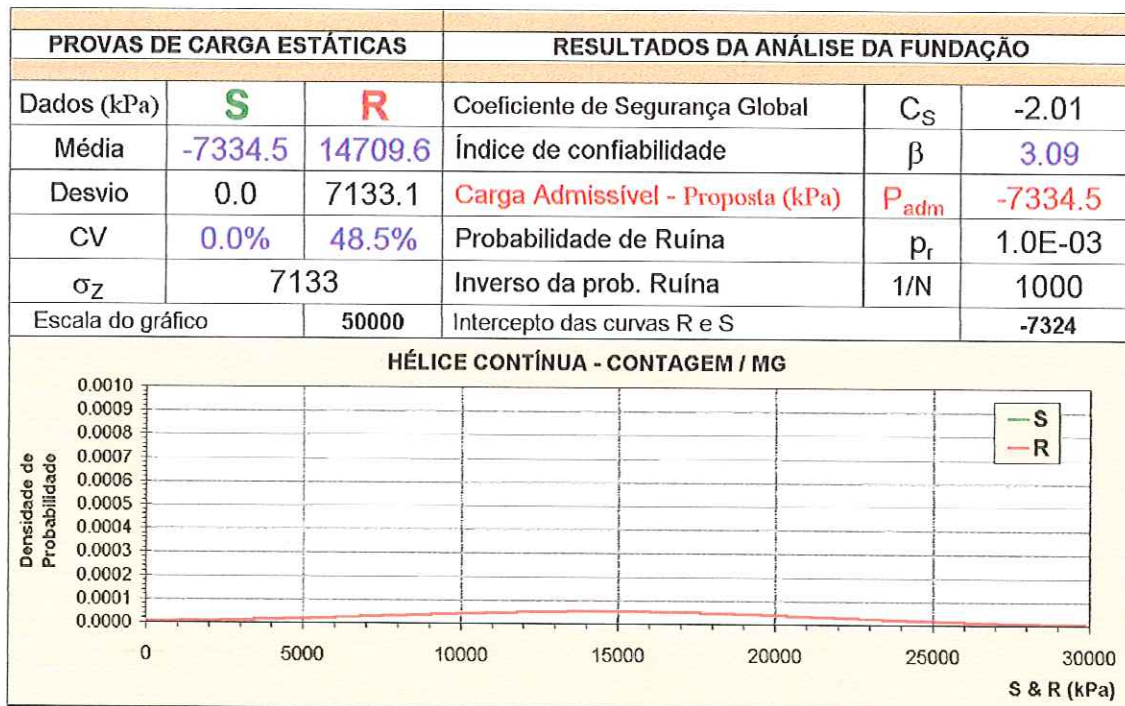


Figura 76. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$.

Tabela 58. Índice de confiabilidade x coeficiente de segurança – Minas Gerais.

Localização		Resistência Média (kPa)	Desvio Padrão (kPa)	Coeficiente de Variação (%)
Contagem / SP		14709.6	7133.1	48.5%
CS	β	Pr	1 / Pr	P_{adm}
1.0	0.0	0.50000000	2	14709.6
2.0	1.0	0.15125138	7	7354.8
3.0	1.4	0.08460066	12	4903.2
4.0	1.5	0.06097724	16	3677.4
5.0	1.6	0.04949907	20	2941.9
6.0	1.7	0.04285554	23	2451.6
7.0	1.8	0.03856654	26	2101.4
8.0	1.8	0.03558487	28	1838.7
9.0	1.8	0.03339875	30	1634.4
10.0	1.9	0.03173055	32	1471.0
11.0	1.9	0.03041741	33	1337.2
12.0	1.9	0.02935781	34	1225.8
13.0	1.9	0.02848534	35	1131.5
14.0	1.9	0.02775478	36	1050.7
15.0	1.9	0.02713432	37	980.6

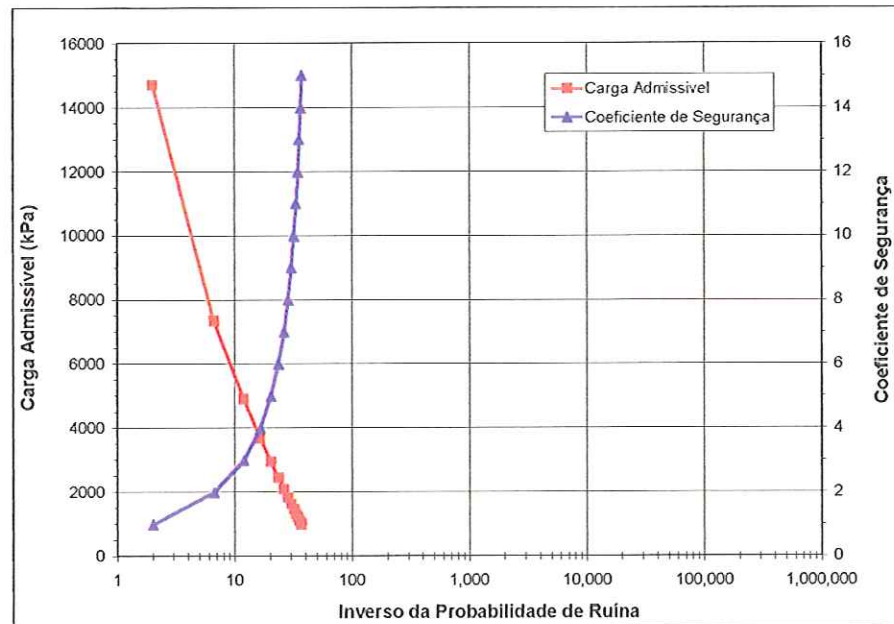


Figura 77. Carga admissível proposta – Contagem /MG.

Tabela 59. Curva carga x recalque das estacas analisadas.

Estágio	Estaca 43		Estaca 44		Estaca 45	
	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)
1	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
2	625.0	1.50	625.0	1.00	205.0	0.35
3	1250.0	4.04	1250.0	3.53	410.0	1.01
4	1500.0	5.42	1500.0	5.25	492.0	1.46
5	1750.0	8.31	1750.0	6.72	574.0	1.93
6	2000.0	11.00	2000.0	9.52	656.0	2.70
7	2250.0	13.57	2250.0	13.05	738.0	3.61
8	2500.0	16.22	2500.0	17.42	820.0	4.28
9	2250.0	10.00	2250.0	11.00	738.0	1.50
10	2000.0	12.80	2000.0	12.72	656.0	2.70
11	1750.0	13.50	1750.0	14.00	574.0	3.10
12	1500.0	14.30	1500.0	14.50	492.0	3.50
13	1250.0	15.00	1250.0	15.80	410.0	3.70
14	625.0	15.70	625.0	16.50	205.0	4.00

Tabela 60. Parâmetros A e B e carga de ruptura – Critério de Van der Veen.

Estaca	Prup (kN)	A	B
Estaca 43	3094.3	0.0939	0.0733
Estaca 44	2756.0	0.1290	0.0912
Estaca 45	971.0	0.3995	0.0812

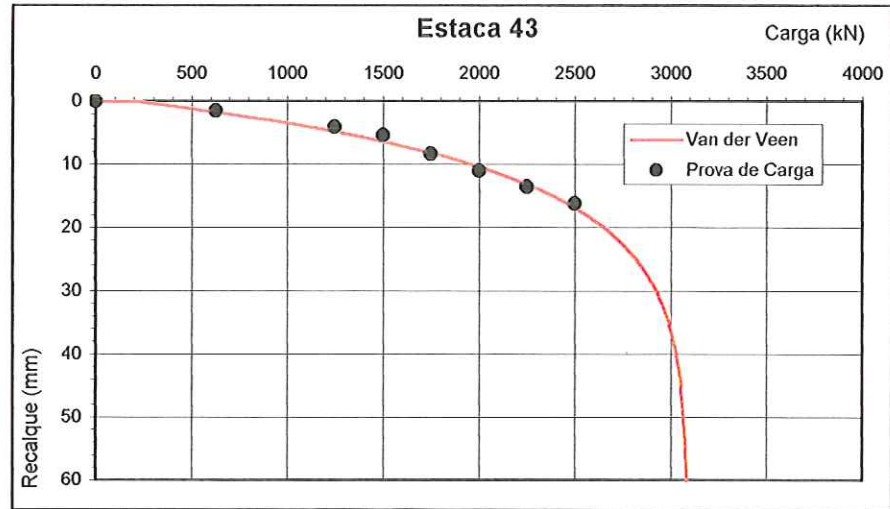


Figura 78. Prova de carga da Estaca 43 - Belo Horizonte/MG.

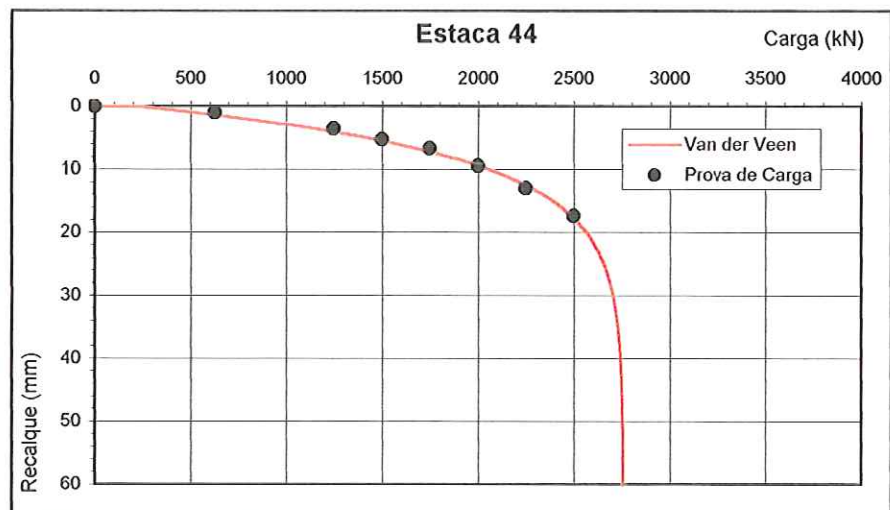


Figura 79. Prova de carga da Estaca 44 - Belo Horizonte/MG.

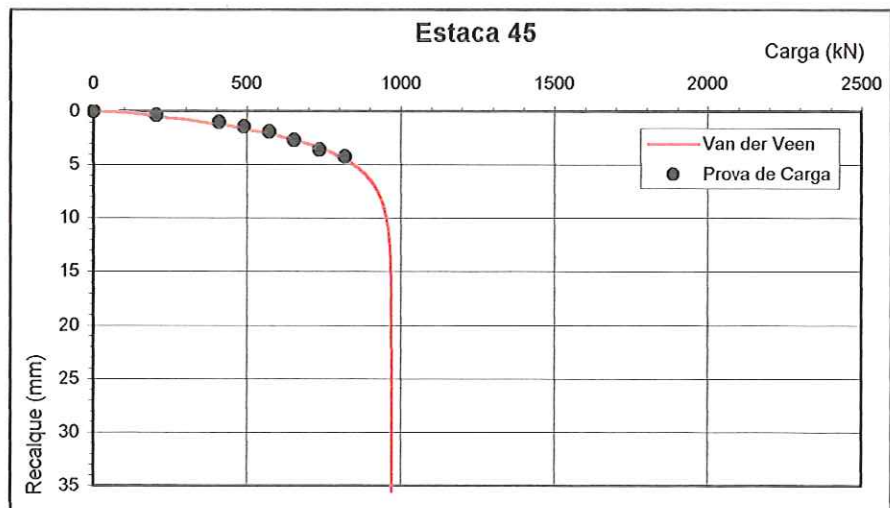


Figura 80. Prova de carga da Estaca 45 - Belo Horizonte/MG.

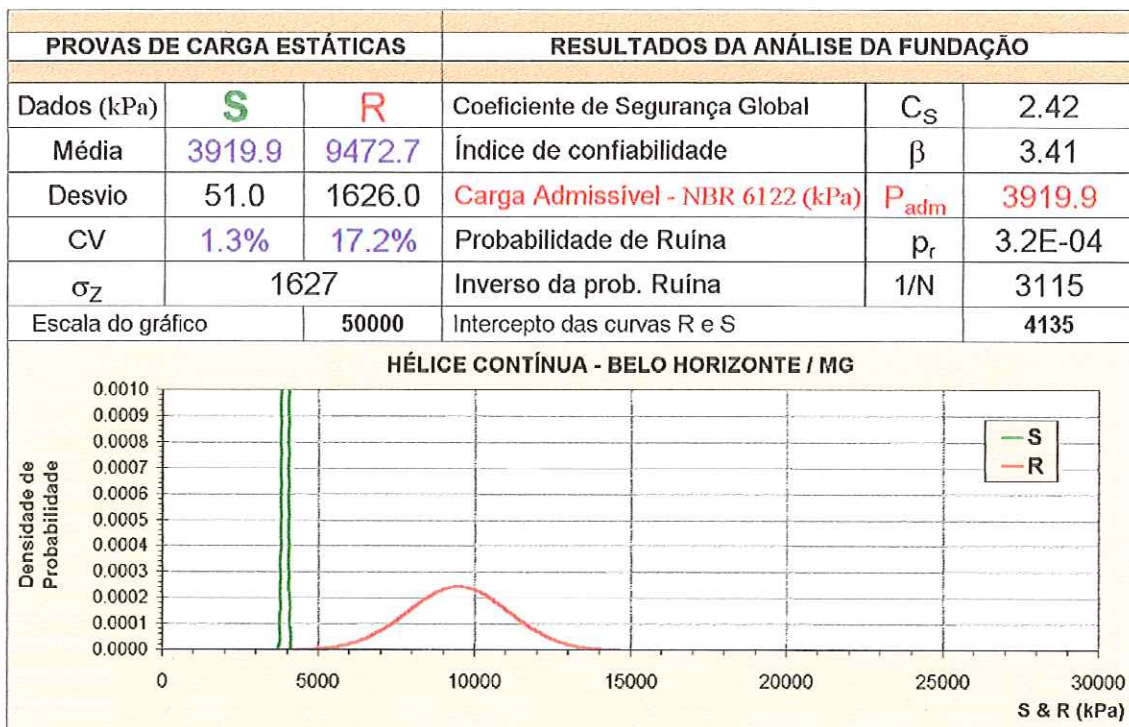
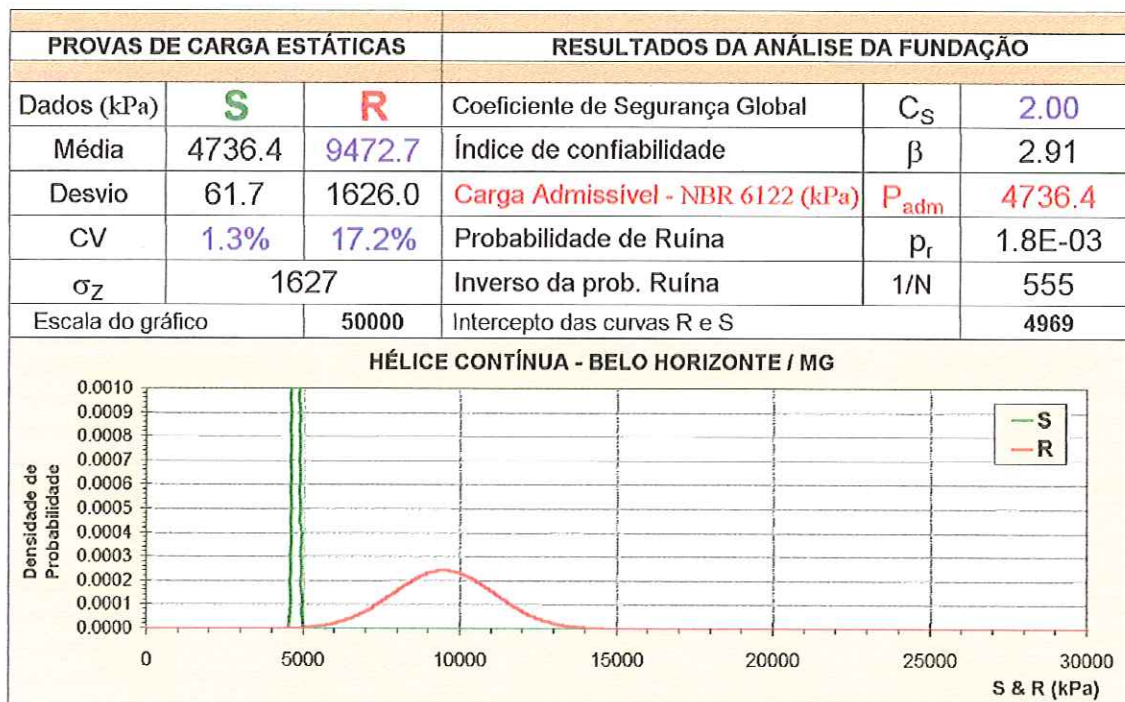


Figura 81. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996.

Figura 82. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$.

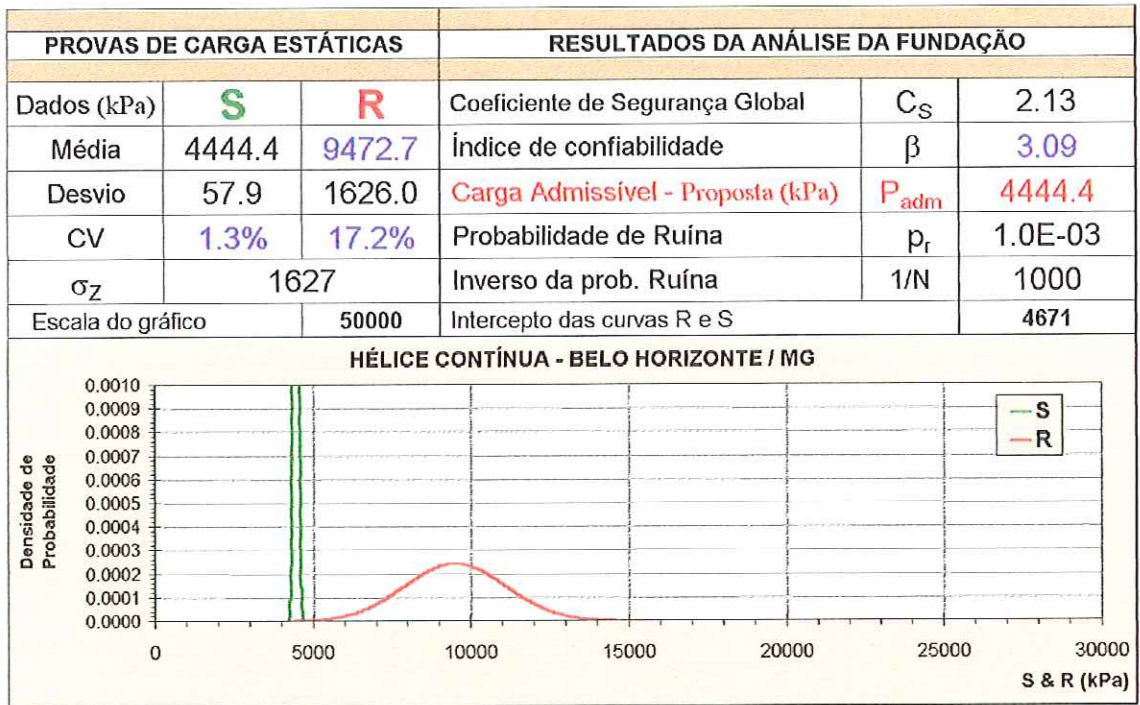


Figura 83. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$.

Tabela 61. Índice de confiabilidade x coeficiente de segurança – Minas Gerais.

Localização		Resistência Média (kPa)	Desvio Padrão (kPa)	Coefficiente de Variação (%)
Belo Horizonte / MG		9472.7	1626.0	17.2
CS	β	Pr	1 / Pr	P _{adm}
1.0	0.0	0.50000000	2	9472.7
2.0	2.9	0.00179060	558	4736.4
3.0	3.9	0.00005143	19444	3157.6
4.0	4.4	0.00000624	160349	2368.2
5.0	4.7	0.00000158	633682	1894.5
6.0	4.9	0.00000060	1657431	1578.8
7.0	5.0	0.00000030	3367965	1353.2
8.0	5.1	0.00000017	5802496	1184.1
9.0	5.2	0.00000011	8922902	1052.5
10.0	5.2	0.00000008	12647398	947.3
11.0	5.3	0.00000006	16875750	861.2
12.0	5.3	0.00000005	21505523	789.4
13.0	5.4	0.00000004	26441111	728.7
14.0	5.4	0.00000003	31597923	676.6
15.0	5.4	0.00000003	36903664	631.5

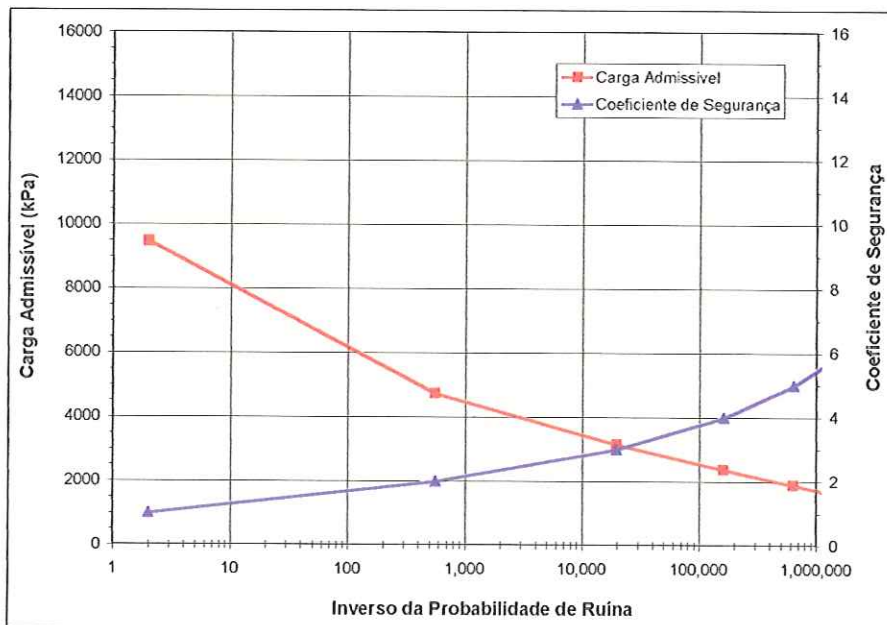


Figura 84. Carga admissível proposta – Belo Horizonte/MG.

Tabela 62. Curva carga x recalque das estacas analisadas.

Estágio	Estaca 78		Estaca 79		Estaca 80	
	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)
1	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
2	175.0	1.30	162.5	0.60	99.0	0.30
3	350.0	3.75	325.0	2.60	198.0	0.80
4	420.0	5.00	390.0	4.30	237.6	1.09
5	490.0	6.40	455.0	6.12	277.2	1.60
6	560.0	8.30	520.0	9.70	316.8	2.07
7	630.0	14.00	585.0	15.00	356.4	3.00
8	700.0	38.93	650.0	29.86	396.0	3.48
9	630.0	37.00	585.0	28.00	356.4	1.65
10	560.0	38.20	520.0	29.20	316.8	6.00
11	490.0	38.20	455.0	29.20	277.2	8.40
12	420.0	38.20	390.0	29.20	237.6	10.40
13	350.0	38.20	325.0	29.20	198.0	15.18
14	175.0	38.90	162.5	29.86	99.0	22.30

Tabela 63. Parâmetros A e B e carga de ruptura – Critério de Van der Veen.

Estaca	Prup (kN)	A	B
Estaca 78	700.1	0.1561	0.1270
Estaca 79	656.6	0.1410	0.2024
Estaca 80	461.8	0.5095	0.0891

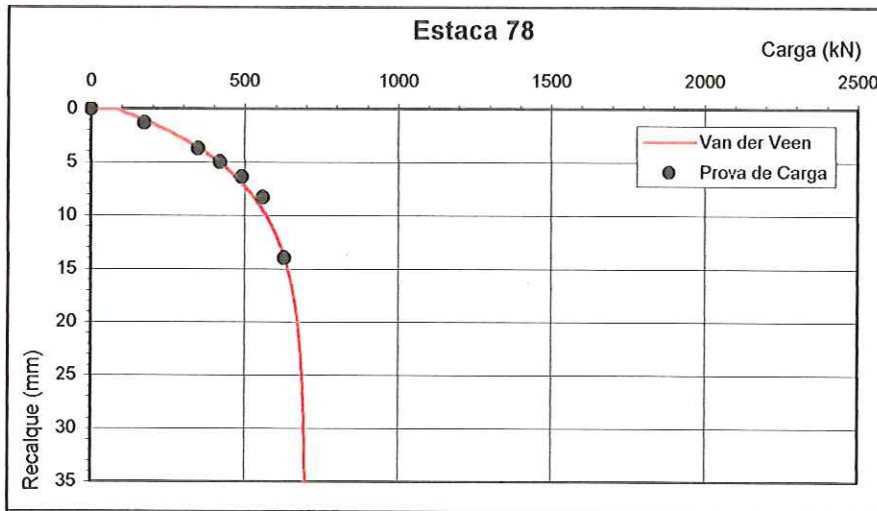


Figura 85. Prova de carga da Estaca 78 – Belo Horizonte/MG.

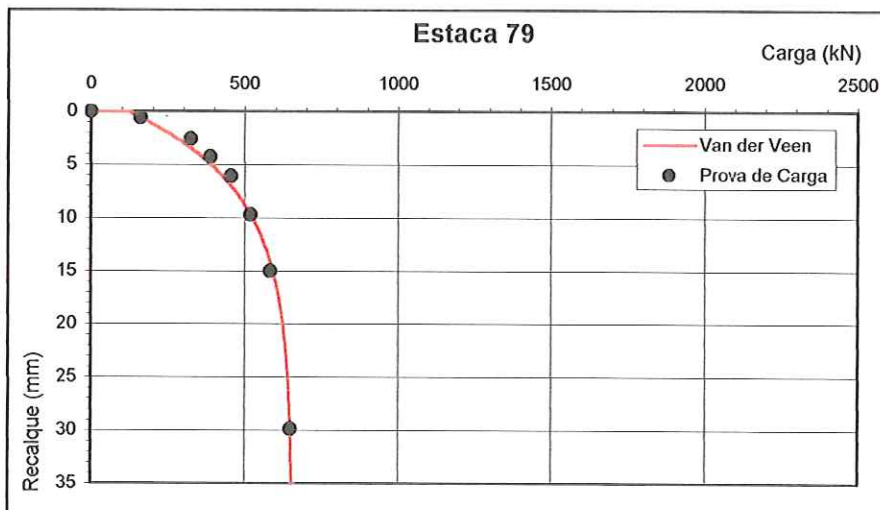


Figura 86. Prova de carga da Estaca 79 - Belo Horizonte/MG.

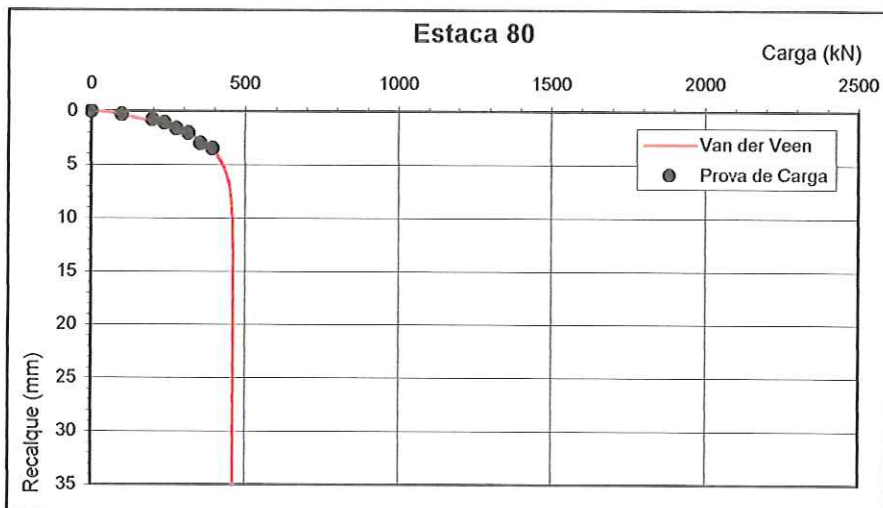


Figura 87. Prova de carga da Estaca 80 - Belo Horizonte/MG.

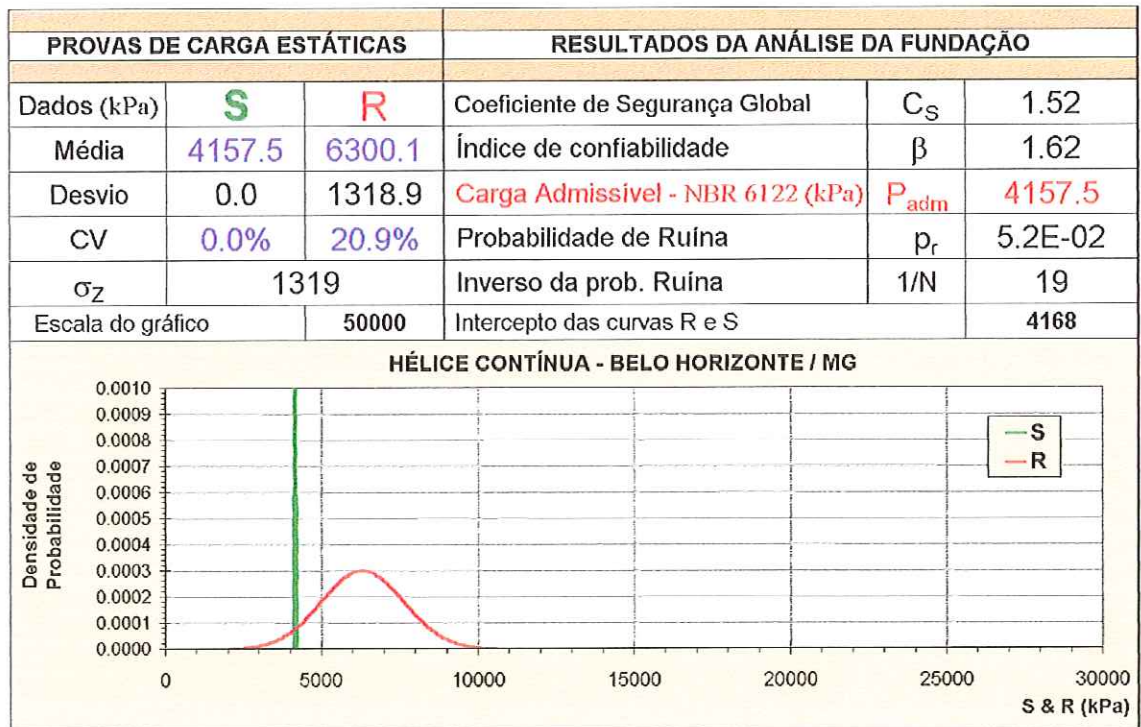


Figura 88. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996.

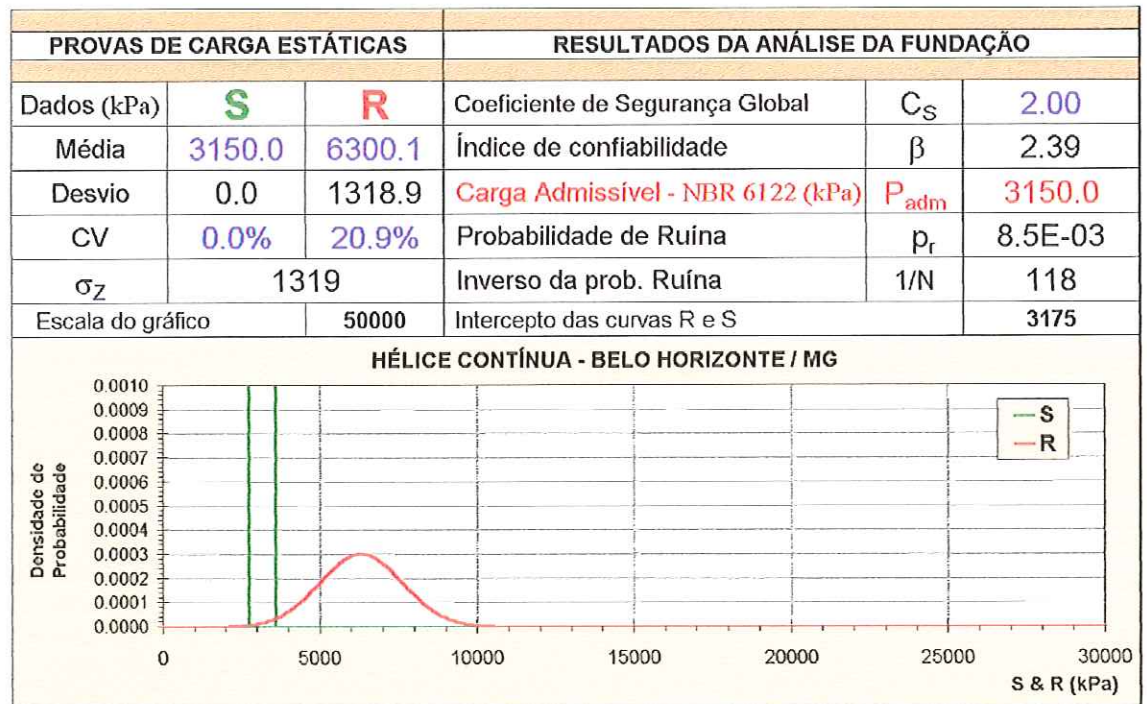


Figura 89. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$.

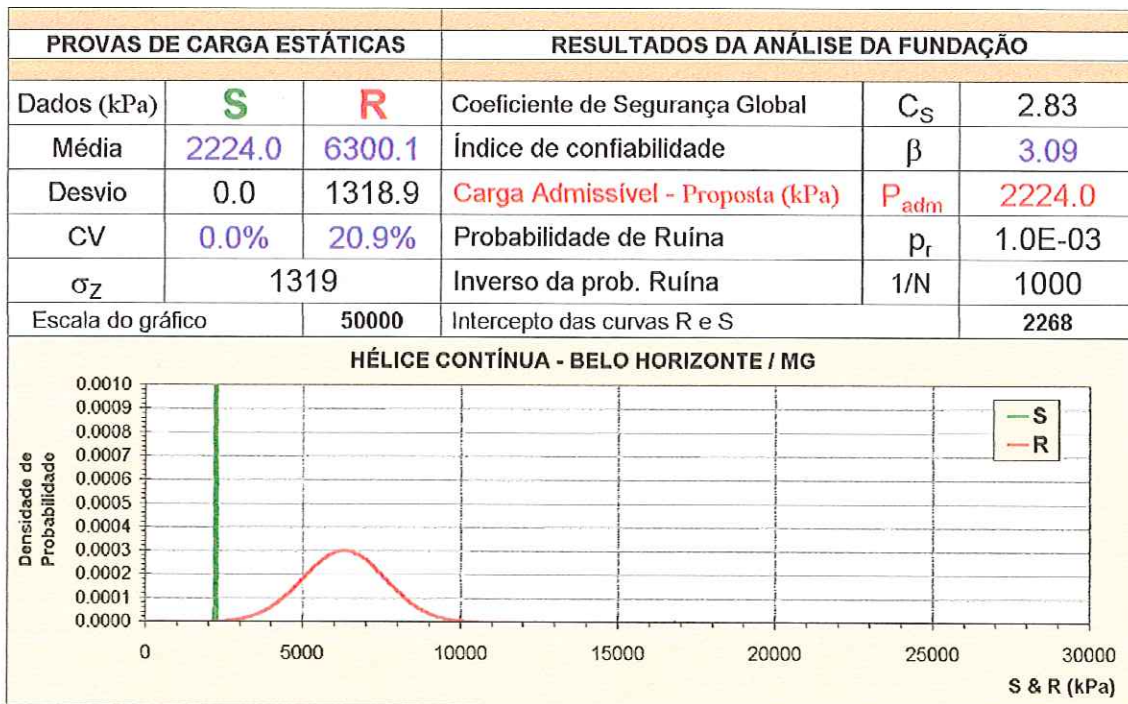


Figura 90. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$.

Tabela 64. Índice de confiabilidade x coeficiente de segurança – Minas Gerais.

Localização		Resistência Média (kPa)	Desvio Padrão (kPa)	Coeficiente de Variação (%)
Belo Horizonte / MG		6300.1	1318.9	20.9%
CS	β	Pr	1 / Pr	P_{adm}
1.0	0.0	0.50000000	2	6300.1
2.0	2.4	0.00846288	118	3150.0
3.0	3.2	0.00072523	1379	2100.0
4.0	3.6	0.00017020	5876	1575.0
5.0	3.8	0.00006639	15063	1260.0
6.0	4.0	0.00003439	29077	1050.0
7.0	4.1	0.00002118	47206	900.0
8.0	4.2	0.00001461	68446	787.5
9.0	4.2	0.00001089	91818	700.0
10.0	4.3	0.00000858	116495	630.0
11.0	4.3	0.00000705	141829	572.7
12.0	4.4	0.00000598	167331	525.0
13.0	4.4	0.00000519	192649	484.6
14.0	4.4	0.00000460	217534	450.0
15.0	4.5	0.00000414	241816	420.0

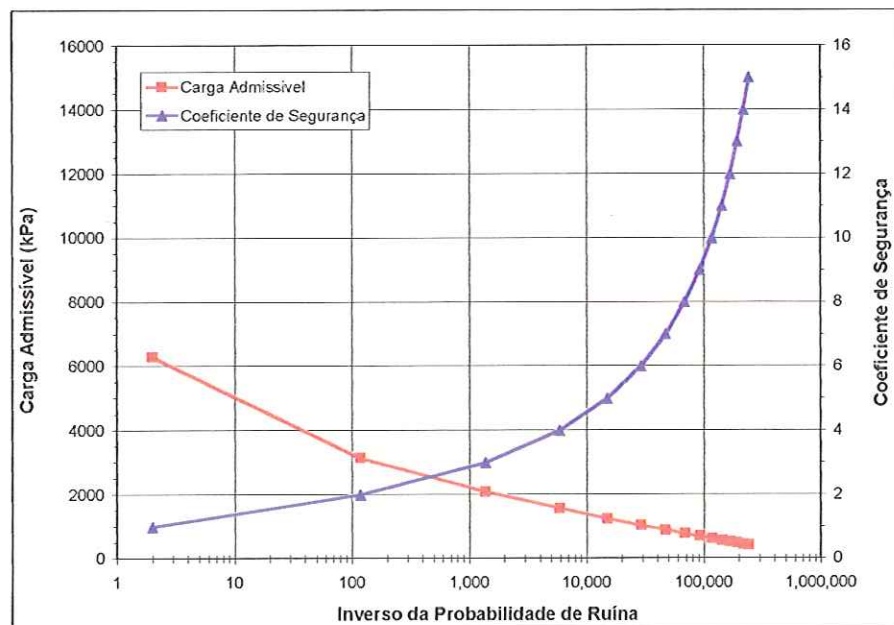


Figura 91. Carga admissível proposta – Belo Horizonte/MG.

Tabela 65. Número de provas de cargas realizadas no Rio Grande do Sul.

Rio Grande do Sul	Número de Provas de Carga
Alonso (2000)	9
Alonso (2002)	2
Total	11
1º Análise	4
2º Análise	3
Analisadas	7

Tabela 66. Provas de Carga publicadas por Alonso (2000) - Rio Grande do Sul.

Número	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
13	RS	P. Alegre	Aerop. Salgado Filho	Geofix	40.0	16.0	R	1200.0
14	RS	P. Alegre	Aerop. Salgado Filho	Geofix	60.0	27.0	R	3600.0
16	RS	P. Alegre	av. Sertório, 4222	Geofix	40.0	9.1	L	1450.0
17	RS	P. Alegre	av. Sertório, 4223	Geofix	50.0	12.0	M	1700.0
18	RS	P. Alegre	av. Sertório, 4224	Geofix	50.0	12.0	L	1900.0
31	RS	A Claras	Fca. Brahma	Serki	40.0	12.0	R	1600.0
32	RS	A Claras	Fca. Brahma	Serki	40.0	11.0	R	800.0
66	RS	P. Alegre	Trib. Regional Eleitoral	Geofix	50.0	18.5	M	2450.0
75	RS	P. Alegre	av. dos Estados, 1909	Geofix	50.0	19.0	M	2030.0

Tabela 67. Provas de Carga publicadas por Alonso (2002) - Rio Grande do Sul.

Número	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
11	RS	P. Alegre	Garagem do Aerop. Salgado Filho	/	60.0	22.0	M	3320.0
12	RS	P. Alegre	Garagem do Aerop. Salgado Filho	/	60.0	22.0	M	3600.0

Tabela 68. Provas de Carga publicadas por Alonso (2000, 2002) - Rio Grande do Sul.

Número	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
13	RS	P. Alegre	Aerop. Salgado Filho	Geofix	40.0	16.0	R	1200.0
14	RS	P. Alegre	Aerop. Salgado Filho	Geofix	60.0	27.0	R	3600.0
11	RS	P. Alegre	Garagem do Aerop. Salgado Filho	/	60.0	22.0	M	3320.0
12	RS	P. Alegre	Garagem do Aerop. Salgado Filho	/	60.0	22.0	M	3600.0
16	RS	P. Alegre	av. Sertório, 4222	Geofix	40.0	9.1	L	1450.0
17	RS	P. Alegre	av. Sertório, 4223	Geofix	50.0	12.0	M	1700.0
18	RS	P. Alegre	av. Sertório, 4224	Geofix	50.0	12.0	L	1900.0
31	RS	A Claras	Fca. Brahma	Serki	40.0	12.0	R	1600.0
32	RS	A Claras	Fca. Brahma	Serki	40.0	11.0	R	800.0
66	RS	P. Alegre	Trib. Regional Eleitoral	Geofix	50.0	18.5	M	2450.0
75	RS	P. Alegre	av. dos Estados, 1909	Geofix	50.0	19.0	M	2030.0

Tabela 69. Provas de Carga analisadas – Porto Alegre (Aerop. Salgado Filho)/RS.

Número	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
13	RS	P. Alegre	Aerop. Salgado Filho	Geofix	40.0	16.0	R	1200.0
14	RS	P. Alegre	Aerop. Salgado Filho	Geofix	60.0	27.0	R	3600.0
11	RS	P. Alegre	Garagem do Aerop. Salgado Filho	/	60.0	22.0	M	3320.0
12	RS	P. Alegre	Garagem do Aerop. Salgado Filho	/	60.0	22.0	M	3600.0

Tabela 70. Provas de Carga analisadas – Porto Alegre (av. Sertório)/RS.

Número	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
16	RS	P. Alegre	av. Sertório, 4222	Geofix	40.0	9.1	L	1450.0
17	RS	P. Alegre	av. Sertório, 4223	Geofix	50.0	12.0	M	1700.0
18	RS	P. Alegre	av. Sertório, 4224	Geofix	50.0	12.0	L	1900.0

Tabela 71. Curva carga x recalque das estacas analisadas.

Estágio	Estaca 11		Estaca 12		Estaca 13		Estaca 14	
	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)
1	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
2	830.0	1.00	900.0	1.10	300.0	0.05	900.0	3.49
3	1660.0	3.15	1800.0	3.66	600.0	1.21	1800.0	7.45
4	1992.0	4.10	2160.0	4.69	720.0	2.07	2160.0	9.27
5	2324.0	6.17	2520.0	5.90	840.0	3.15	2520.0	11.08
6	2656.0	8.54	2880.0	7.70	960.0	4.50	2880.0	12.91
7	2988.0	12.50	3240.0	9.75	1080.0	6.35	3240.0	14.64
8	3320.0	16.34	3600.0	12.46	1200.0	8.73	3600.0	16.71
9	1080.0	6.60	3240.0	12.39	2988.0	11.70	3240.0	8.00
10	960.0	7.99	2880.0	14.62	2656.0	13.80	2880.0	10.00
11	840.0	8.40	2520.0	15.22	2324.0	14.50	2520.0	10.50
12	720.0	8.70	2160.0	16.04	1992.0	15.00	2160.0	11.50
13	600.0	8.70	1800.0	16.54	1660.0	16.20	1800.0	12.00
14	300.0	8.72	900.0	16.71	830.0	16.30	900.0	12.40

Tabela 72. Parâmetros A e B e carga de ruptura – Critério de Van der Veen.

Estaca	P_{rup} (kN)	A	B
Estaca 11	3619.2	0.1419	0.1139
Estaca 12	4324.4	0.1397	0.0352
Estaca 13	1306.8	0.2604	0.1871
Estaca 14	11439.1	0.0225	0.0014

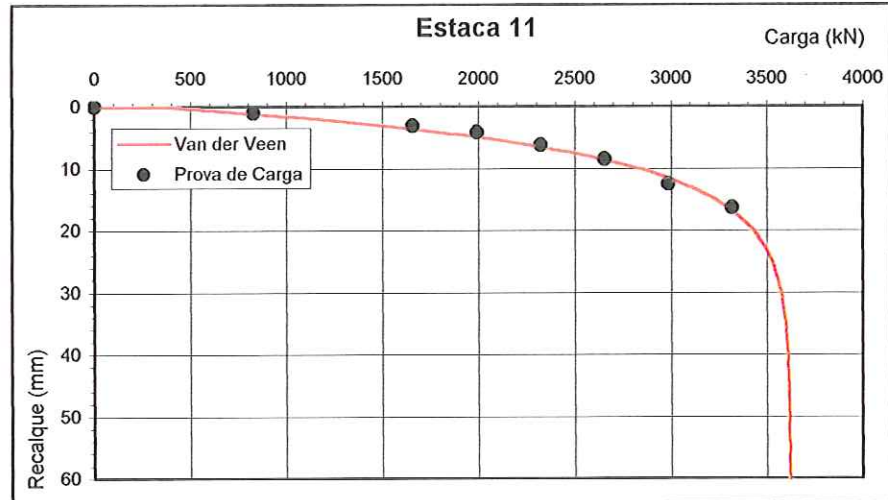


Figura 92. Prova de carga da Estaca 11 – Porto Alegre/RS.

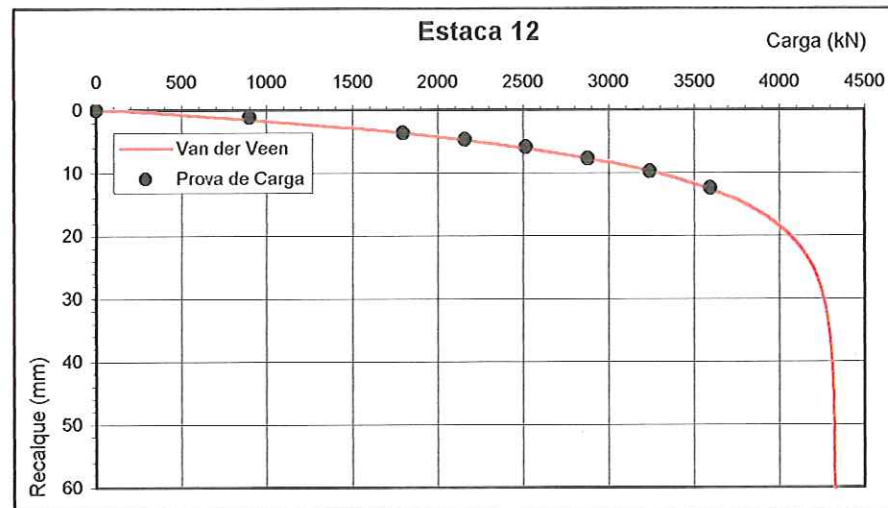


Figura 93. Prova de carga da Estaca 12 – Porto Alegre/RS.

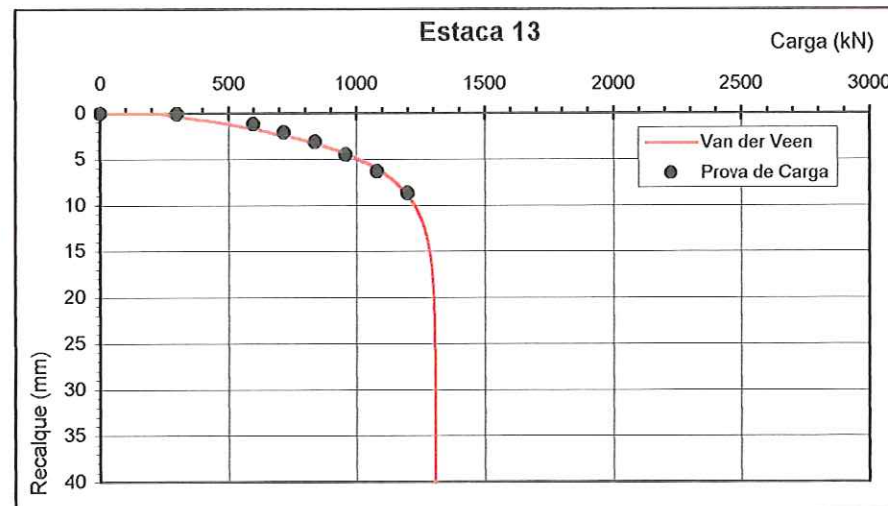


Figura 94. Prova de carga da Estaca 13 – Porto Alegre/RS.

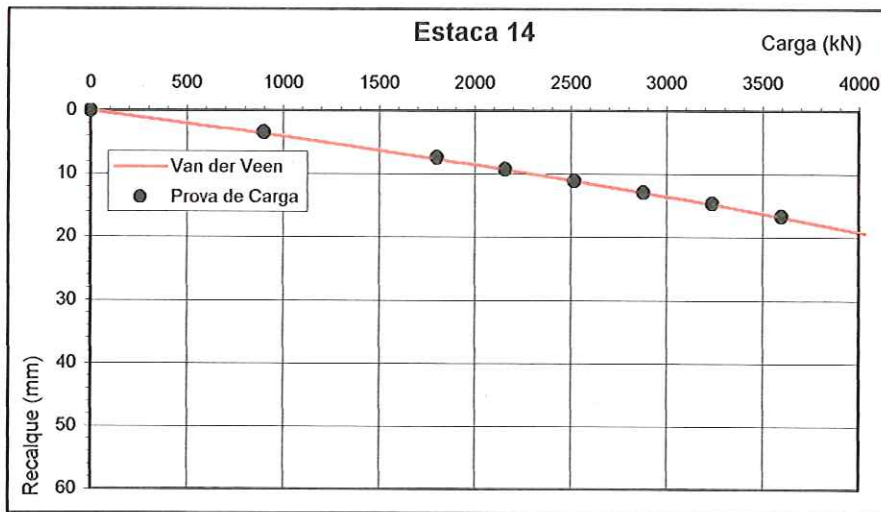


Figura 95. Prova de carga da Estaca 14 – Porto Alegre/RS.

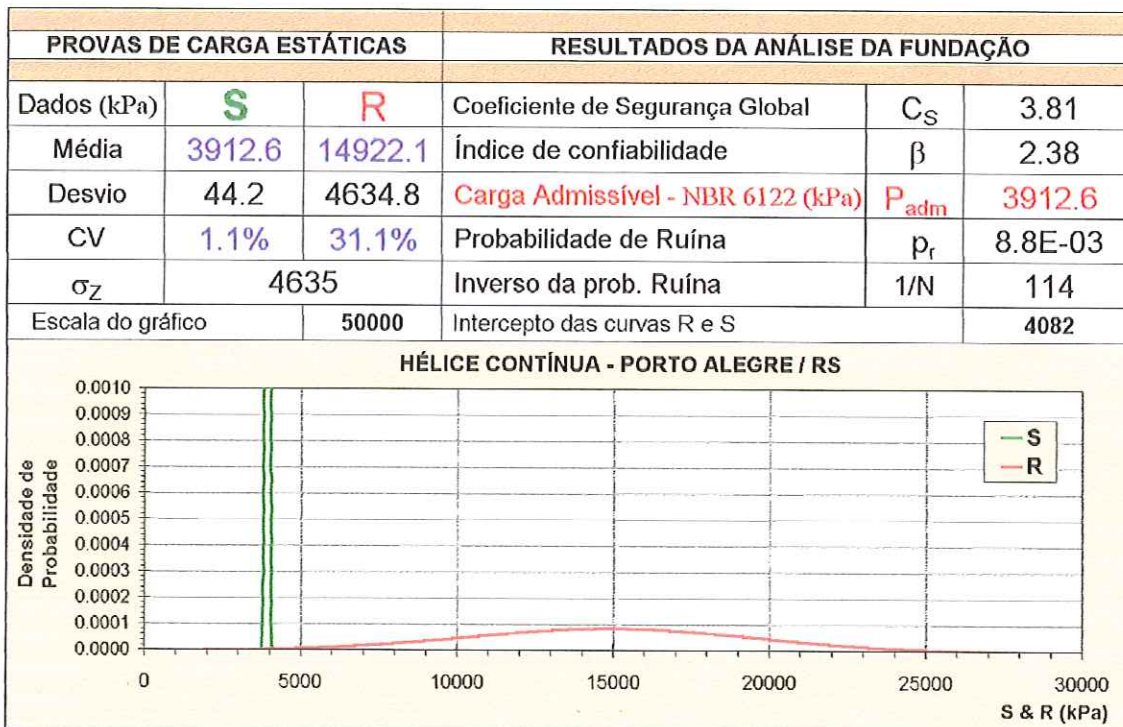


Figura 96. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996.

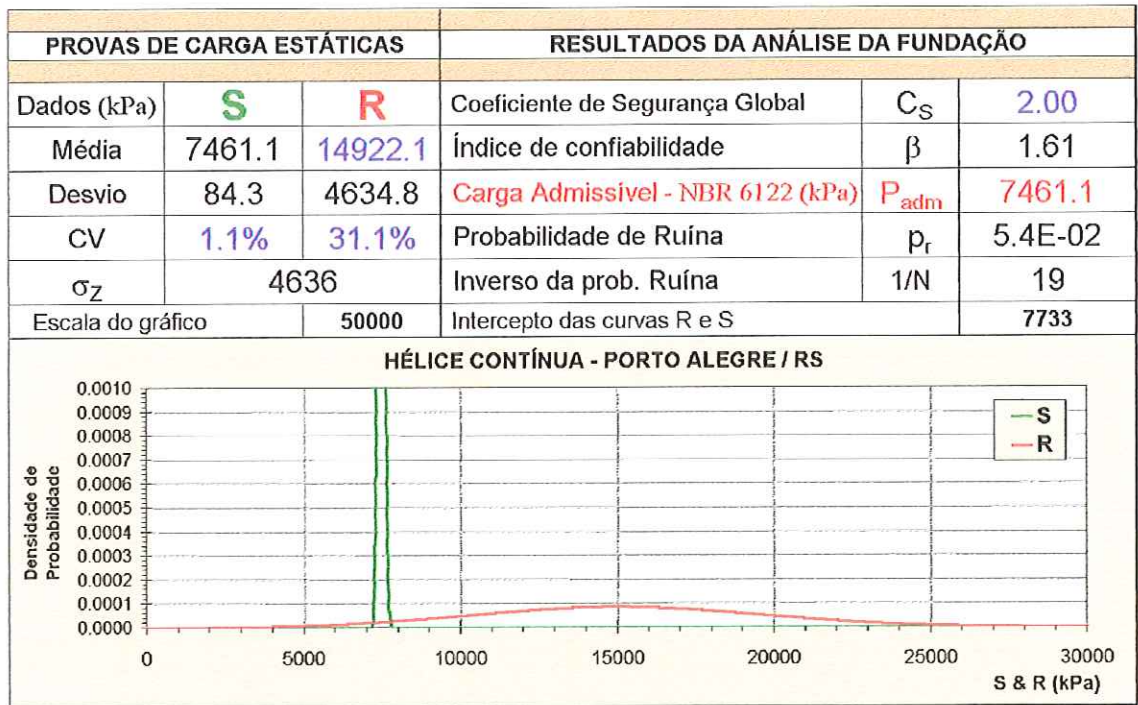


Figura 97. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$.

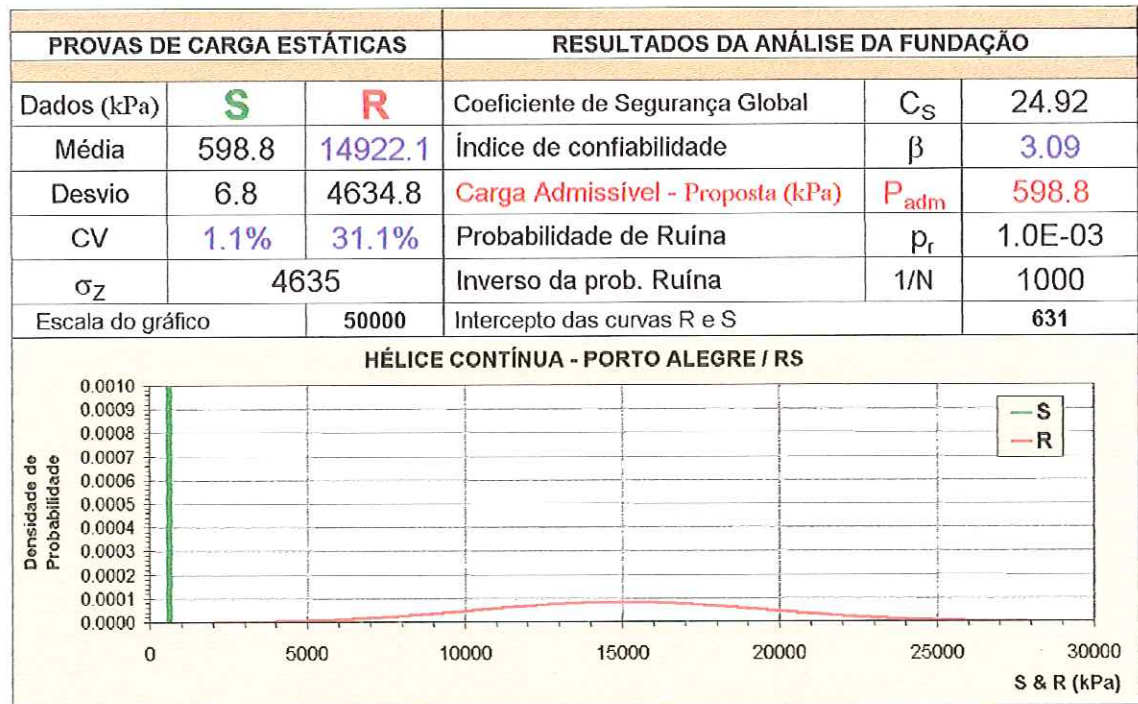


Figura 98. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$.

Tabela 73. Índice de confiabilidade x coeficiente de segurança – Rio Grande do Sul.

Localização		Resistência Média (kPa)	Desvio Padrão (kPa)	Coeficiente de Variação (%)
Porto Alegre / RS		14,922.1	4,634.8	31.1%
CS	β	Pr	1 / Pr	P_{adm}
1.0	0.0	0.50000000	2	14922.1
2.0	1.6	0.05374939	19	7461.1
3.0	2.1	0.01592655	63	4974.0
4.0	2.4	0.00787611	127	3730.5
5.0	2.6	0.00500308	200	2984.4
6.0	2.7	0.00364876	274	2487.0
7.0	2.8	0.00289343	346	2131.7
8.0	2.8	0.00242282	413	1865.3
9.0	2.9	0.00210594	475	1658.0
10.0	2.9	0.00188005	532	1492.2
11.0	2.9	0.00171186	584	1356.6
12.0	3.0	0.00158230	632	1243.5
13.0	3.0	0.00147972	676	1147.9
14.0	3.0	0.00139666	716	1065.9
15.0	3.0	0.00132815	753	994.8

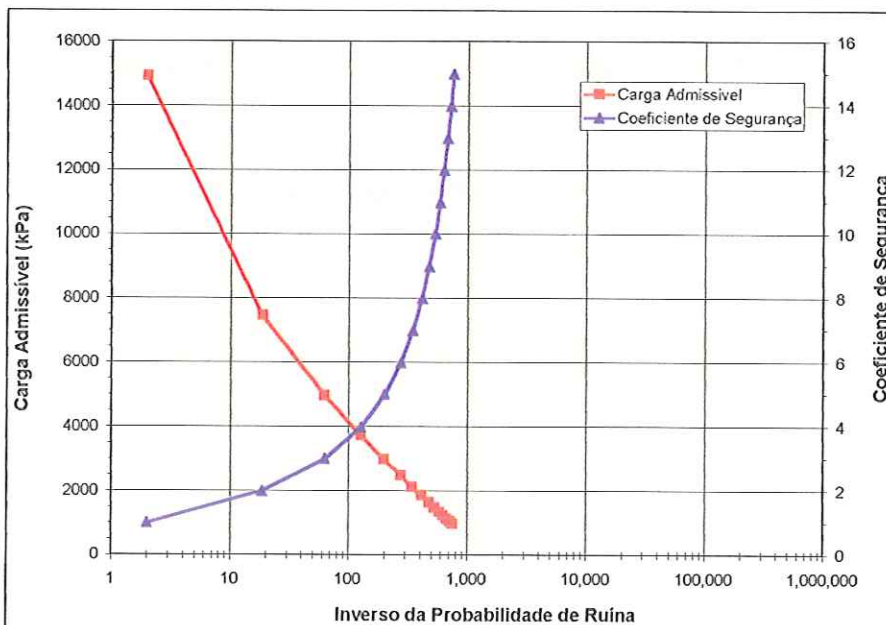


Figura 99. Carga admissível proposta – Porto Alegre/RS.

Tabela 74. Curva carga x recalque das estacas analisadas.

Estágio	Estaca 16		Estaca 17		Estaca 18	
	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)
1	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
2	362.5	2.00	425.0	1.40	475.0	1.17
3	725.0	5.90	850.0	5.56	950.0	3.45
4	870.0	7.97	1020.0	7.60	1140.0	4.88
5	1015.0	9.55	1190.0	11.20	1330.0	6.30
6	1160.0	11.34	1360.0	18.20	1520.0	9.45
7	1305.0	13.05	1530.0	32.24	1710.0	12.50
8	1450.0	17.14	1700.0	61.28	1900.0	22.75
9	1305.0	13.80	1530.0	58.00	1710.0	19.50
10	1160.0	15.48	1360.0	6.20	1520.0	20.70
11	1015.0	16.25	1190.0	60.30	1330.0	21.20
12	870.0	16.72	1020.0	60.50	1140.0	21.60
13	725.0	17.00	850.0	60.70	950.0	22.00
14	362.5	17.13	425.0	61.00	475.0	22.40

Tabela 75. Parâmetros A e B e carga de ruptura – Critério de Van der Veen.

Estaca	Prup (kN)	A	B
Estaca 16	2058.8	0.0714	0.0160
Estaca 17	1718.7	0.0689	0.2310
Estaca 18	1943.3	0.1637	0.0649

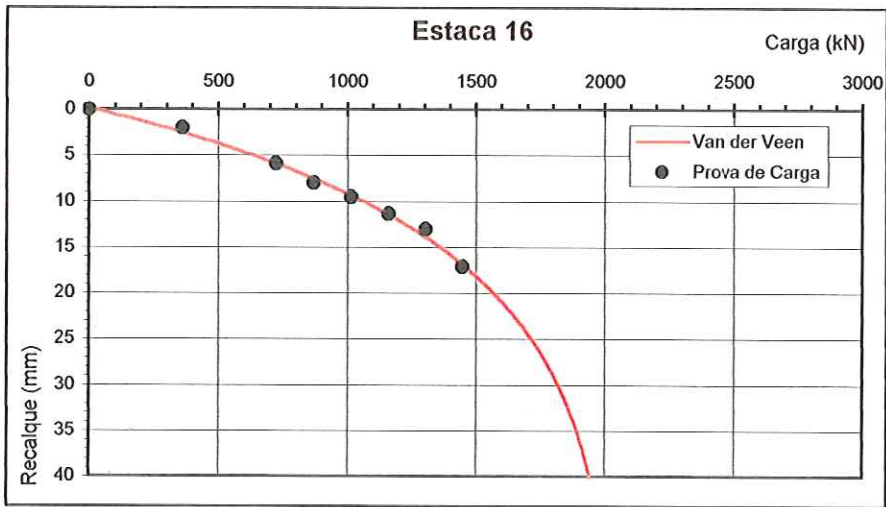


Figura 100. Prova de carga da Estaca 16 - Porto Alegre/RS.

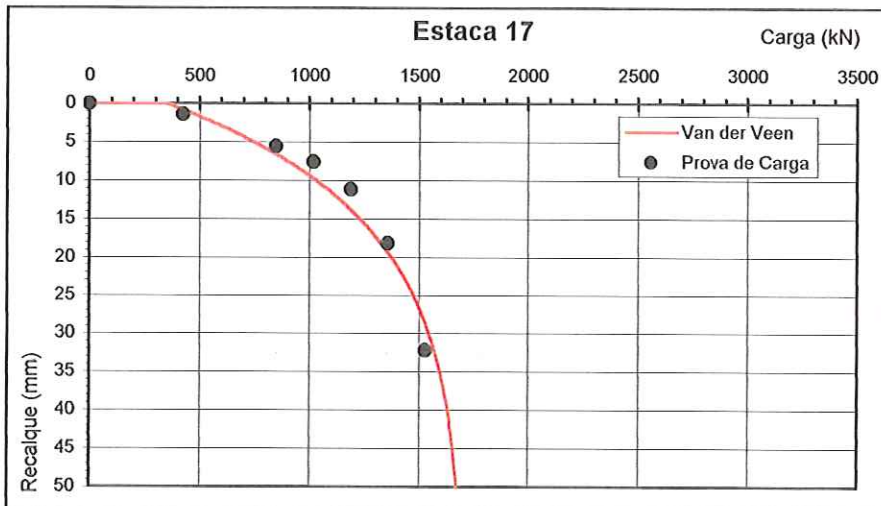


Figura 101. Prova de carga da Estaca 17 - Porto Alegre/RS.

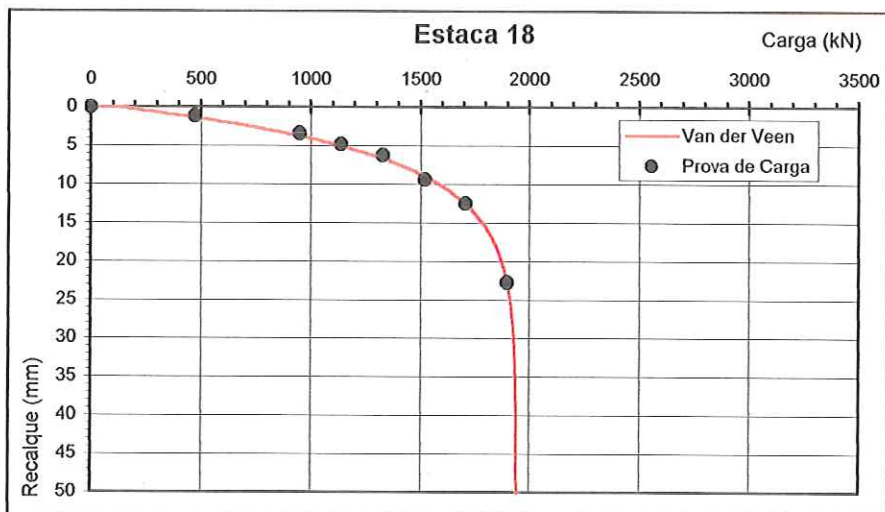


Figura 102. Prova de carga da Estaca 18 - Porto Alegre/RS.

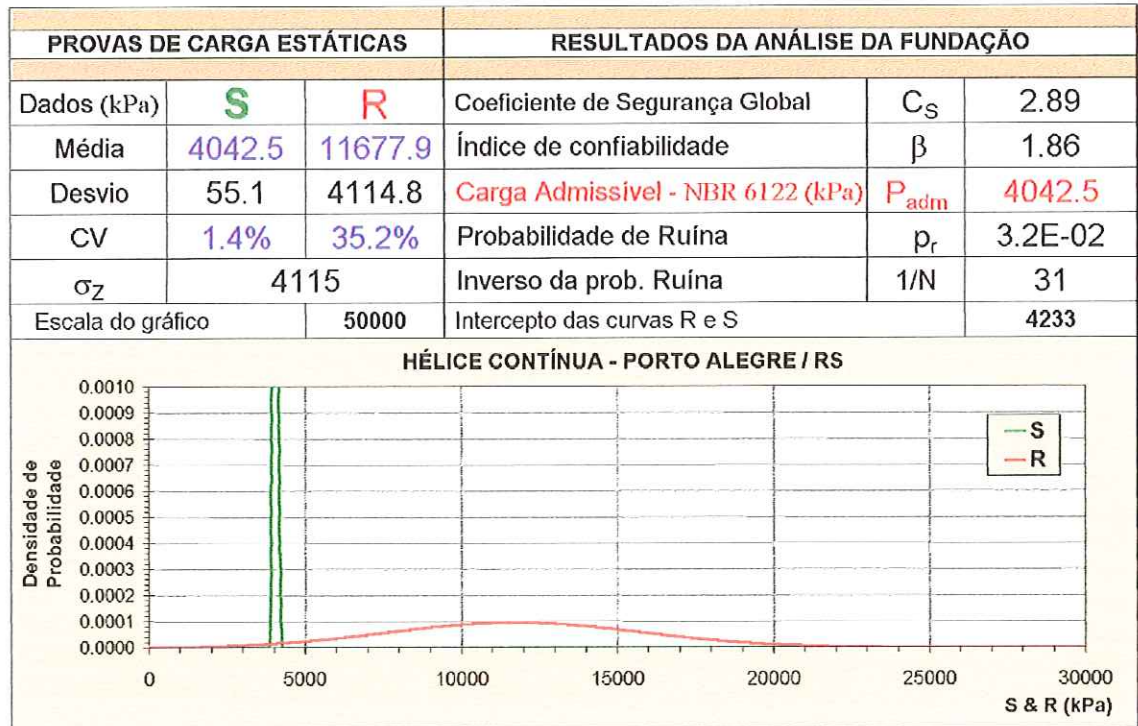


Figura 103. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996.

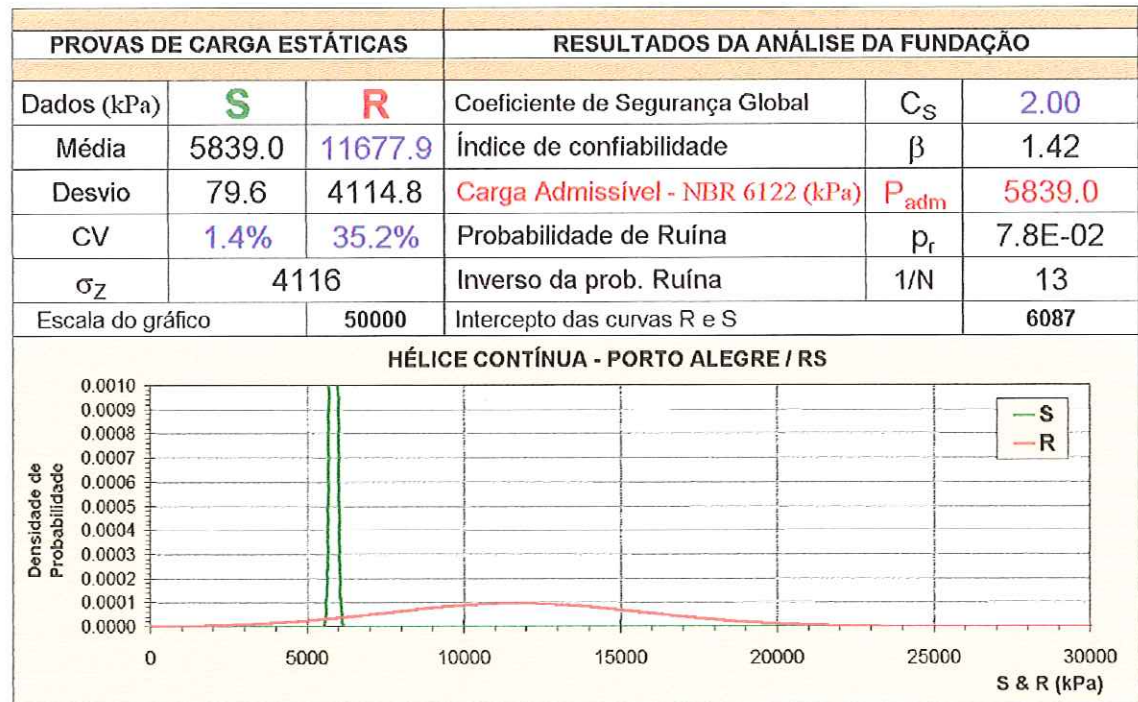


Figura 104. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$.

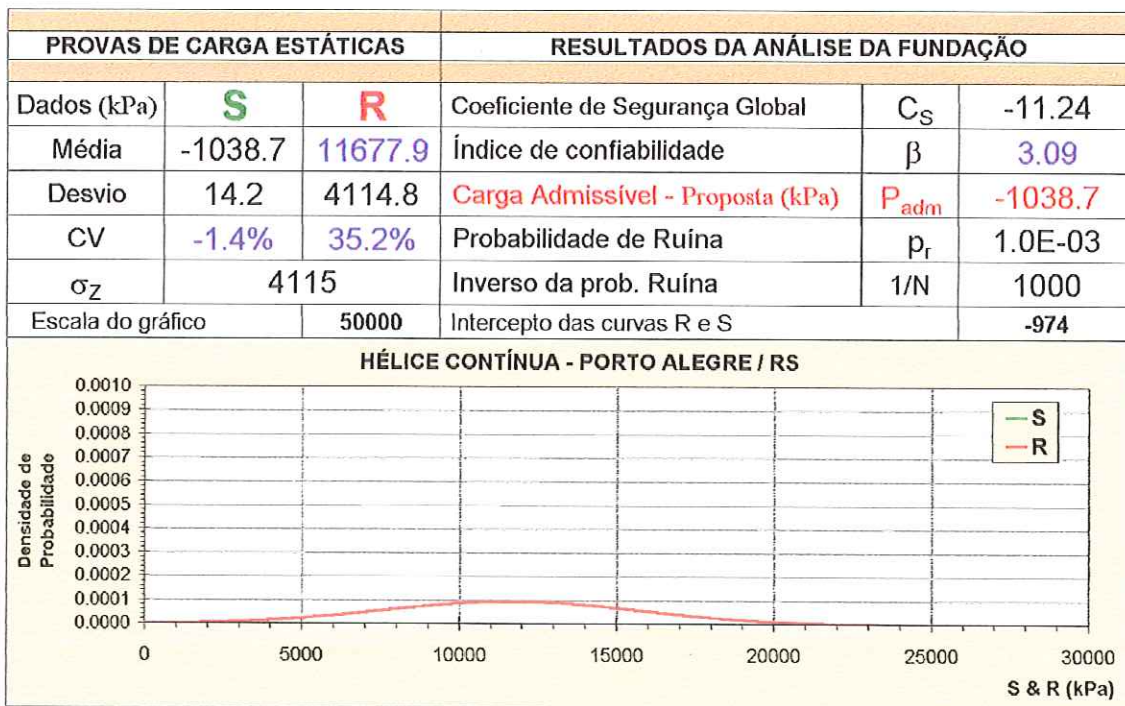


Figura 105. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$.

Tabela 76. Índice de confiabilidade x coeficiente de segurança – Rio Grande do Sul.

Localização		Resistência Média (kPa)	Desvio Padrão (kPa)	Coeficiente de Variação (%)
Porto Alegre / RS		11677.9	4114.8	35.2%
CS	β	Pr	1 / Pr	P_{adm}
1.0	0.0	0.50000000	2	11677.9
2.0	1.4	0.07798813	13	5839.0
3.0	1.9	0.02925582	34	3892.6
4.0	2.1	0.01665182	60	2919.5
5.0	2.3	0.01159364	86	2335.6
6.0	2.4	0.00901617	111	1946.3
7.0	2.4	0.00749675	133	1668.3
8.0	2.5	0.00650999	154	1459.7
9.0	2.5	0.00582381	172	1297.5
10.0	2.6	0.00532189	188	1167.8
11.0	2.6	0.00494025	202	1061.6
12.0	2.6	0.00464104	215	973.2
13.0	2.6	0.00440062	227	898.3
14.0	2.6	0.00420346	238	834.1
15.0	2.6	0.00403903	248	778.5

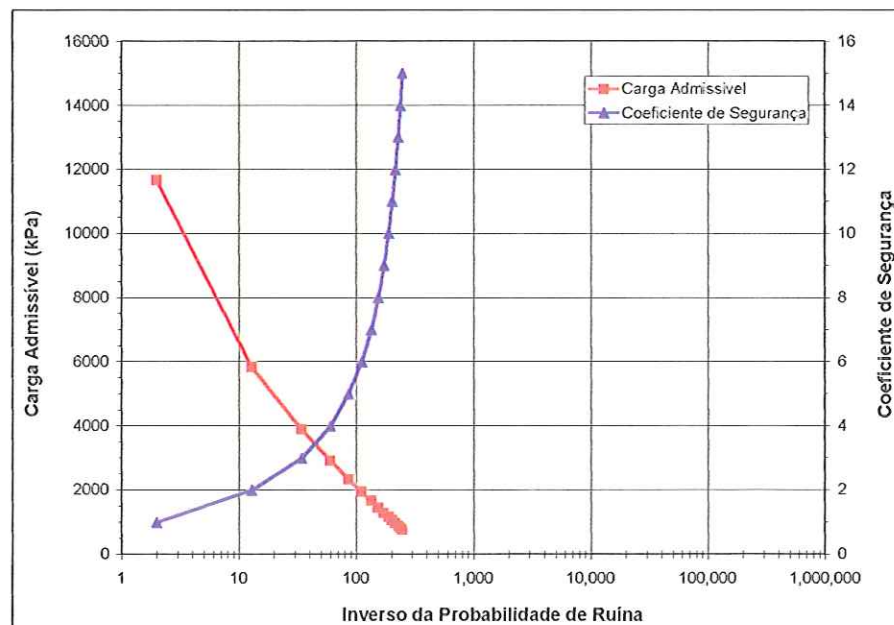


Figura 106. Carga admissível proposta – Porto Alegre/RS.

Tabela 77. Número de provas de cargas realizadas no Paraná.

Paraná	Número de Provas de Carga
Alonso (2000)	19
Alonso (2002)	2
Total	21
Analisadas	5

Tabela 78. Provas de Carga publicadas por Alonso (2000) – Paraná.

Número	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
6	PR	SJ Pinhais	Fca. Ayrton Senna	Geofix	35.0	19.0	M	1200.0
7	PR	SJ Pinhais	Fca. Ayrton Senna	Geofix	40.0	14.1	M	1600.0
8	PR	SJ Pinhais	Fca. Ayrton Senna	Geofix	50.0	15.4	M	2000.0
9	PR	SJ Pinhais	Fca. Ayrton Senna	Geofix	35.0	20.2	M	1200.0
10	PR	SJ Pinhais	Fca. Ayrton Senna	Geofix	35.0	20.2	M	1200.0
11	PR	SJ Pinhais	Fca. Ayrton Senna	Geofix	35.0	19.6	M	1000.0
15	PR	SJ Pinhais	Thera	Geofix	50.0	17.0	M	2000.0
20	PR	Araucária	Gonvarri	Geofix	50.0	12.0	M	2000.0
22	PR	Londrina	r. Paulo Kavassaki	Geofix	50.0	21.1	M	2280.0
25	PR	Curitiba	U. F. Paraná	Geofix	35.0	6.0	L	980.0
26	PR	Curitiba	U. F. Paraná	Geofix	35.0	7.0	L	1400.0
27	PR	Londrina	U. E. Londrina	Geofix	40.0	11.4	M	1307.0
28	PR	Londrina	U. E. Londrina	Geofix	40.0	11.4	M	2277.0
84	PR	Araucária	Rod. Do Xisto, 5005	Geofix	50.0	12.2	M	1800.0
89	PR	SJ Pinhais	Fca. da AUDI	Geosonda	40.0	10.5	L	1260.0
90	PR	SJ Pinhais	Fca. da AUDI	Geosonda	40.0	7.8	L	720.0
91	PR	SJ Pinhais	Fca. da AUDI	Geosonda	40.0	14.5	L	1260.0
92	PR	SJ Pinhais	Fca. da AUDI	Geosonda	40.0	12.5	L	1260.0
93	PR	SJ Pinhais	Fca. da AUDI	Geosonda	50.0	19.0	L	1800.0

Tabela 79. Provas de Carga publicadas por Alonso (2002) - Paraná.

Número	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
13	PR	Araucária	Gonvarri	/	50.0	14.5	M	2030.0
17	PR	Araucária	Rod. Do Xisto	/	50.0	15.8	M	2310.0

Tabela 80. Provas de Carga publicadas por Alonso (2000, 2002) - Paraná.

Número	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
6	PR	SJ Pinhais	Fca. Ayrton Senna	Geofix	35.0	19.0	M	1200.0
7	PR	SJ Pinhais	Fca. Ayrton Senna	Geofix	40.0	14.1	M	1600.0
8	PR	SJ Pinhais	Fca. Ayrton Senna	Geofix	50.0	15.4	M	2000.0
9	PR	SJ Pinhais	Fca. Ayrton Senna	Geofix	35.0	20.2	M	1200.0
10	PR	SJ Pinhais	Fca. Ayrton Senna	Geofix	35.0	20.2	M	1200.0
11	PR	SJ Pinhais	Fca. Ayrton Senna	Geofix	35.0	19.6	M	1000.0
15	PR	SJ Pinhais	Thera	Geofix	50.0	17.0	M	2000.0
20	PR	Araucária	Gonvarri	Geofix	50.0	12.0	M	2000.0
13	PR	Araucária	Gonvarri	/	50.0	14.5	M	2030.0
17	PR	Araucária	Rod. Do Xisto	/	50.0	15.8	M	2310.0
22	PR	Londrina	r. Paulo Kavassaki	Geofix	50.0	21.1	M	2280.0
25	PR	Cuitiba	U. F. Paraná	Geofix	35.0	6.0	L	980.0
26	PR	Cuitiba	U. F. Paraná	Geofix	35.0	7.0	L	1400.0
27	PR	Londrina	U. E. Londrina	Geofix	40.0	11.4	M	1307.0
28	PR	Londrina	U. E. Londrina	Geofix	40.0	11.4	M	2277.0
84	PR	Araucária	Rod. Do Xisto, 5005	Geofix	50.0	12.2	M	1800.0
89	PR	SJ Pinhais	Fca. da AUDI	Geosonda	40.0	10.5	L	1260.0
90	PR	SJ Pinhais	Fca. da AUDI	Geosonda	40.0	7.8	L	720.0
91	PR	SJ Pinhais	Fca. da AUDI	Geosonda	40.0	14.5	L	1260.0
92	PR	SJ Pinhais	Fca. da AUDI	Geosonda	40.0	12.5	L	1260.0
93	PR	SJ Pinhais	Fca. da AUDI	Geosonda	50.0	19.0	L	1800.0

Tabela 81. Provas de Carga analisadas – Paraná.

Número	Localização			Referência Bibliográfica	Estaca		Ensaio Tipo	2P (kN)
	Estado	Bairro/Cidade	Endereço		D (cm)	L (m)		
89	PR	SJ Pinhais	Fca. da AUDI	Geosonda	40.0	10.5	L	1260.0
90	PR	SJ Pinhais	Fca. da AUDI	Geosonda	40.0	7.8	L	720.0
91	PR	SJ Pinhais	Fca. da AUDI	Geosonda	40.0	14.5	L	1260.0
92	PR	SJ Pinhais	Fca. da AUDI	Geosonda	40.0	12.5	L	1260.0
93	PR	SJ Pinhais	Fca. da AUDI	Geosonda	50.0	19.0	L	1800.0

Tabela 82. Curva carga x recalque das estacas analisadas.

Estágio	Estaca 89		Estaca 90		Estaca 91	
	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)
1	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
2	315.0	0.30	180.0	0.05	315.0	0.40
3	630.0	2.60	360.0	0.36	630.0	2.60
4	756.0	3.80	432.0	1.00	756.0	3.40
5	882.0	5.00	504.0	3.00	882.0	4.40
6	1008.0	6.20	576.0	8.33	1008.0	5.50
7	1134.0	7.30	648.0	18.00	1134.0	6.60
8	1260.0	8.48	-	-	1260.0	7.70
9	1134.0	5.20	-	-	1134.0	6.00
10	1008.0	6.60	-	-	1008.0	6.90
11	882.0	7.00	-	-	882.0	7.10
12	756.0	7.50	-	-	756.0	7.30
13	630.0	7.90	-	-	630.0	7.50
14	315.0	8.20	-	-	315.0	7.70

Estágio	Estaca 92		Estaca 93	
	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)
1	0.0	0.00	0.0	0.00
2	315.0	2.20	450.0	0.50
3	630.0	5.20	900.0	1.69
4	756.0	6.60	1080.0	2.37
5	882.0	8.00	1260.0	3.31
6	1008.0	9.60	1440.0	4.38
7	1134.0	11.00	1620.0	5.61
8	1260.0	12.50	1800.0	8.35
9	1134.0	9.40	1620.0	6.30
10	1008.0	10.83	1440.0	7.39
11	882.0	11.00	1260.0	7.50
12	756.0	11.50	1080.0	8.00
13	630.0	11.80	900.0	8.25
14	315.0	12.20	450.0	8.35

Tabela 83. Parâmetros A e B e carga de ruptura – Critério de Van der Veen.

Estaca	P_{rup} (kN)	A	B
Estaca 89	1906.1	0.1151	0.0713
Estaca 90	650.7	0.2516	0.4597
Estaca 91	1873.8	0.1338	0.0588
Estaca 92	2830.5	0.0460	0.0074
Estaca 93	1960.2	0.2925	0.0769

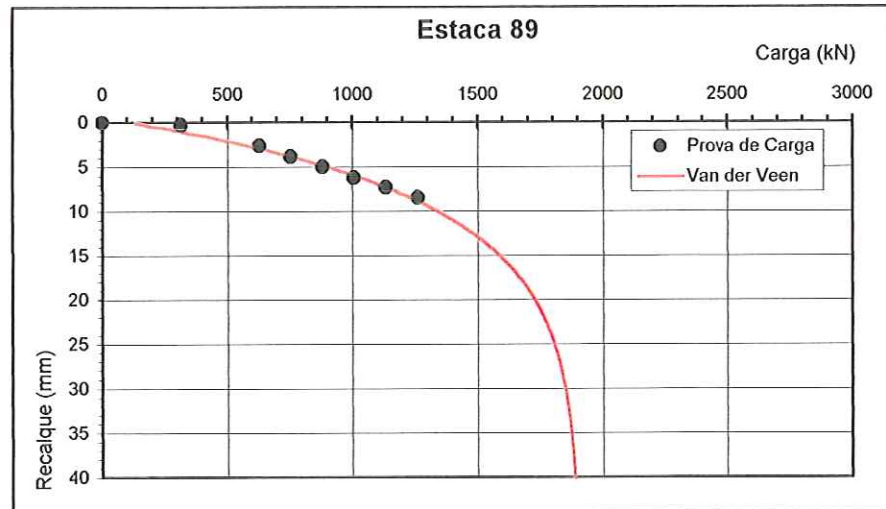


Figura 107. Prova de carga da Estaca 89 - São José dos Pinhais/PR.

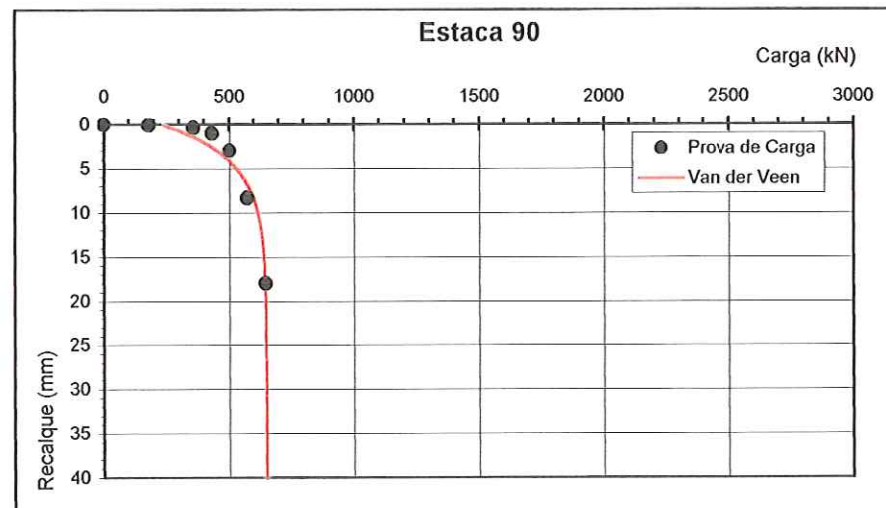


Figura 108. Prova de carga da Estaca 90 - São José dos Pinhais/PR.

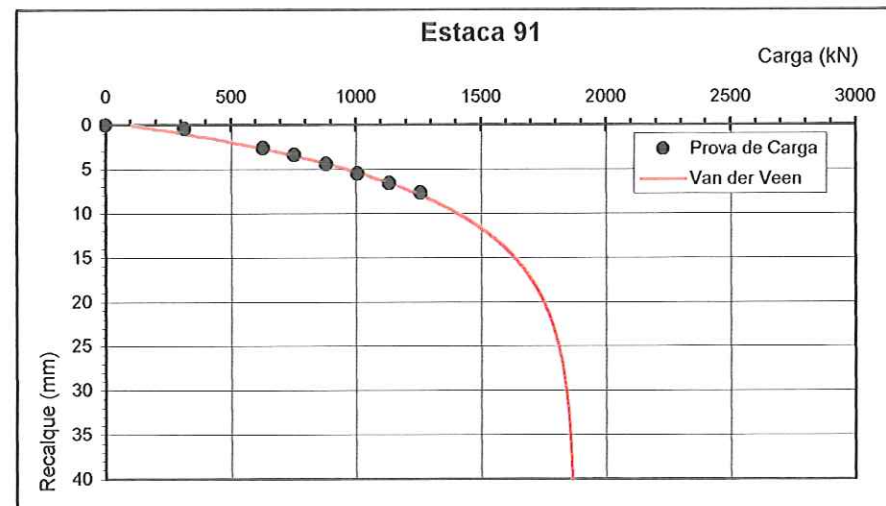


Figura 109. Prova de carga da Estaca 91 - São José dos Pinhais/PR.

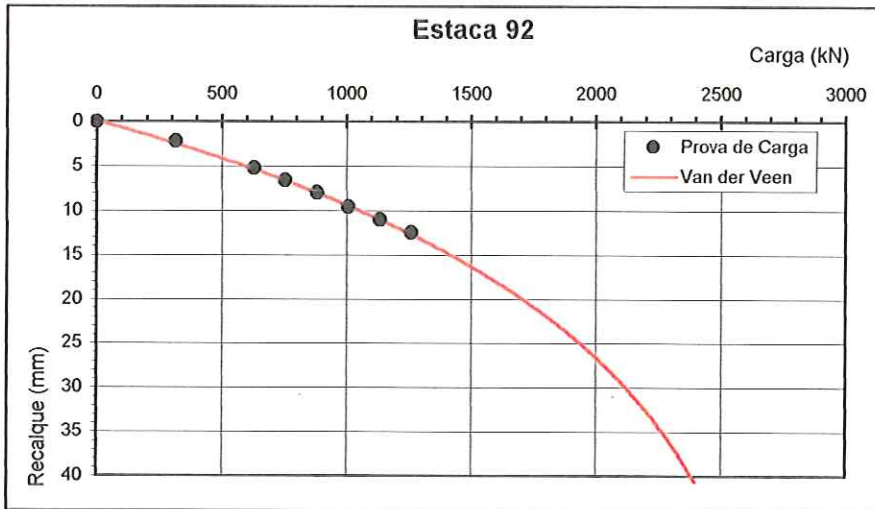


Figura 110. Prova de carga da Estaca 92 – São José dos Pinhais/PR.

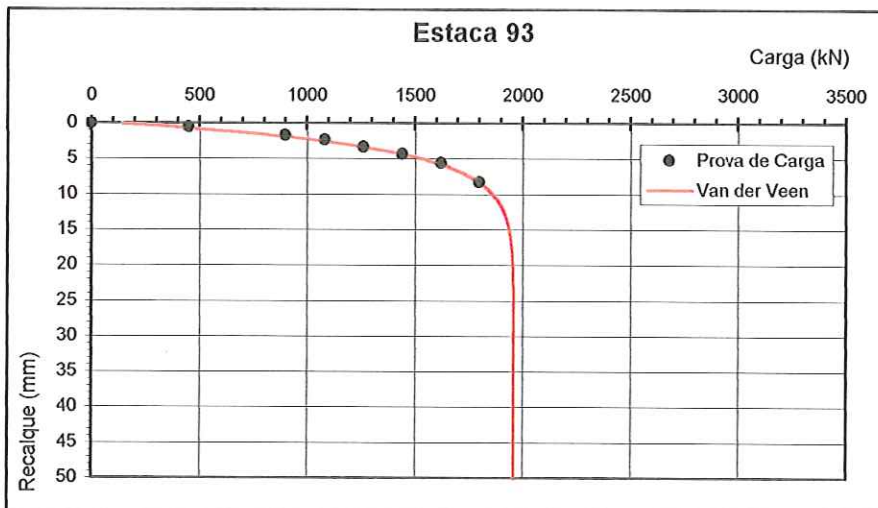


Figura 111. Prova de carga da Estaca 93 – São José dos Pinhais/PR.

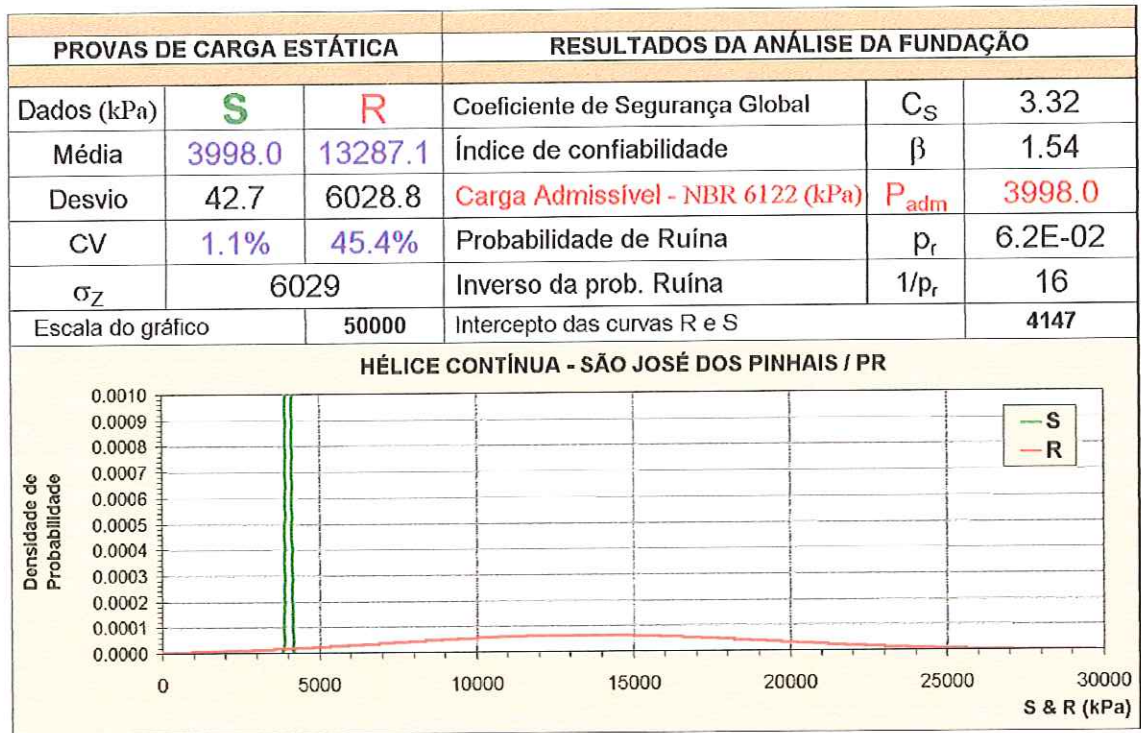


Figura 112. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996.

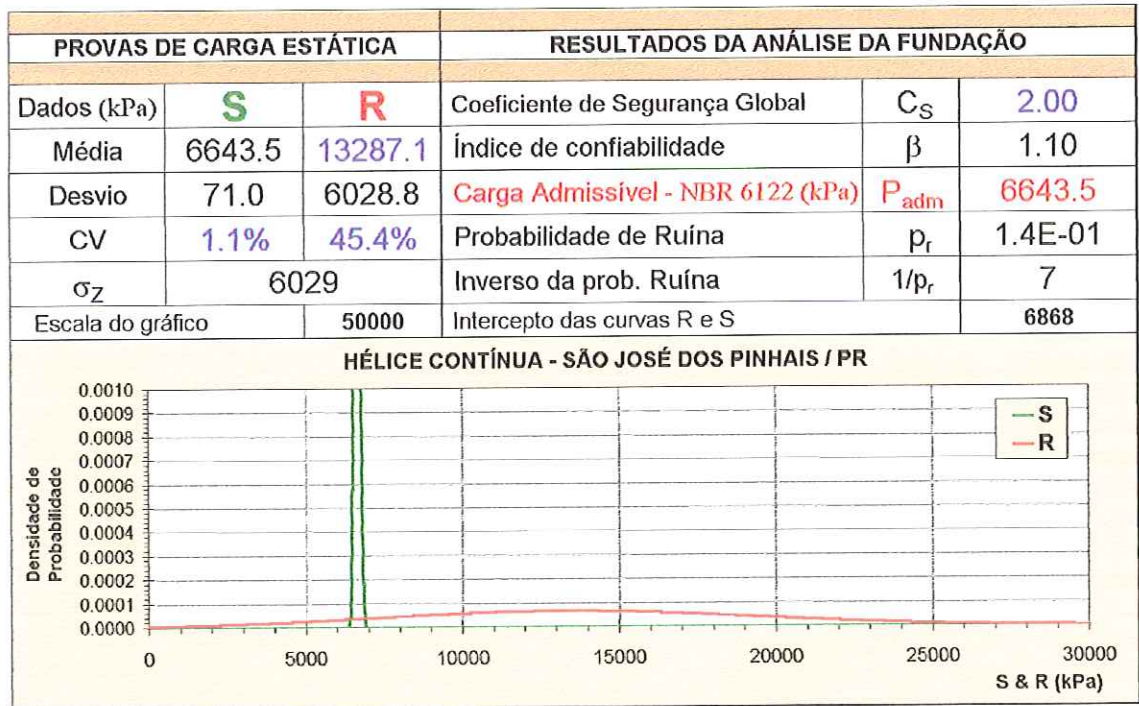


Figura 113. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$.

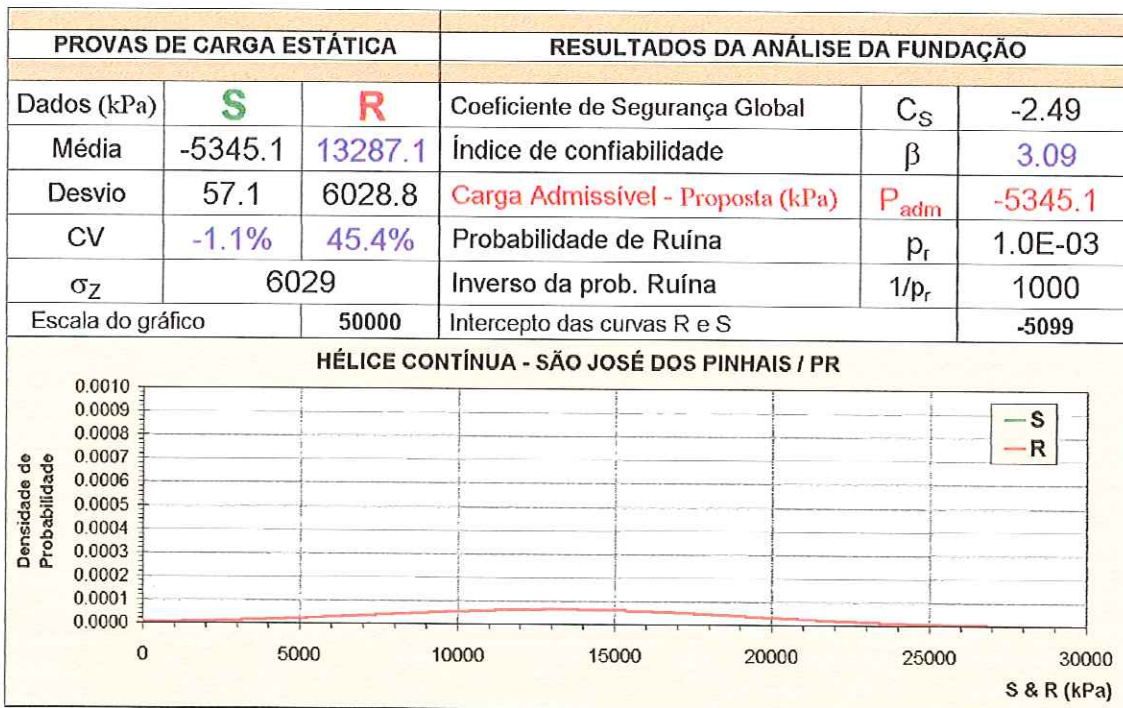


Figura 114. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$.

Tabela 84. Índice de confiabilidade x coeficiente de segurança - Paraná.

Localização		Resistência Média (kPa)	Desvio Padrão (kPa)	Coeficiente de Variação (%)
São José dos Pinhais / PR		13287.1	6028.8	45.4%
CS	β	Pr	1 / Pr	P_{adm}
1.0	0.0	0.50000000	2	13287.1
2.0	1.1	0.13525343	7	6643.5
3.0	1.5	0.07088232	14	4429.0
4.0	1.7	0.04917251	20	3321.8
5.0	1.8	0.03893868	26	2657.4
6.0	1.8	0.03313392	30	2214.5
7.0	1.9	0.02944014	34	1898.2
8.0	1.9	0.02689991	37	1660.9
9.0	2.0	0.02505306	40	1476.3
10.0	2.0	0.02365321	42	1328.7
11.0	2.0	0.02255736	44	1207.9
12.0	2.0	0.02167715	46	1107.3
13.0	2.0	0.02095519	48	1022.1
14.0	2.0	0.02035267	49	949.1
15.0	2.1	0.01984242	50	885.8

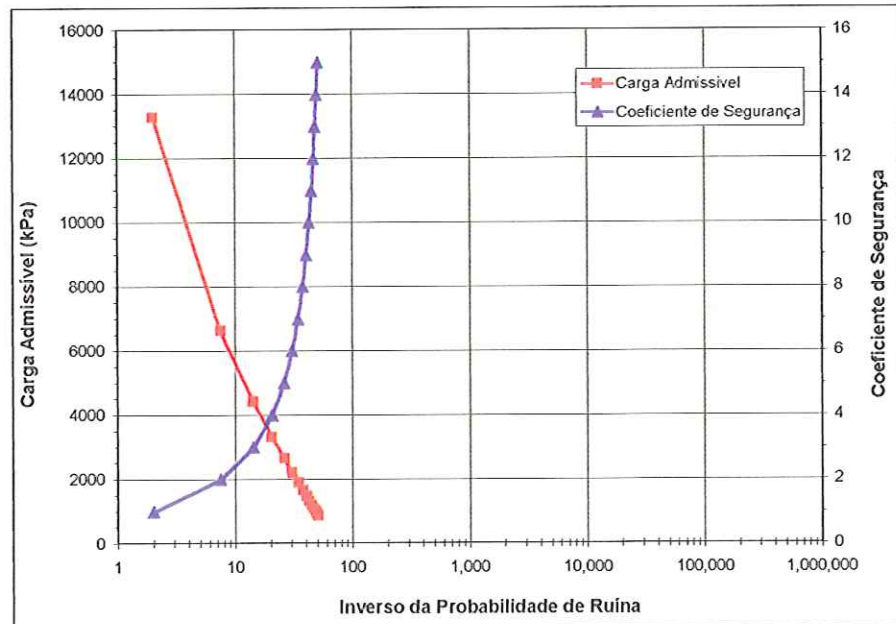


Figura 115. Carga admissível proposta - São José dos Pinhais/PR.

Tabela 85. Resultados das análises realizadas.

Localização			Análises	Resistência			Solicitação			CS	β	Pr	1 / Pr	P _{adm} (kPa)
Estado	Bairro/Cidade	Endereço		Média (kPa)	Desvio (kPa)	CV (%)	Média (kPa)	Desvio (kPa)	CV (%)					
RJ	Jacarepaguá	Belfan Ind. Cosm.	Análise 1	11526.2	1517.7	13.2%	3965.6	119.4	3.0%	2.9	4.97	0.00000	2924093	3965.6
RJ	Jacarepaguá	Belfan Ind. Cosm.	Análise 2	11526.2	1517.7	13.2%	5763.1	173.5	3.0%	2.0	3.77	0.00008	12376	5763.1
RJ	Jacarepaguá	Belfan Ind. Cosm.	Análise 3	11526.2	1517.7	13.2%	6793.4	204.5	3.0%	1.7	3.09	0.00100	1000	6793.4
MG	B. Horizonte	Anel Rod., km21	Análise 1	9472.7	1626.0	17.2%	3919.9	51.0	1.3%	2.4	3.41	0.00032	3115	3919.9
MG	B. Horizonte	Anel Rod., km22	Análise 2	9472.7	1626.0	17.2%	4736.4	61.7	1.3%	2.0	2.91	0.00180	555	4736.4
MG	B. Horizonte	Anel Rod., km23	Análise 3	9472.7	1626.0	17.2%	4444.4	57.9	1.3%	2.1	3.09	0.00100	1000	4444.4
SP	Guarulhos	r. Benjamim Hunnigut	Análise 1	13552.3	2368.4	17.5%	4074.4	0.0	0.0%	3.3	4.00	0.00003	31789	4074.4
SP	Guarulhos	r. Benjamim Hunnigut	Análise 2	13552.3	2368.4	17.5%	6776.1	0.0	0.0%	2.0	2.86	0.00211	473	6776.1
SP	Guarulhos	r. Benjamim Hunnigut	Análise 3	13552.3	2368.4	17.5%	6232.8	0.0	0.0%	2.2	3.09	0.00100	1000	6232.8
MG	B. Horizonte	Av. Flemig	Análise 1	6300.1	1318.9	20.9%	4157.5	0.0	0.0%	1.5	1.62	0.05214	19	4157.5
MG	B. Horizonte	Av. Flemig	Análise 2	6300.1	1318.9	20.9%	3150.0	0.0	0.0%	2.0	2.39	0.00846	118	3150.0
MG	B. Horizonte	Av. Flemig	Análise 3	6300.1	1318.9	20.9%	2224.1	0.0	0.0%	2.8	3.09	0.00100	1000	2224.1
ES	Araucuz	Araucuz Celulose	Análise 1	10427.7	2408.9	23.1%	3930.0	69.1	1.7%	2.6	2.68	0.00355	274	3930.0
ES	Araucuz	Araucuz Celulose	Análise 2	10427.7	2408.9	23.1%	5213.8	91.0	1.7%	2.0	2.16	0.01528	65	5213.8
ES	Araucuz	Araucuz Celulose	Análise 3	10427.7	2408.9	23.1%	2981.4	52.0	1.7%	3.5	3.09	0.00100	1000	2981.4
SP	Imirim	r. José Fig. Seixas	Análise 1	10116.0	2619.9	25.9%	4027.6	0.0	0.0%	2.5	2.32	0.01007	99	4027.6
SP	Imirim	r. José Fig. Seixas	Análise 2	10116.0	2619.9	25.9%	5058.0	0.0	0.0%	2.0	1.93	0.02677	37	5058.0
SP	Imirim	r. José Fig. Seixas	Análise 3	10116.0	2619.9	25.9%	2019.4	0.0	0.0%	5.0	3.09	0.00100	1000	2019.4
BA	Camapari	Fca. Ford	Análise 1	14118.5	3769.1	26.7%	4047.1	46.6	1.2%	3.5	2.67	0.00377	265	4047.1
BA	Camapari	Fca. Ford	Análise 2	14118.5	3769.1	26.7%	7059.3	81.3	1.2%	2.0	1.87	0.03057	33	7059.3
BA	Camapari	Fca. Ford	Análise 3	14118.5	3769.1	26.7%	2470.1	28.4	1.2%	5.7	3.09	0.00100	1000	2470.1
SC	S. Fco. Do Sul	Vega Sul	Análise 1	11567.0	3096.6	26.8%	4050.5	47.7	1.2%	2.9	2.43	0.00761	131	4050.5
SC	S. Fco. Do Sul	Vega Sul	Análise 2	11567.0	3096.6	26.8%	5783.5	69.2	1.2%	2.0	1.87	0.03094	32	5783.5
SC	S. Fco. Do Sul	Vega Sul	Análise 3	11567.0	3096.6	26.8%	1896.9	23.5	1.2%	5.8	3.09	0.00100	1000	1896.9
SP	Jacarei	Votorantim Celulose	Análise 1	14426.4	4328.3	30.0%	4040.5	74.0	1.8%	3.6	2.40	0.00822	122	4040.5
SP	Jacarei	Votorantim Celulose	Análise 2	14426.4	4328.3	30.0%	7120.7	130.4	1.8%	2.0	1.67	0.04788	21	7120.7
SP	Jacarei	Votorantim Celulose	Análise 3	14426.4	4328.3	30.0%	1050.2	19.2	1.8%	13.7	3.09	0.00100	1000	1050.2
RS	P. Alegre	Aerop. Salgado Filho	Análise 1	14922.1	4634.8	31.1%	3912.6	44.2	1.1%	3.8	2.38	0.00877	114	3912.6
RS	P. Alegre	Aerop. Salgado Filho	Análise 2	14922.1	4634.8	31.1%	7461.1	84.3	1.1%	2.0	1.61	0.05375	19	7461.1
RS	P. Alegre	Aerop. Salgado Filho	Análise 3	14922.1	4634.8	31.1%	598.8	6.8	1.1%	24.9	3.09	0.00100	1000	598.8
RS	P. Alegre	av. Sertório, 4222	Análise 1	11677.9	4114.8	35.2%	4042.5	55.1	1.4%	2.9	1.86	0.03177	31	4042.5
RS	P. Alegre	av. Sertório, 4223	Análise 2	11677.9	4114.8	35.2%	5939.0	79.6	1.4%	2.0	1.42	0.07769	13	5939.0
RS	P. Alegre	av. Sertório, 4224	Análise 3	11677.9	4114.8	35.2%	-1038.7	14.2	-1.4%	-11.2	3.09	0.00100	1000	-1038.7
PR	SJ Pinhais	Fca. da AUDI	Análise 1	13287.1	6028.8	45.4%	3998.0	42.7	1.1%	3.3	1.54	0.06169	16	3998.0
PR	SJ Pinhais	Fca. da AUDI	Análise 2	13287.1	6028.8	45.4%	6843.5	71.0	1.1%	2.0	1.10	0.13525	7	6843.5
PR	SJ Pinhais	Fca. da AUDI	Análise 3	13287.1	6028.8	45.4%	-5345.1	57.1	-1.1%	-2.5	3.09	0.00100	1000	-5345.1
MG	Contagem	R. Zeze C. x Av. E. Pacelli	Análise 1	14709.6	7133.1	48.5%	4951.5	0.0	0.0%	3.0	1.37	0.08565	12	4951.5
MG	Contagem	R. Zeze C. x Av. E. Pacelli	Análise 2	14709.6	7133.1	48.5%	7354.8	0.0	0.0%	2.0	1.03	0.15125	7	7354.8
MG	Contagem	R. Zeze C. x Av. E. Pacelli	Análise 3	14709.6	7133.1	48.5%	-7334.5	0.0	0.0%	-2.0	3.09	0.00100	1000	-7334.5

APÊNDICE **B**

ESTACAS PRÉ-MOLDADAS CRAVADAS NA FORMAÇÃO GUABIROTUBA

Tabela 1. Valores de N_{SPT} .

Prof.	SP 1	SP 2	SP 3	SP 4	SP 5	SP 6	SP 7	SP 8	SP 9	SP 10	SP 11	SP 12	SP 13	SP 14	SP 15	SP 16	SP 17	SP 18	SP 19	SP 20
1	2	5	5	0	0	0	5	4	8	16	8	8	0	0	3	11	5	2	14	9
2	2	2	4	0	0	0	7	6	7	12	3	3	0	0	4	7	4	5	12	11
3	2	4	3	0	0	2	5	7	6	15	3	3	2	6	2	7	5	8	4	13
4	2	2	2	0	0	14	6	17	13	8	2	2	4	6	2	14	4	10	3	12
5	2	3	2	9	9	17	5	12	12	6	4	4	5	7	3	5	6	10	8	10
6	3	3	2	9	9	10	4	7	9	2	5	5	8	10	3	8	9	7	9	9
7	4	4	3	22	22	12	5	13	8	2	4	4	4	13	3	6	5	7	7	6
8	7	5	4	36	36	13	6	17	4	2	2	2	13	14	9	5	6	9	4	5
9	5	3	3	27	27	18	7	24	5	8	2	2	15	15	11	5	5	7	8	5
10	5	3	3			21	14	10	5	10	5	5	18	18	9	5	5	7	7	5
11	6	7	4				8	15	7	9	14	14	25	21	10	9	6	8	6	8
12	5	7	9				7	13	6	7	20	20	24	23	9	11	8	8	10	15
13	10	9	11				9	12	8	10	22	22	23	24	11	13	6	9	11	4
14	8	6	10				14	14	13	11	20	20	28	26	18	16	9	6	10	3
15	10	8	11				19	17	12	7	25	25	36	29	19	12	7	7	9	4
16	12	9	10				35	21	14	8	31	31	30	33	21	23	5	6	15	2
17	19	10	9				42	33	10	19	36	36	28	39	23	31	12	11	30	12
18	17	15	22				56		17	20	43	43	30	35	25	30	7	11	75	15
19	22	39	38						15	19			33	31	43	27	8	15	62	11
20	30	35							18	25			36	34	49	37	7	14		12
21									20	31							12	20		82
22									23	39							14	21		
23									22	90							17	21		
24									83	60							15	40		
25									26											
26									43											
27									25											
28									39											

Prof.	SP 21	SP 22	SP 23	SP 24	SP 25	SP 26	SP 27	SP 28	SP 29	SP 30	SP 31	SP 32	SP 33	SP 34	Máximo	Mínimo	Média	Desvio	CV (%)
1	4	5	4	6	4	10	17	12	3	5	4	5	6	4	17	0	6	4	77
2	3	6	4	5	4	10	11	10	3	4	5	4	4	4	12	0	5	3	71
3	5	10	7	6	5	8	5	6	5	6	7	6	2	5	15	0	5	3	60
4	8	7	8	7	6	8	5	6	7	5	8	5	5	8	17	0	6	4	65
5	7	9	11	8	6	3	7	4	8	6	5	6	5	7	17	2	7	3	48
6	56	11	10	5	5	3	11	5	8	7	5	7	6	6	56	2	8	9	109
7	6	10	12	5	5	3	17	5	10	8	10	8	7	6	22	2	8	5	64
8	6	10	16	4	5	9	14	6	12	5	10	5	9	4	36	2	9	8	86
9	6	8	32	4	5	5	16	9	14	6	11	6	12	9	32	2	10	8	76
10	7	8		10	6	5	18	10	15	7	12	7	12	7	21	3	9	5	54
11	8	7		11	7	13	17	15	21	6	14	6	13	7	25	4	11	5	49
12	7	8		14	8	11	20	17	23	13	20	13	16	19	24	5	13	6	45
13	8	7		19	10	19	29	14	28	13	30	13	18	17	30	4	15	7	49
14	15	12		17	13	17	20		29	16	30	16	21	17	30	3	16	7	44
15	19	7		14	15	20	24		26	18	38	16	22	20	38	4	17	9	51
16	31	4		25	27	21	34		28	20		18	24	17	35	2	20	10	51
17	23	4		19	23	26	38		35	22		20	28	21	42	4	24	10	44
18	21	5		19	25	28				25		22	35	28	75	5	27	15	57
19	21	5		15	27					33		25	34	21	62	5	26	13	51
20	30	9		22	27					30		33	39	20	49	7	27	11	42
21	19	4		38						31		30		21	82	4	28	20	73
22	20	13		42						59		31			59	13	29	15	52
23	37	12		53								59			90	12	39	27	69
24															83	15	50	29	58
25															26	26	26	0	0
26															43	43	43	0	0
27															25	25	25	0	0
28															39	39	39	0	0

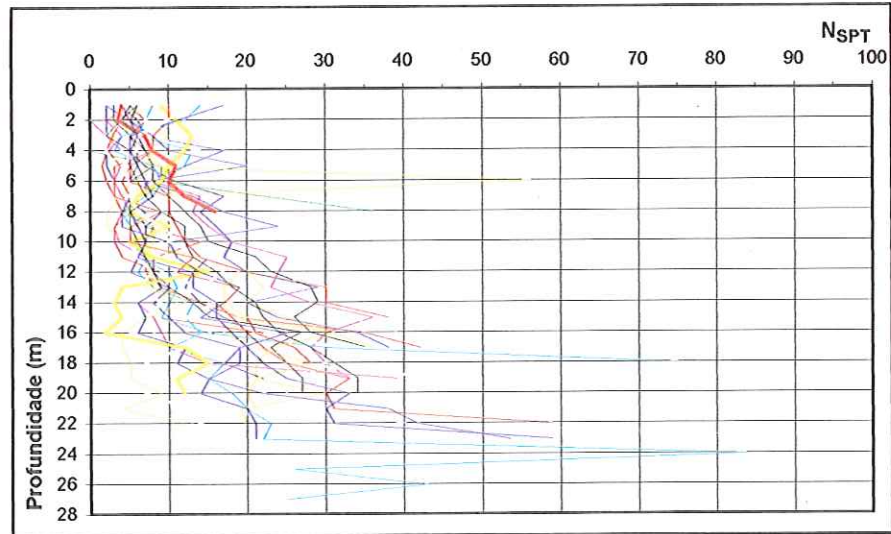


Figura 1. Variação do N_{SPT} ao longo da profundidade.

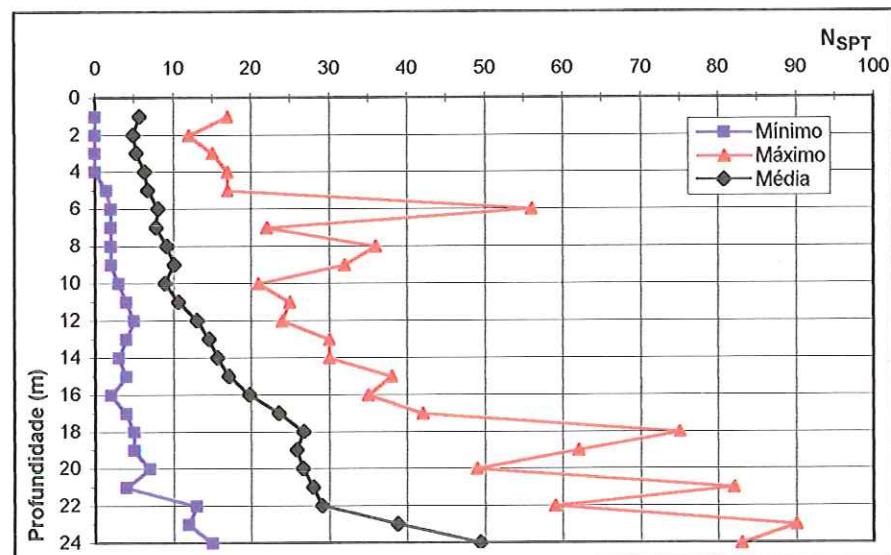


Figura 2. N_{SPT} mínimo, médio e máximo ao longo da profundidade.

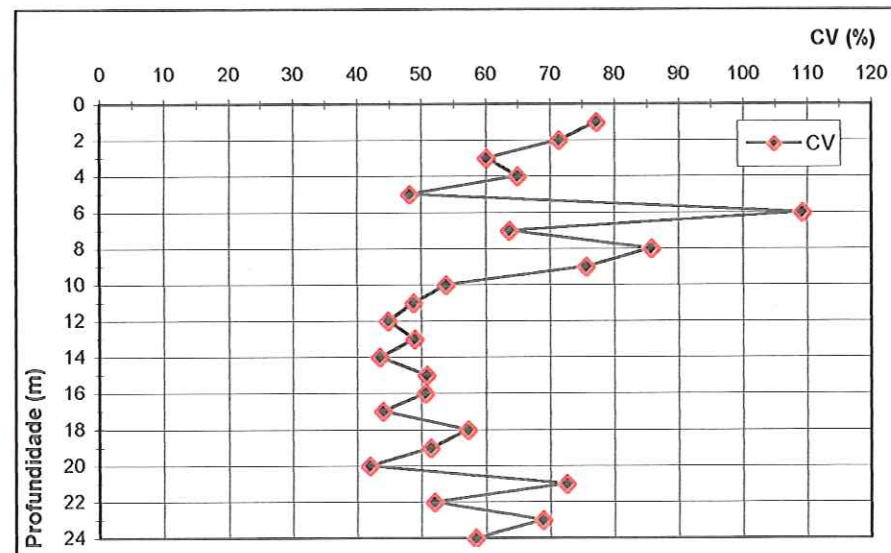


Figura 3. Coeficiente de variação da resistência N_{SPT} ao longo da profundidade.

Tabela 2. Resistências previstas e medidas publicadas.

Estacas	L (m)	D (m)	Área (m ²)	Resistências Previstas (kN)				Resistência Medida (kN)
				Aoki-Veloso	Aoki-Veloso Modif.	Décourt-Quaresma	Amaral	Prova de Carga
1	14.0	0.25	0.049	156.0	208.0	380.0	544.0	629.0
2	12.9	0.20	0.031	114.0	150.0	256.0	371.0	358.0
3	12.9	0.25	0.049	164.0	204.0	353.0	509.0	516.0
4	12.0	0.33	0.086	516.0	717.0	866.0	1059.0	884.0
5	10.0	0.38	0.113	648.0	853.0	1086.0	1316.0	1080.0
6	10.0	0.28	0.062	433.0	561.0	956.0	790.0	1093.0
7	16.2	0.25	0.049	388.0	741.0	565.0	794.0	757.0
8	13.0	0.20	0.031	365.0	510.0	532.0	700.0	378.0
9	17.3	0.25	0.049	390.0	520.0	664.0	983.0	865.0
10	15.8	0.25	0.049	329.0	439.0	576.0	745.0	739.0
11	12.0	0.20	0.031	226.0	315.0	281.0	424.0	300.0
12	14.0	0.25	0.049	413.0	549.0	489.0	710.0	529.0
13	11.0	0.18	0.025	294.0	412.0	325.0	420.0	303.0
14	10.0	0.15	0.018	167.0	234.0	220.0	270.0	151.0
15	12.0	0.25	0.049	223.0	296.0	186.0	481.0	501.0
16	14.0	0.30	0.071	441.0	561.0	705.0	1040.0	830.0
17	13.0	0.20	0.031	151.0	203.0	257.0	401.0	413.0
18	16.0	0.30	0.071	573.0	458.0	749.0	790.0	759.0
19	15.0	0.25	0.049	297.0	396.0	504.0	720.0	563.0
20	14.0	0.25	0.049	197.0	321.0	338.0	510.0	541.0
21	12.4	0.25	0.049	231.0	295.0	335.0	508.0	450.0
22	13.5	0.20	0.031	197.0	276.0	313.0	440.0	393.0
23	9.0	0.20	0.031	265.0	370.0	336.0	409.0	327.0
24	14.0	0.25	0.049	385.0	513.0	504.0	698.0	523.0
25	12.2	0.18	0.025	107.0	150.0	203.0	310.0	338.0
26	13.9	0.20	0.031	287.0	399.0	389.0	560.0	328.0
27	11.9	0.20	0.031	382.0	393.0	360.0	570.0	358.0
28	12.1	0.20	0.031	220.0	307.0	349.0	480.0	335.0
29	10.3	0.20	0.031	193.0	237.0	304.0	414.0	327.0
30	12.0	0.28	0.062	250.0	324.0	381.0	570.0	580.0
31	12.0	0.40	0.126	663.0	784.0	917.0	1240.0	1210.0
32	12.0	0.28	0.062	259.0	321.0	413.0	613.0	704.0
33	12.3	0.40	0.126	1130.0	1075.0	1138.0	1260.0	987.0
34	12.0	0.33	0.086	399.0	481.0	555.0	809.0	991.0

Tabela 3. Provas de carga conduzidas à ruptura

D (m)	Estacas	Provas de Carga
0.20	11	Ruptura
0.25	21	Ruptura
0.28	30	Ruptura
0.38	5	Ruptura

Tabela 4. Estudo da aplicação do Método de Van der Veer.

D (m)	Estacas	Provas de Carga	Quantidade
0.15	14	Não utilizar	1
0.18	13	Van der Veer	2
	25	Van der Veer	
0.20	2	Não utilizar	10
	8	Não utilizar	
	11	Ruptura	
	17	Van der Veer	
	22	Van der Veer	
	23	Van der Veer	
	26	Van der Veer	
	27	Não utilizar	
	28	Não utilizar	
29	Não utilizar		
0.25	1	Não utilizar	11
	3	Van der Veer	
	7	Não utilizar	
	9	Não utilizar	
	10	Van der Veer	
	12	Não utilizar	
	15	Van der Veer	
	19	Não utilizar	
	20	Van der Veer	
21	Ruptura		
24	Não utilizar		
0.28	6	Van der Veer	3
	30	Ruptura	
	32	Não utilizar	
0.30	16	Não utilizar	2
	18	Não utilizar	
0.33	4	Van der Veer	2
	34	Van der Veer	
0.38	5	Ruptura	1
0.40	31	Van der Veer	2
	33	Van der Veer	

Tabela 5. Provas de carga - extrapolar.

D (m)	Estacas	Provas de Carga
0.18	13	Van der Veer
	25	Van der Veer
0.20	17	Van der Veer
	22	Van der Veer
	23	Van der Veer
	26	Van der Veer
0.25	3	Van der Veer
	10	Van der Veer
	15	Van der Veer
	20	Van der Veer
0.28	6	Van der Veer
0.33	4	Van der Veer
	34	Van der Veer
0.40	31	Van der Veer
	33	Van der Veer

Tabela 6. Provas de carga – não extrapolar.

D (m)	Estacas	Provas de Carga
0.15	14	Não utilizar
0.20	2	Não utilizar
	8	Não utilizar
	27	Não utilizar
	28	Não utilizar
	29	Não utilizar
0.25	1	Não utilizar
	7	Não utilizar
	9	Não utilizar
	12	Não utilizar
	19	Não utilizar
	24	Não utilizar
0.28	32	Não utilizar
0.30	16	Não utilizar
	18	Não utilizar

Tabela 7. Provas de carga que podem ser utilizadas.

D (m)	Estacas	Provas de Carga	Quantidade
0.18	13	Van der Veer	2
	25	Van der Veer	
0.20	11	Ruptura	5
	17	Van der Veer	
	22	Van der Veer	
	23	Van der Veer	
	26	Van der Veer	
0.25	3	Van der Veer	5
	10	Van der Veer	
	15	Van der Veer	
	20	Van der Veer	
	21	Ruptura	
0.28	6	Van der Veer	2
	30	Ruptura	
0.33	4	Van der Veer	2
	34	Van der Veer	
0.38	5	Ruptura	1
0.40	31	Van der Veer	2
	33	Van der Veer	

Tabela 8. Variabilidade dos valores de resistência.

Estacas	D (m)	Resistências Previstas (kN)				Resistência Medida (kN)	Média (kN)	Desvio (kN)	CV (%)
		Aoki-Velloso	Aoki-Velloso Modif.	Décourt-Quaresma	Amaral	Prova de Carga			
1	0.25	156.0	208.0	380.0	544.0	629.0	383.4	205.3	54%
2	0.20	114.0	150.0	256.0	371.0	358.0	249.8	117.1	47%
3	0.25	164.0	204.0	353.0	509.0	516.0	349.2	164.9	47%
4	0.33	516.0	717.0	866.0	1059.0	884.0	808.4	203.5	25%
5	0.38	648.0	853.0	1086.0	1316.0	1080.0	996.6	254.5	26%
6	0.28	433.0	561.0	956.0	790.0	1093.0	766.6	272.3	36%
7	0.25	388.0	741.0	565.0	794.0	757.0	649.0	170.5	26%
8	0.20	365.0	510.0	532.0	700.0	378.0	497.0	136.2	27%
9	0.25	390.0	520.0	664.0	983.0	865.0	684.4	242.8	35%
10	0.25	329.0	439.0	576.0	745.0	739.0	565.6	183.3	32%
11	0.20	226.0	315.0	281.0	424.0	300.0	309.2	72.5	23%
12	0.25	413.0	549.0	489.0	710.0	529.0	538.0	109.3	20%
13	0.18	294.0	412.0	325.0	420.0	303.0	350.8	60.6	17%
14	0.15	167.0	234.0	220.0	270.0	151.0	208.4	49.0	23%
15	0.25	223.0	296.0	186.0	481.0	501.0	337.4	145.9	43%
16	0.30	441.0	561.0	705.0	1040.0	830.0	715.4	233.3	33%
17	0.20	151.0	203.0	257.0	401.0	413.0	285.0	117.6	41%
18	0.30	573.0	458.0	749.0	790.0	759.0	665.8	143.9	22%
19	0.25	297.0	396.0	504.0	720.0	563.0	496.0	161.5	33%
20	0.25	197.0	321.0	338.0	510.0	541.0	381.4	142.8	37%
21	0.25	231.0	295.0	335.0	508.0	450.0	363.8	113.4	31%
22	0.20	197.0	276.0	313.0	440.0	393.0	323.8	95.9	30%
23	0.20	265.0	370.0	336.0	409.0	327.0	341.4	53.5	16%
24	0.25	385.0	513.0	504.0	698.0	523.0	524.6	111.9	21%
25	0.18	107.0	150.0	203.0	310.0	338.0	221.6	100.0	45%
26	0.20	287.0	399.0	389.0	560.0	328.0	392.6	104.2	27%
27	0.20	382.0	393.0	360.0	570.0	358.0	412.6	89.2	22%
28	0.20	220.0	307.0	349.0	480.0	335.0	338.2	93.8	28%
29	0.20	193.0	237.0	304.0	414.0	327.0	295.0	85.2	29%
30	0.28	250.0	324.0	381.0	570.0	580.0	421.0	148.1	35%
31	0.40	663.0	784.0	917.0	1240.0	1210.0	962.8	255.9	27%
32	0.28	259.0	321.0	413.0	613.0	704.0	462.0	190.3	41%
33	0.40	1130.0	1075.0	1138.0	1260.0	987.0	1118.0	99.6	9%
34	0.33	399.0	481.0	555.0	809.0	991.0	647.0	246.0	38%

Tabela 9. Valores da variável K.

Estacas	D (m)	Variável K_n				Média
		K_1	K_2	K_3	K_4	
		Aoki-Velloso / P.C.	Aoki-Velloso modif. / P.C.	Décourt-Quaresma / P.C.	Amaral / P.C.	
1	0.25	0.2	0.3	0.6	0.9	0.5
2	0.20	0.3	0.4	0.7	1.0	0.6
3	0.25	0.3	0.4	0.7	1.0	0.6
4	0.33	0.6	0.8	1.0	1.2	0.9
5	0.38	0.6	0.8	1.0	1.2	0.9
6	0.28	0.4	0.5	0.9	0.7	0.6
7	0.25	0.5	1.0	0.7	1.0	0.8
8	0.20	1.0	1.3	1.4	1.9	1.4
9	0.25	0.5	0.6	0.8	1.1	0.7
10	0.25	0.4	0.6	0.8	1.0	0.7
11	0.20	0.8	1.1	0.9	1.4	1.0
12	0.25	0.8	1.0	0.9	1.3	1.0
13	0.18	1.0	1.4	1.1	1.4	1.2
14	0.15	1.1	1.5	1.5	1.8	1.5
15	0.25	0.4	0.6	0.4	1.0	0.6
16	0.30	0.5	0.7	0.8	1.3	0.8
17	0.20	0.4	0.5	0.6	1.0	0.6
18	0.30	0.8	0.6	1.0	1.0	0.8
19	0.25	0.5	0.7	0.9	1.3	0.9
20	0.25	0.4	0.6	0.6	0.9	0.6
21	0.25	0.5	0.7	0.7	1.1	0.8
22	0.20	0.5	0.7	0.8	1.1	0.8
23	0.20	0.8	1.1	1.0	1.3	1.1
24	0.25	0.7	1.0	1.0	1.3	1.0
25	0.18	0.3	0.4	0.6	0.9	0.6
26	0.20	0.9	1.2	1.2	1.7	1.2
27	0.20	1.1	1.1	1.0	1.6	1.2
28	0.20	0.7	0.9	1.0	1.4	1.0
29	0.20	0.6	0.7	0.9	1.3	0.9
30	0.28	0.4	0.6	0.7	1.0	0.7
31	0.40	0.5	0.6	0.8	1.0	0.7
32	0.28	0.4	0.5	0.6	0.9	0.6
33	0.40	1.1	1.1	1.2	1.3	1.2
34	0.33	0.4	0.5	0.6	0.8	0.6
Média	0.25	0.6	0.8	0.9	1.2	0.9
Desvio	0.06	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3
M + D	0.31	0.8	1.1	1.1	1.5	1.1
M - D	0.19	0.4	0.5	0.6	0.9	0.6
CV (%)	24.7%	41.1%	40.0%	27.5%	23.1%	29.6%

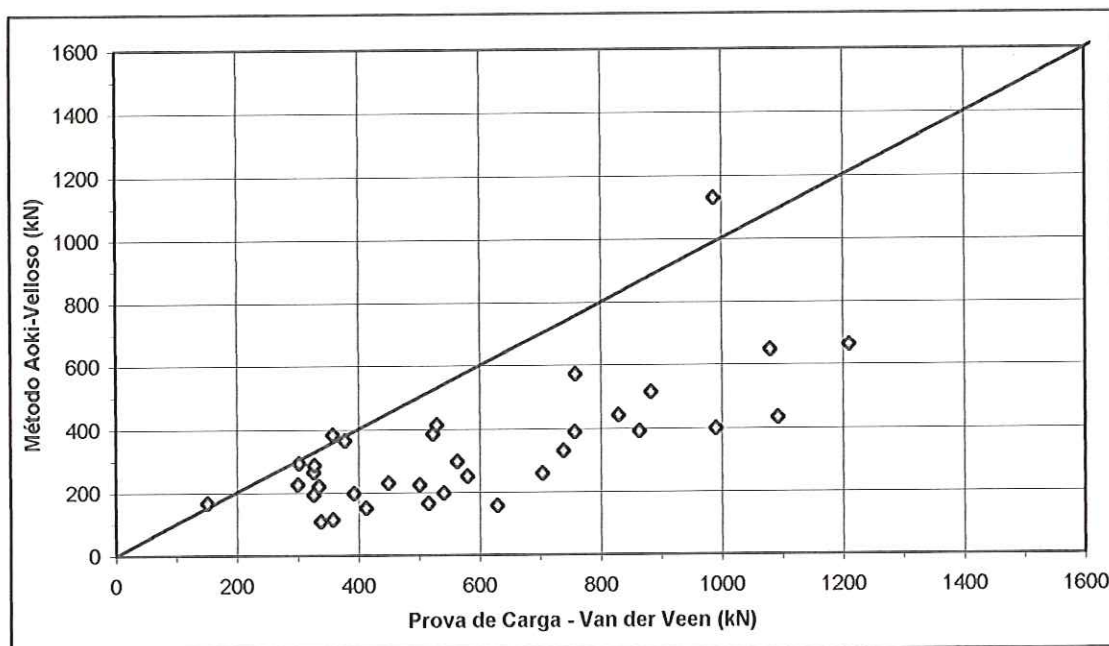


Figura 4. Dispersão da variável k_1 .

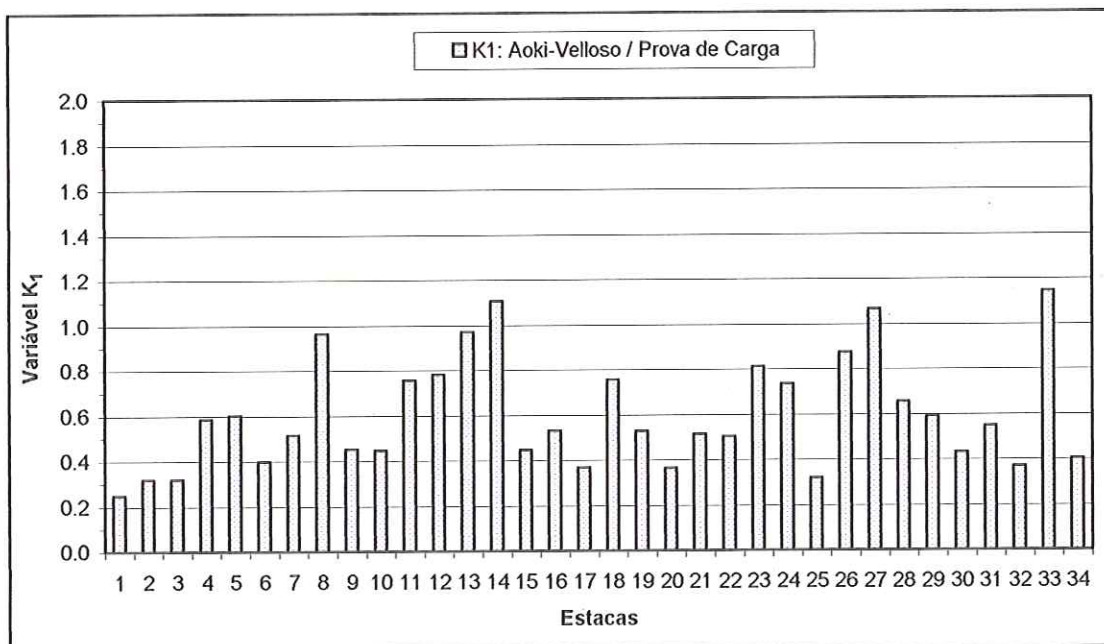


Figura 5. Valores da variável k_1 .

Tabela 10. Estatísticas da variável k_1 .

Variável	K_1
	Aoki-Velloso / Prova de Carga
Média	0.6
Desvio	0.2
M + D	0.8
M - D	0.4
CV (%)	41.1%

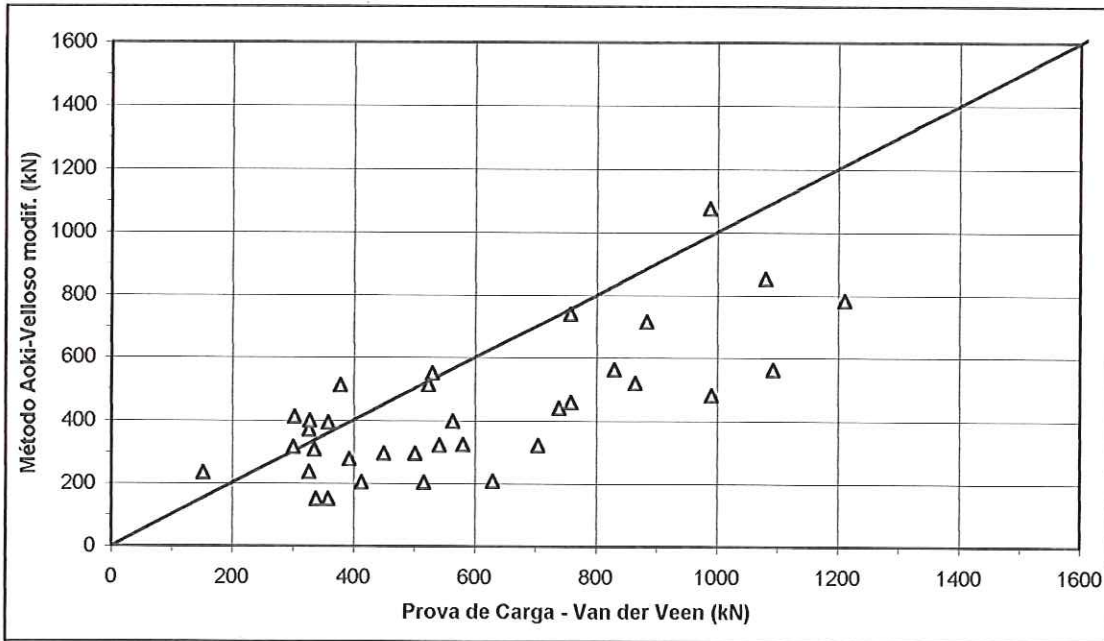


Figura 6. Dispersão da variável k_2 .

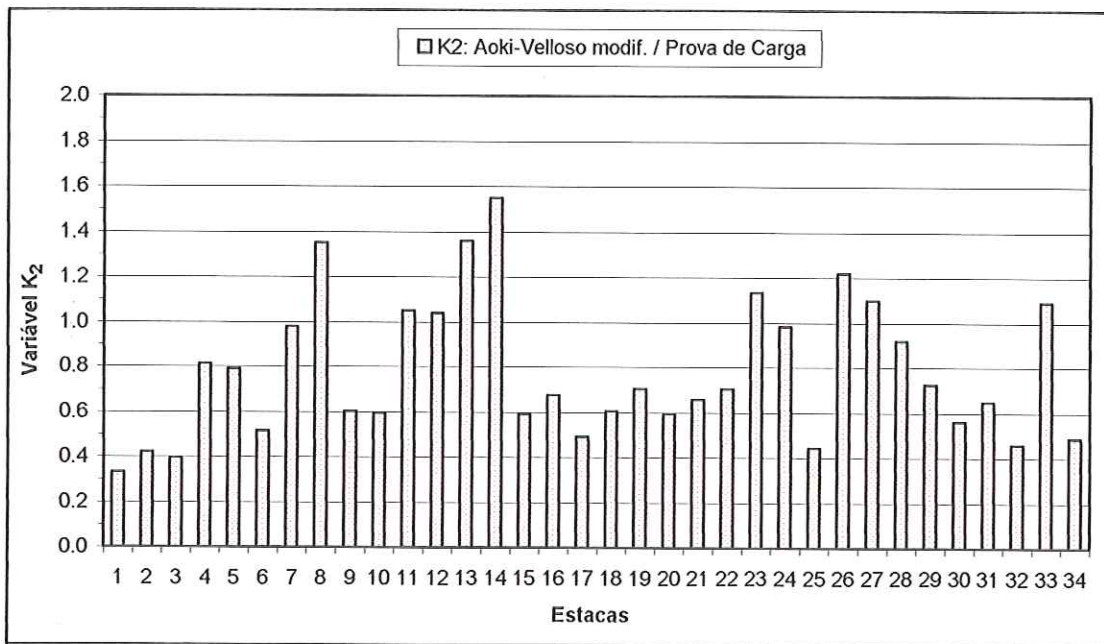


Figura 7. Valores da variável k_2 .

Tabela 11. Estatísticas da variável k_2 .

Variável	K_2
	Aoki-Velloso modif. / Prova de Carga
Média	0.8
Desvio	0.3
M + D	1.1
M - D	0.5
CV (%)	40.0%

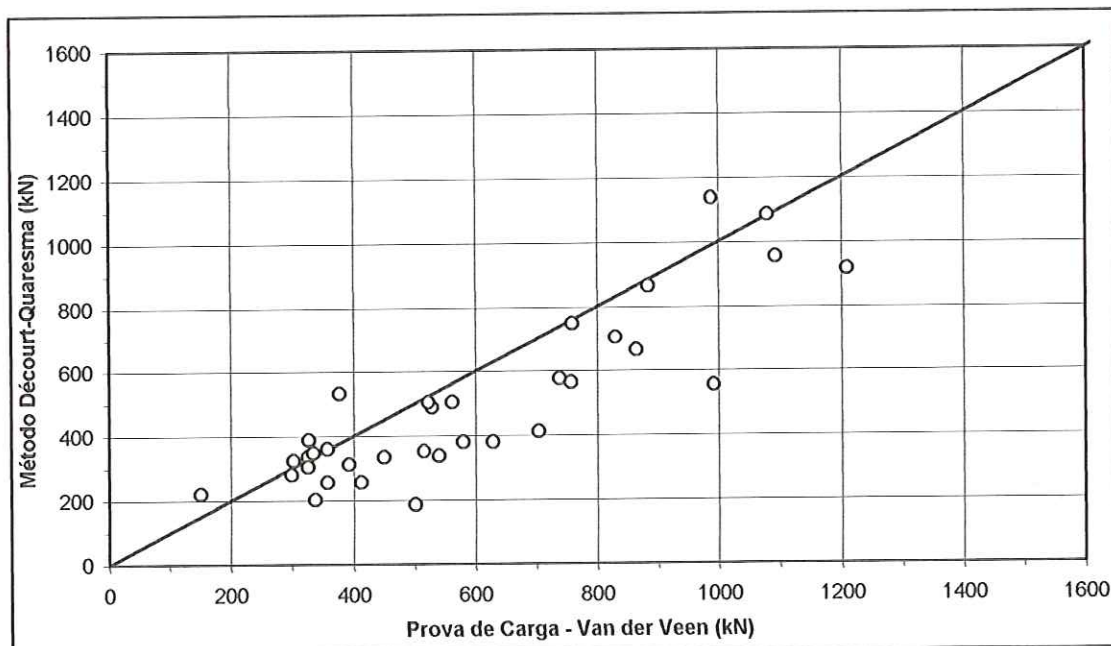


Figura 8. Dispersão da variável k_3 .

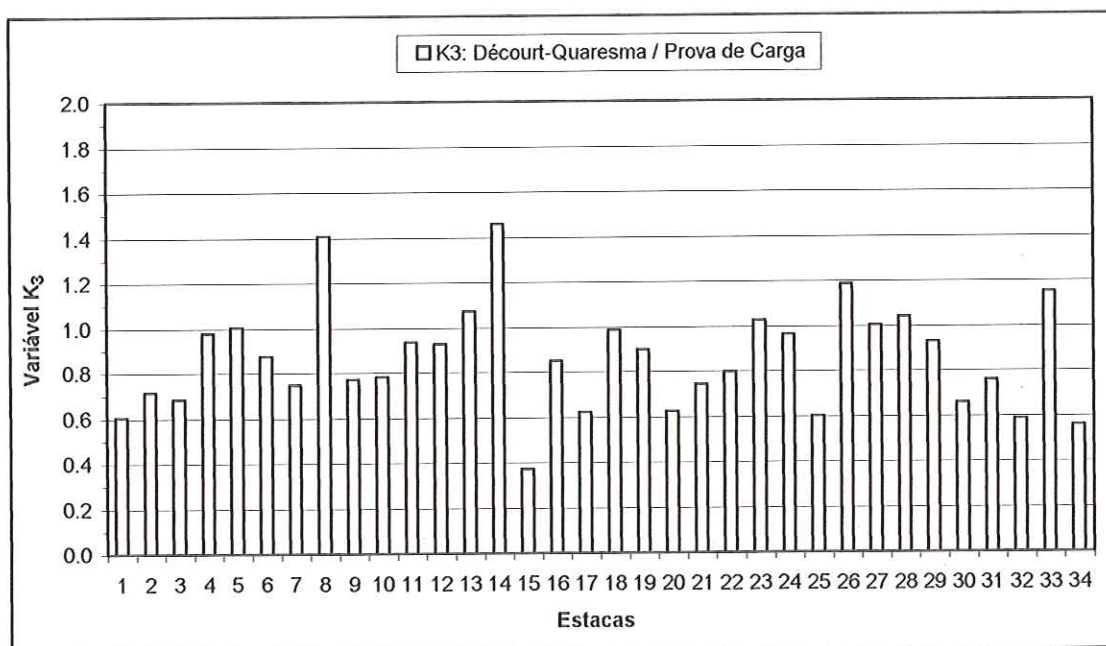


Figura 9. Valores da variável k_3 .

Tabela 12. Estatísticas da variável k_3 .

Variável	K_3
	Décourt-Quaresma / Prova de Carga
Média	0.9
Desvio	0.2
M + D	1.1
M - D	0.6
CV (%)	27.5%



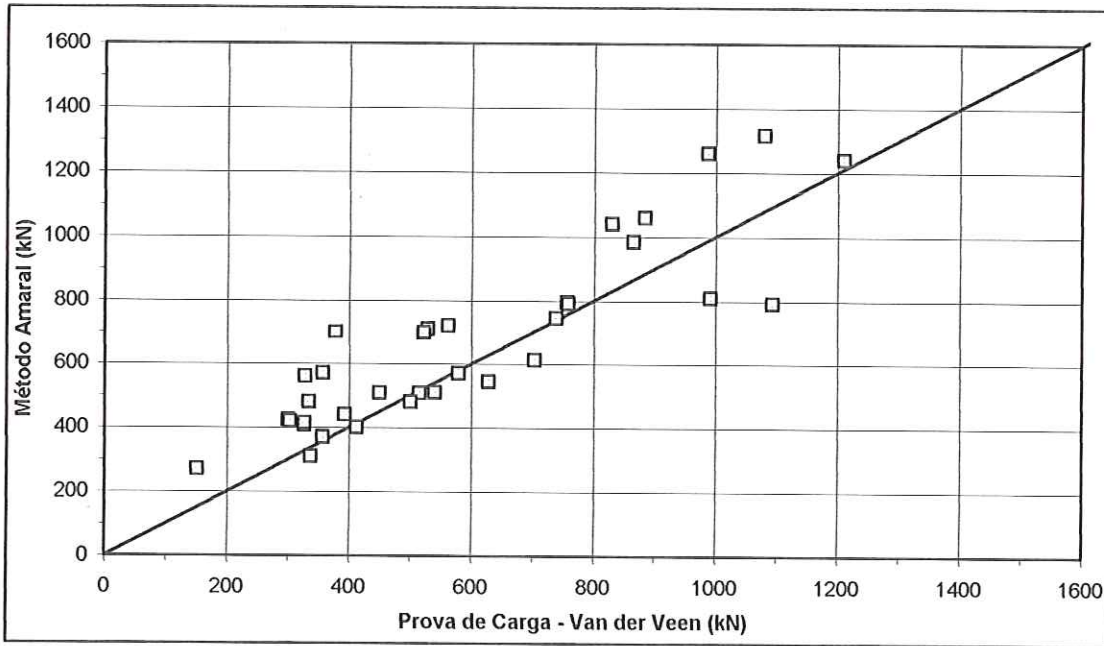


Figura 10. Dispersão da variável k_4 .

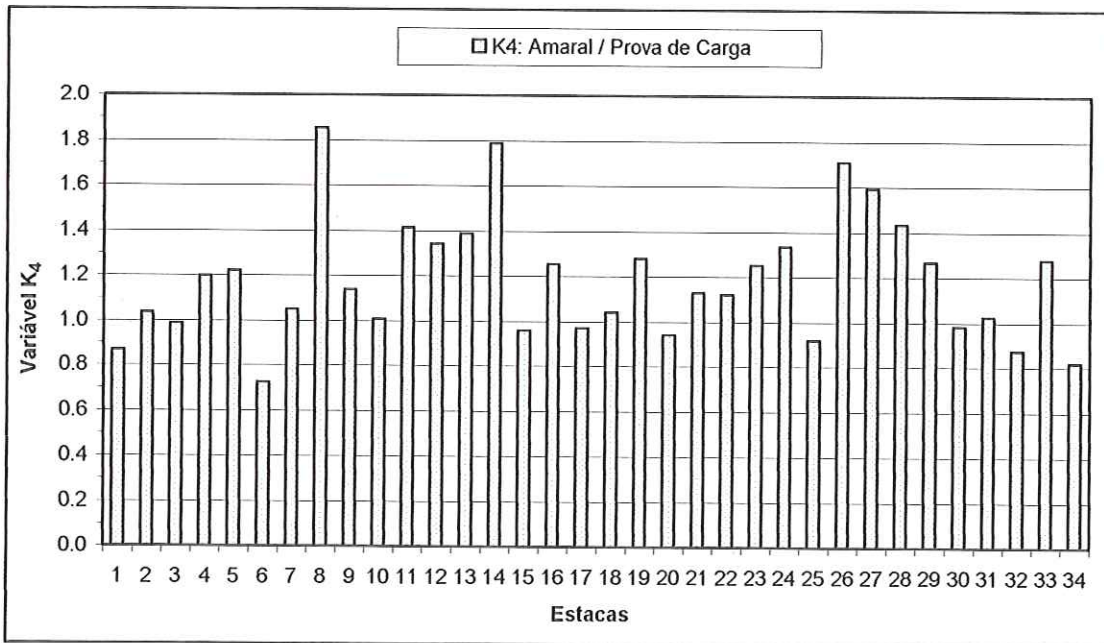


Figura 11. Valores da variável k_4 .

Tabela 13. Estatísticas da variável k_4 .

Variável	K_4
	Amaral / Prova de Carga
Média	1.2
Desvio	0.3
M + D	1.5
M - D	0.9
CV (%)	23.1%

Tabela 14. Tensões resistentes previstas e medidas.

Estacas	L (m)	D (m)	Área (m ²)	Resistências Previstas (kPa)				Resistência Medida (kPa)
				Aoki-Velloso	Aoki-Velloso Modif.	Décourt-Quaresma	Amaral	Prova de Carga
1	14.0	0.25	0.049	3178.1	4237.5	7741.5	11082.6	12814.3
2	12.9	0.20	0.031	3628.8	4774.8	8149.0	11809.6	11395.8
3	12.9	0.25	0.049	3341.1	4156.0	7191.5	10369.6	10512.2
4	12.0	0.33	0.086	6033.2	8383.3	10125.4	12382.0	10335.9
5	10.0	0.38	0.113	5713.9	7521.5	9576.0	11604.1	9523.1
6	10.0	0.28	0.062	7032.3	9111.1	15526.2	12830.2	17751.2
7	16.2	0.25	0.049	7904.5	15096.0	11510.4	16175.7	15421.9
8	13.0	0.20	0.031	11618.7	16234.3	16934.6	22282.3	12032.5
9	17.3	0.25	0.049	7945.2	10593.7	13527.3	20026.1	17622.2
10	15.8	0.25	0.049	6702.5	8943.5	11734.5	15177.5	15055.2
11	12.0	0.20	0.031	7194.0	10027.1	8944.8	13496.7	9549.6
12	14.0	0.25	0.049	8413.8	11184.5	9962.1	14464.4	10777.0
13	11.0	0.18	0.025	11553.8	16191.1	12772.1	16505.4	11907.5
14	10.0	0.15	0.018	9450.5	13242.1	12449.8	15279.3	8545.1
15	12.0	0.25	0.049	4543.1	6030.2	3789.3	9799.1	10206.6
16	14.0	0.30	0.071	6239.1	7936.8	9974.0	14713.4	11742.4
17	13.0	0.20	0.031	4806.6	6461.9	8180.8	12764.6	13146.6
18	16.0	0.30	0.071	8106.5	6479.6	10596.5	11176.5	10738.0
19	15.0	0.25	0.049	6050.6	8067.5	10267.7	14668.2	11469.7
20	14.0	0.25	0.049	4013.4	6539.6	6885.9	10389.9	11021.5
21	12.4	0.25	0.049	4706.0	6009.9	6824.8	10349.2	9167.6
22	13.5	0.20	0.031	6270.9	8785.6	9963.4	14006.0	12509.9
23	9.0	0.20	0.031	8435.5	11777.8	10695.5	13019.3	10409.0
24	14.0	0.25	0.049	7843.4	10451.1	10267.7	14220.0	10654.8
25	12.2	0.18	0.025	4205.0	5894.8	7977.6	12182.6	13283.0
26	13.9	0.20	0.031	9135.8	12700.9	12382.6	17825.9	10440.9
27	11.9	0.20	0.031	12159.8	12509.9	11459.5	18144.2	11395.8
28	12.1	0.20	0.031	7003.0	9772.4	11109.3	15279.3	10663.7
29	10.3	0.20	0.031	6143.6	7544.2	9676.9	13178.4	10409.0
30	12.0	0.28	0.062	4060.2	5262.0	6187.7	9257.2	9419.7
31	12.0	0.40	0.126	5276.1	6239.1	7297.5	9867.9	9629.2
32	12.0	0.28	0.062	4206.4	5213.3	6707.4	9955.6	11433.5
33	12.3	0.40	0.126	8992.5	8554.8	9056.2	10027.1	7854.5
34	12.0	0.33	0.086	4665.2	5623.9	6489.2	9459.0	11586.9
Média	12.8	0.3	0.05	6663.9	8751.5	9762.8	13346.2	11483.1
Desvio	1.9	0.1	0.03	2397.1	3332.3	2739.3	3144.6	2249.6
CV (%)	15%	25%	52%	36.0%	38.1%	28.1%	23.6%	19.6%

Tabela 15. Resumo geral.

Estacas	D (cm)	Área (m ²)	Resistências Previstas												Resistência Medida				
			Aoki-Velloso			Aoki-Velloso Modif.			Décourt-Quaresma			Amaral			Prova de Carga				
			R (kN)	Tensão (kPa)	K ₁	R (kN)	Tensão (kPa)	K ₂	R (kN)	Tensão (kPa)	K ₃	R (kN)	Tensão (kPa)	K ₄	R (kN)	Tensão (kPa)			
1	25	0.05	156	3178.1	0.2	208	4237.5	0.3	380	7741.5	0.6	544	11082.6	0.9	629	12814.3			
2	20	0.03	114	3628.8	0.3	150	4774.8	0.4	256	8149.0	0.7	371	11809.6	1.0	358	11395.8			
3	25	0.05	164	3341.1	0.3	204	4156.0	0.4	353	7191.5	0.7	509	10369.6	1.0	516	10512.2			
4	33	0.09	516	6033.2	0.6	717	8383.3	0.8	866	10125.4	1.0	1059	12382.0	1.2	884	10335.9			
5	38	0.11	648	5713.9	0.6	853	7521.5	0.8	1086	9576.0	1.0	1316	11604.1	1.2	1080	9523.1			
6	28	0.06	433	7032.3	0.4	561	9111.1	0.5	956	15526.2	0.9	790	12830.2	0.7	1093	17751.2			
7	25	0.05	388	7904.5	0.5	741	15096.0	1.0	565	11510.4	0.7	794	16175.7	1.0	757	15421.9			
8	20	0.03	365	11618.7	1.0	510	16234.3	1.3	532	16934.6	1.4	700	22282.3	1.9	378	12032.5			
9	25	0.05	390	7945.2	0.5	520	10593.7	0.6	664	13527.3	0.8	983	20026.1	1.1	865	17622.2			
10	25	0.05	329	6702.5	0.4	439	8943.5	0.6	576	11734.5	0.8	745	15177.5	1.0	739	15055.2			
11	20	0.03	226	7194.0	0.8	315	10027.1	1.1	281	8944.8	0.9	424	13496.7	1.4	300	9549.6			
12	25	0.05	413	8413.8	0.8	549	11184.5	1.0	489	9962.1	0.9	710	14464.4	1.3	529	10777.0			
13	18	0.03	294	11553.8	1.0	412	16191.1	1.4	325	12772.1	1.1	420	16505.4	1.4	303	11907.5			
14	15	0.02	167	9450.5	1.1	234	13242.1	1.5	220	12449.8	1.5	270	15279.3	1.8	151	8545.1			
15	25	0.05	223	4543.1	0.4	296	6030.2	0.6	186	3789.3	0.4	481	9799.1	1.0	501	10206.6			
16	30	0.07	441	6239.1	0.5	561	7936.8	0.7	705	9974.0	0.8	1040	14713.4	1.3	830	11742.4			
17	20	0.03	151	4806.6	0.4	203	6461.9	0.5	257	8180.8	0.6	401	12764.6	1.0	413	13146.6			
18	30	0.07	573	8106.5	0.8	458	6479.6	0.6	749	10596.5	1.0	790	11176.5	1.0	759	10733.0			
19	25	0.05	297	6050.6	0.5	396	8067.5	0.7	504	10267.7	0.9	720	14663.2	1.3	563	11469.7			
20	25	0.05	197	4013.4	0.4	321	6539.6	0.6	338	6885.9	0.6	510	10389.9	0.9	541	11021.5			
21	25	0.05	231	4706.0	0.5	295	6009.9	0.7	335	6824.8	0.7	508	10349.2	1.1	450	9167.6			
22	20	0.03	197	6270.9	0.5	276	8785.6	0.7	313	9963.4	0.8	440	14006.0	1.1	393	12509.9			
23	20	0.03	265	8435.5	0.8	370	11777.8	1.1	336	10695.5	1.0	409	13019.3	1.3	327	10409.0			
24	25	0.05	385	7843.4	0.7	513	10451.1	1.0	504	10267.7	1.0	698	14220.0	1.3	523	10654.8			
25	18	0.03	107	4205.0	0.3	150	5894.8	0.4	203	7977.6	0.6	310	12182.6	0.9	338	13263.0			
26	20	0.03	287	9135.8	0.9	399	12700.9	1.2	389	12382.6	1.2	560	17825.9	1.7	328	10440.9			
27	20	0.03	382	12159.8	1.1	393	12509.9	1.1	360	11459.5	1.0	570	18144.2	1.6	358	11395.8			
28	20	0.03	220	7003.0	0.7	307	9772.4	0.9	349	11109.3	1.0	480	15279.3	1.4	335	10663.7			
29	20	0.03	193	6143.6	0.6	237	7544.2	0.7	304	9676.9	0.9	414	13178.4	1.3	327	10409.0			
30	28	0.06	250	4060.2	0.4	324	5262.0	0.6	381	6187.7	0.7	570	9257.2	1.0	580	9419.7			
31	40	0.13	663	5276.1	0.5	784	6239.1	0.6	917	7297.5	0.8	1240	9867.9	1.0	1210	9629.2			
32	28	0.06	259	4206.4	0.4	321	5213.3	0.5	413	6707.4	0.6	613	9955.6	0.9	704	11433.5			
33	40	0.13	1130	8992.5	1.1	1075	8554.8	1.1	1138	9056.2	1.2	1260	10027.1	1.3	987	7854.5			
34	33	0.09	399	4665.2	0.4	481	5623.9	0.5	555	6489.2	0.6	809	9459.0	0.8	991	11586.9			
Média (kPa)			6663.9			0.6	8751.5			0.8	9762.8			0.9	13346.2		1.2	11483.1	
Desvio-Padrão (kPa)			2397.1			0.2	3332.3			0.3	2739.3			0.2	3144.6		0.3	2249.6	
Coef. De Variação (%)			36.0			41.1	38.1			40.0	28.1			27.5	23.6		23.1	19.6	

Tabela 16. Carga nominal adotada para as estacas.

D (m)	Carga Nominal (kN)
0.15	150.0
0.18	200.0
0.20	250.0
0.25	400.0
0.28	500.0
0.30	600.0
0.33	700.0
0.38	900.0
0.40	950.0

Tabela 17. Estatísticas das Solicitações e Resistências de todas as estacas.

Estacas	D (m)	Área (m ²)	Resistência (medida em Prova de Carga)		Solicitação	
			R (kN)	Tensão (kPa)	S (kN)	Tensão (kPa)
1	0.25	0.049	629.0	12814.3	400.0	8148.7
2	0.20	0.031	358.0	11395.8	250.0	7957.7
3	0.25	0.049	516.0	10512.2	400.0	8148.7
4	0.33	0.086	884.0	10335.9	700.0	8184.3
5	0.38	0.113	1080.0	9523.1	900.0	7935.7
6	0.28	0.062	1093.0	17751.2	500.0	8120.2
7	0.25	0.049	757.0	15421.9	400.0	8148.7
8	0.20	0.031	378.0	12032.5	250.0	7957.7
9	0.25	0.049	865.0	17622.2	400.0	8148.7
10	0.25	0.049	739.0	15055.2	400.0	8148.7
11	0.20	0.031	300.0	9549.6	250.0	7957.7
12	0.25	0.049	529.0	10777.0	400.0	8148.7
13	0.18	0.025	303.0	11907.5	200.0	7859.5
14	0.15	0.018	151.0	8545.1	150.0	8488.3
15	0.25	0.049	501.0	10206.6	400.0	8148.7
16	0.30	0.071	830.0	11742.4	600.0	8488.3
17	0.20	0.031	413.0	13146.6	250.0	7957.7
18	0.30	0.071	759.0	10738.0	600.0	8488.3
19	0.25	0.049	563.0	11469.7	400.0	8148.7
20	0.25	0.049	541.0	11021.5	400.0	8148.7
21	0.25	0.049	450.0	9167.6	400.0	8148.7
22	0.20	0.031	393.0	12509.9	250.0	7957.7
23	0.20	0.031	327.0	10409.0	250.0	7957.7
24	0.25	0.049	523.0	10654.8	400.0	8148.7
25	0.18	0.025	338.0	13283.0	200.0	7859.5
26	0.20	0.031	328.0	10440.9	250.0	7957.7
27	0.20	0.031	358.0	11395.8	250.0	7957.7
28	0.20	0.031	335.0	10663.7	250.0	7957.7
29	0.20	0.031	327.0	10409.0	250.0	7957.7
30	0.28	0.062	580.0	9419.7	500.0	8120.2
31	0.40	0.126	1210.0	9629.2	950.0	7559.9
32	0.28	0.062	704.0	11433.5	500.0	8120.2
33	0.40	0.126	987.0	7854.5	950.0	7559.9
34	0.33	0.086	991.0	11586.9	700.0	8184.3
Média (kPa)			11483.1		8064.2	
Desvio-Padrão (kPa)			2249.6		204.4	
Coeficiente de Variação (%)			19.6%		2.5%	

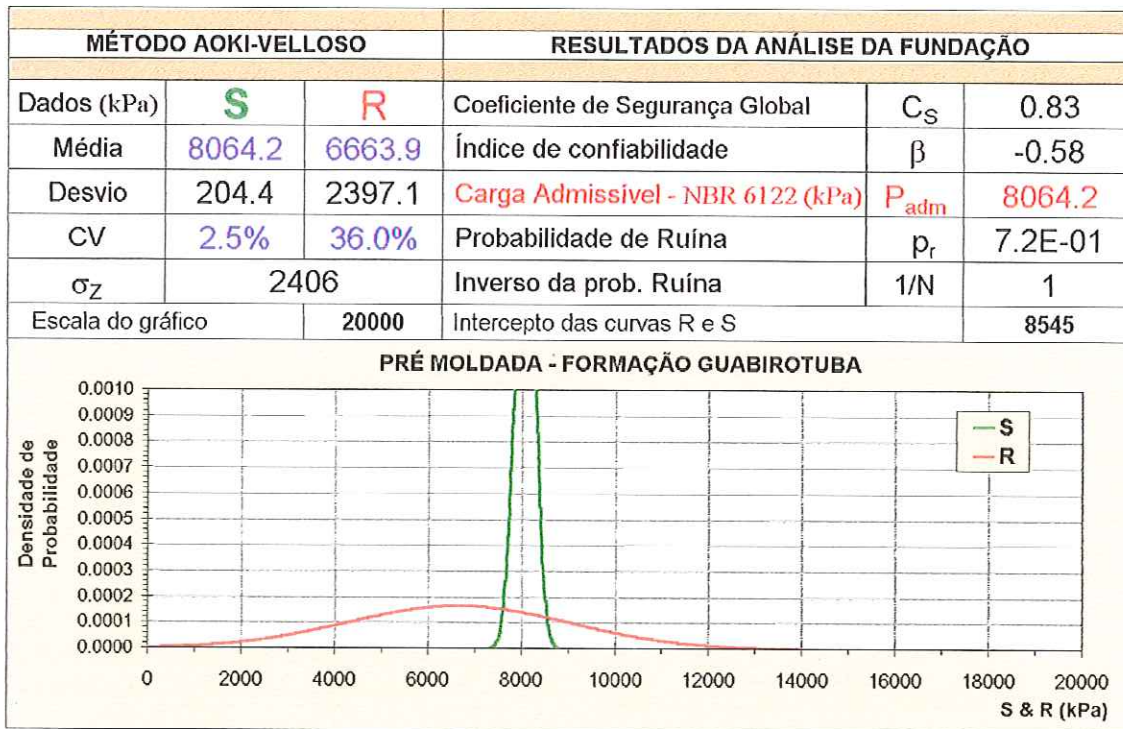


Figura 12. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 - Método Aoki-Velloso para todas as estacas.

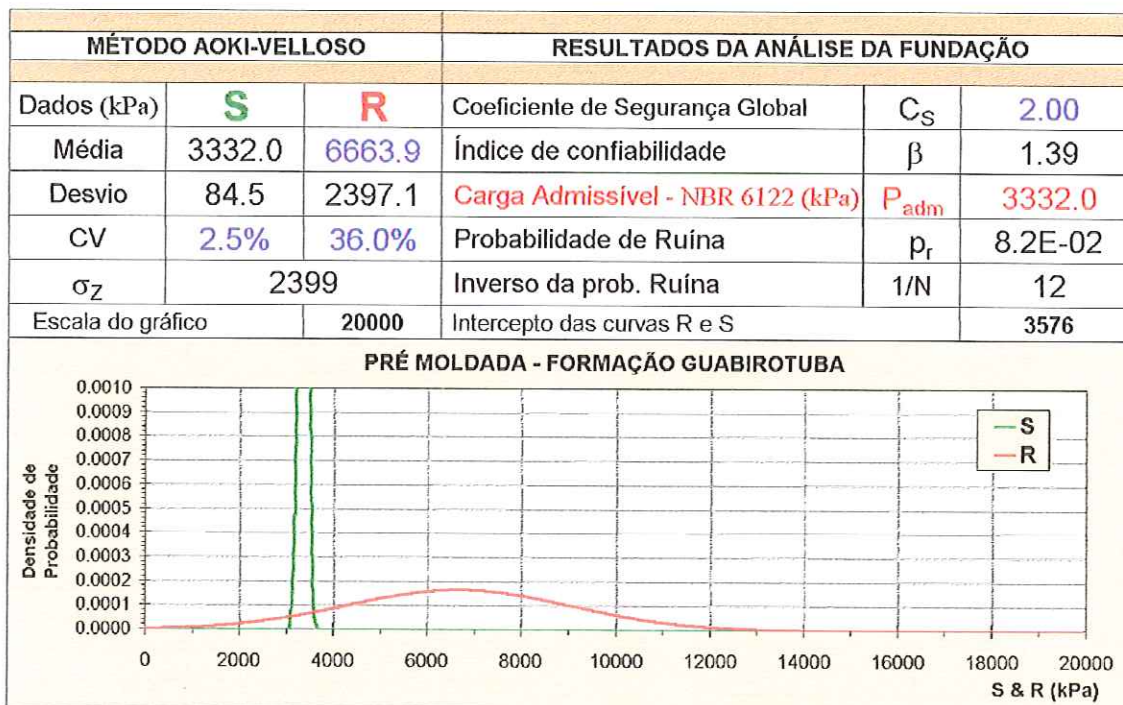


Figura 13. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$ - Método Aoki-Velloso para todas as estacas.

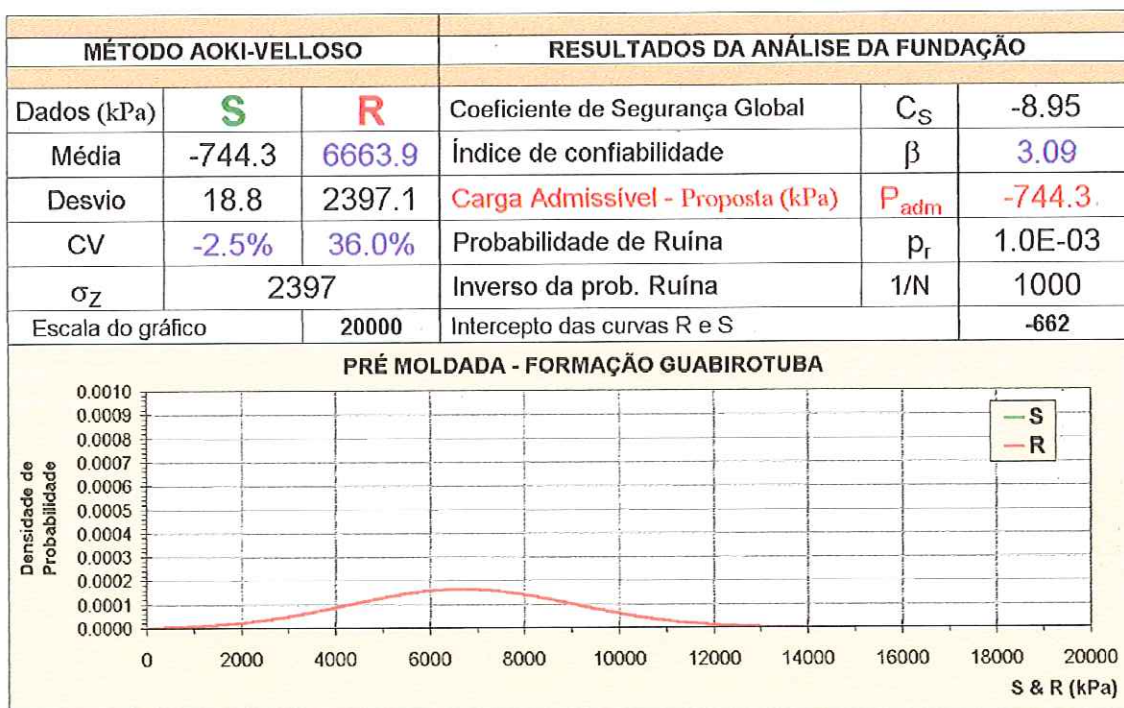


Figura 14. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$ - Método Aoki-Velloso para todas as estacas.

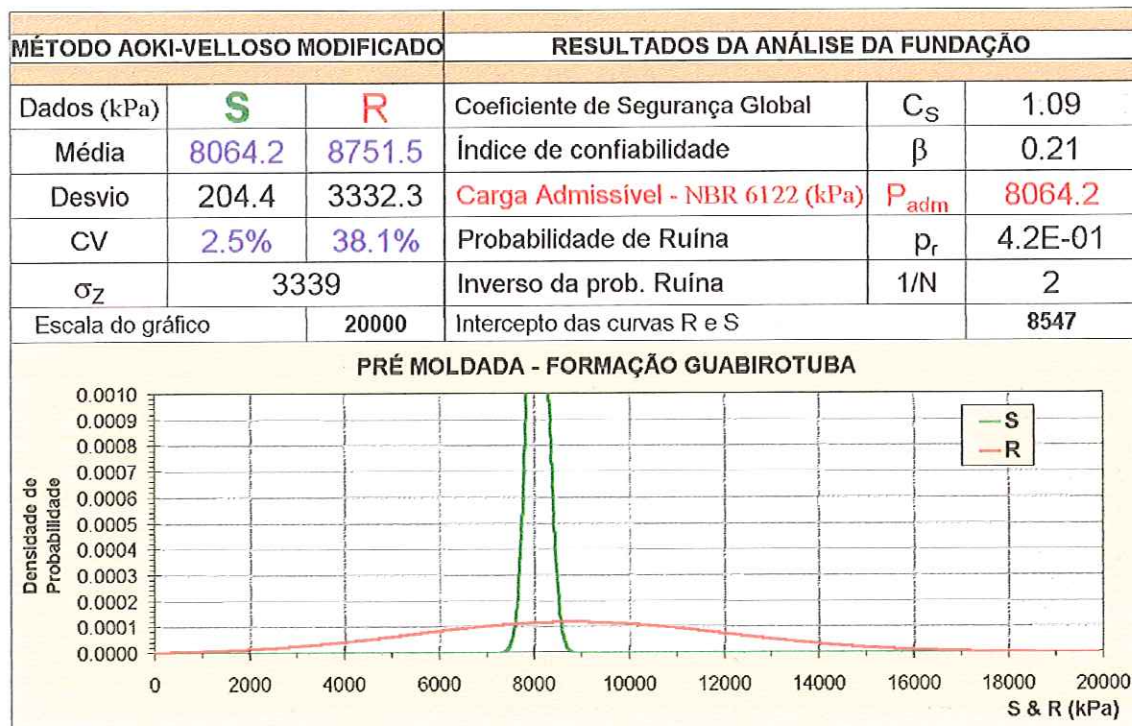


Figura 15. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 - Método Aoki-Velloso Modificado para todas as estacas.

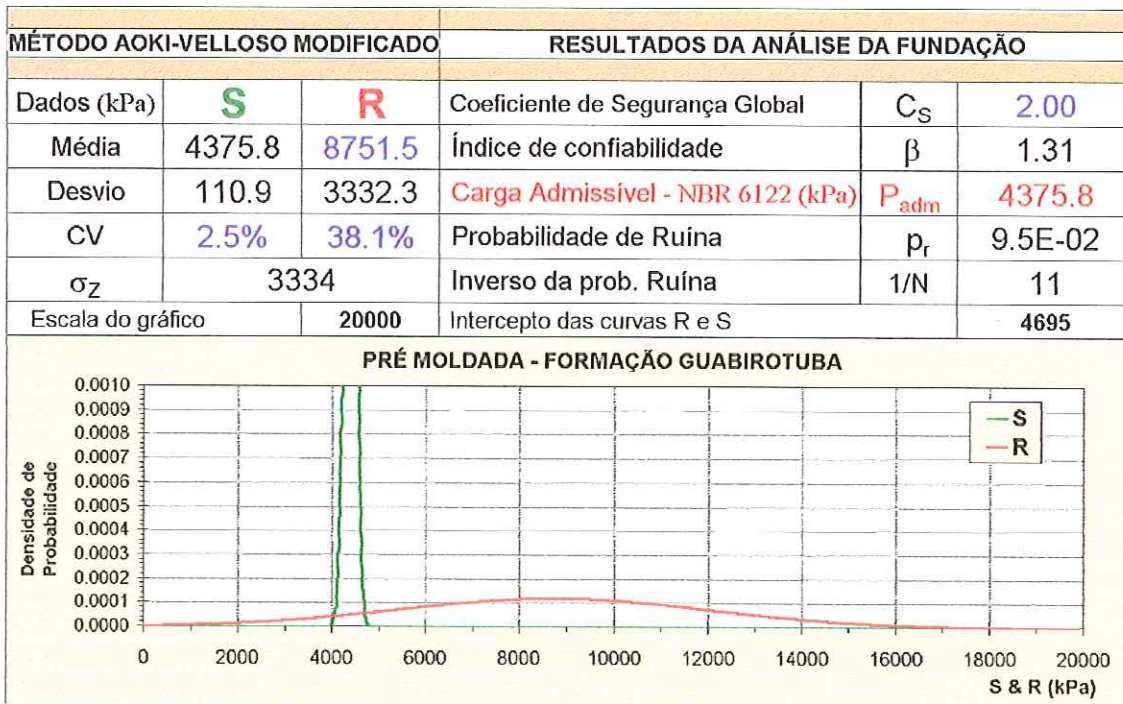


Figura 16. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$
 - Aoki-Velloso Modificado para todas as estacas.

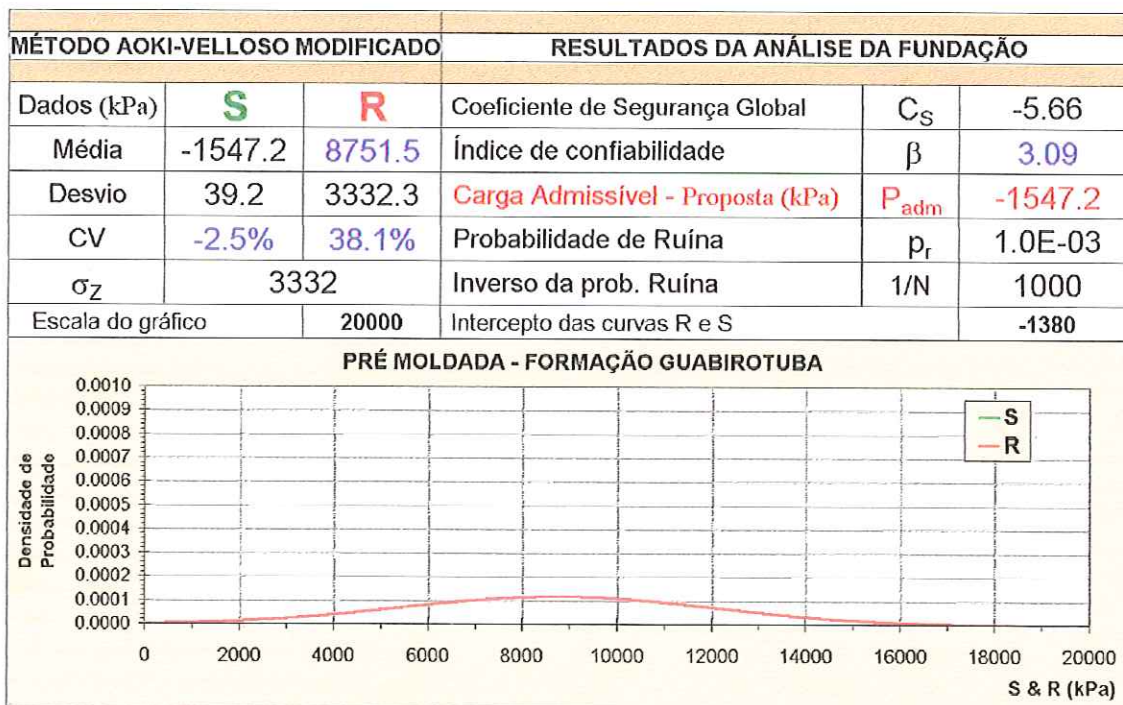


Figura 17. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$
 - Método Aoki-Velloso Modificado para todas as estacas.

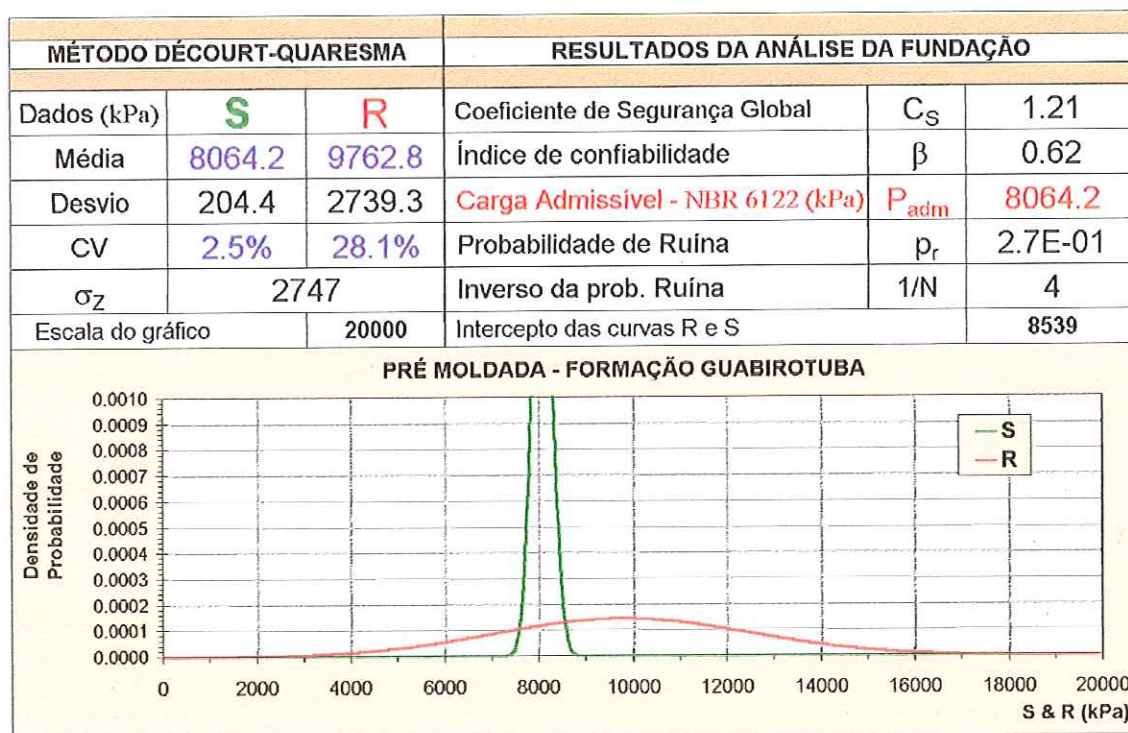


Figura 18. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 - Método Décourt-Quaresma para todas as estacas.

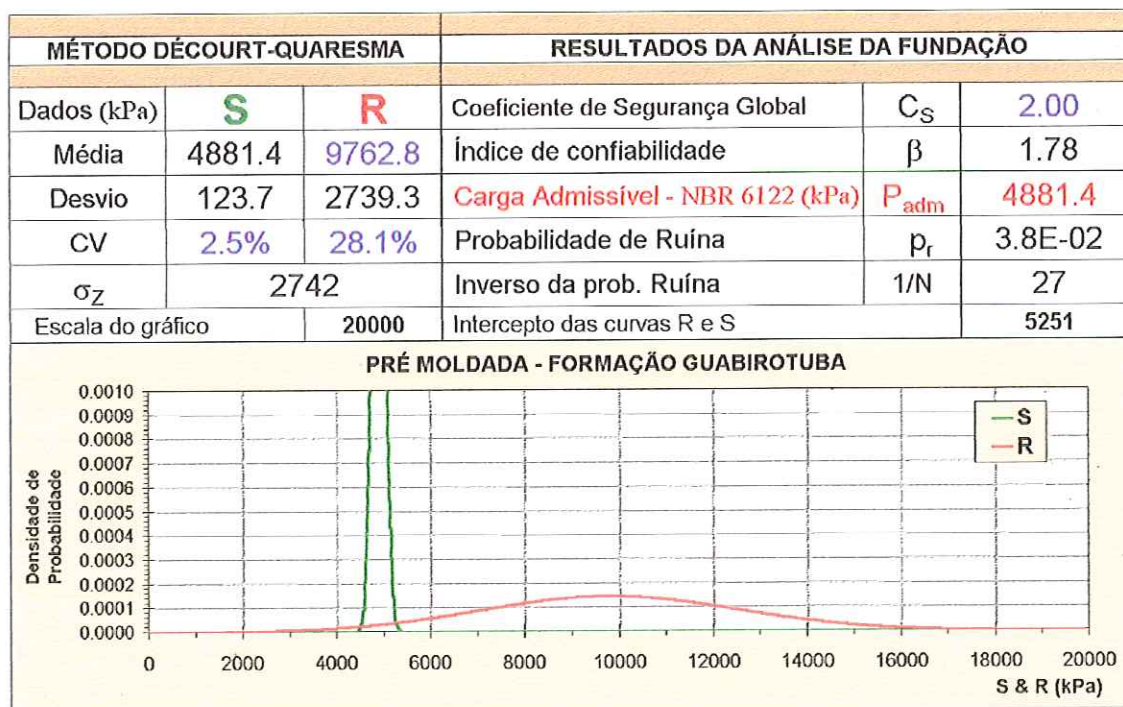


Figura 19. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$ - Método Décourt-Quaresma para todas as estacas.

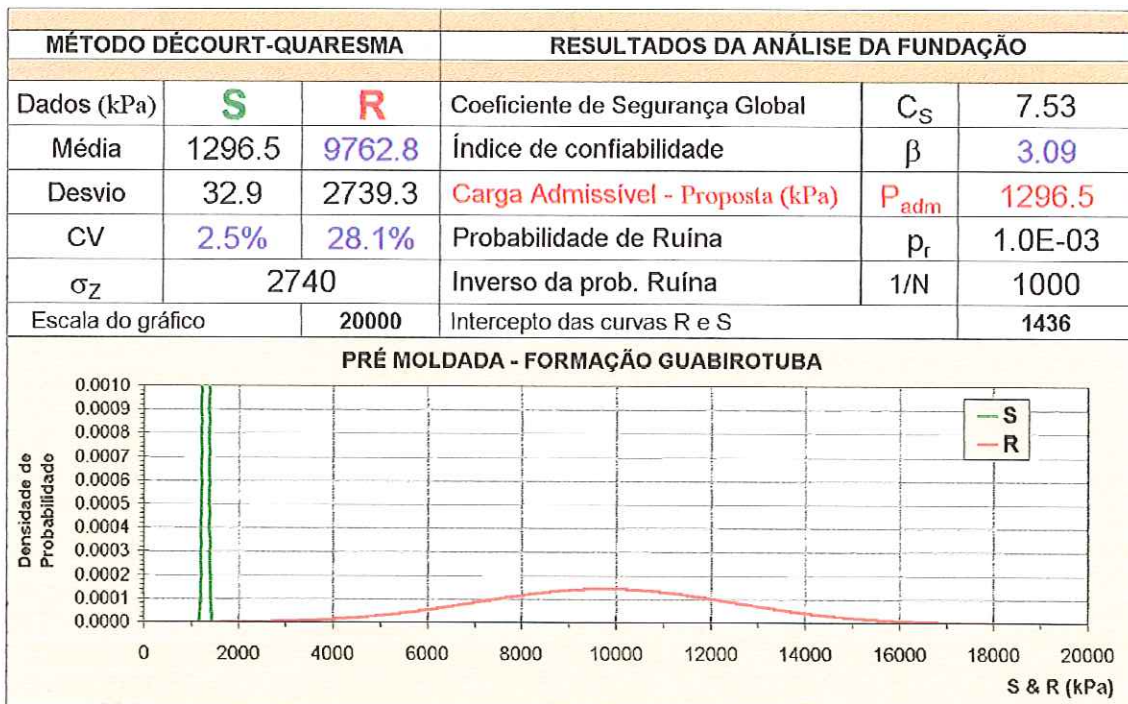


Figura 20. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$
- Método Décourt-Quaresma para todas as estacas.

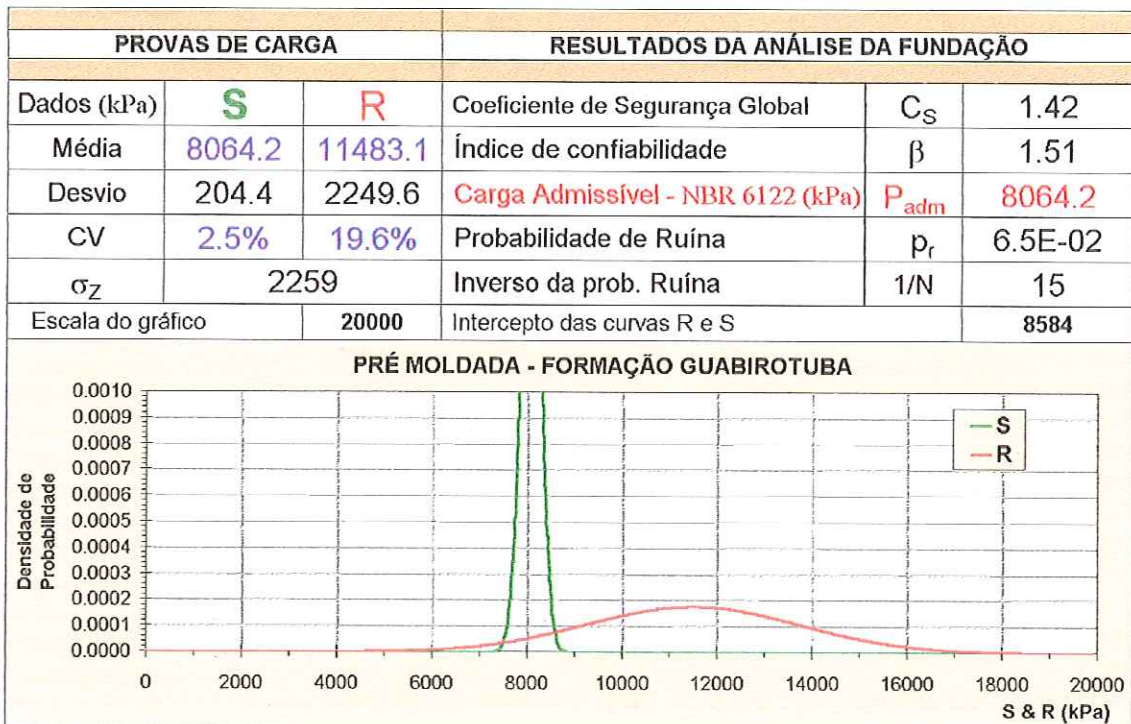


Figura 21. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996
- Método Amaral para todas as estacas.

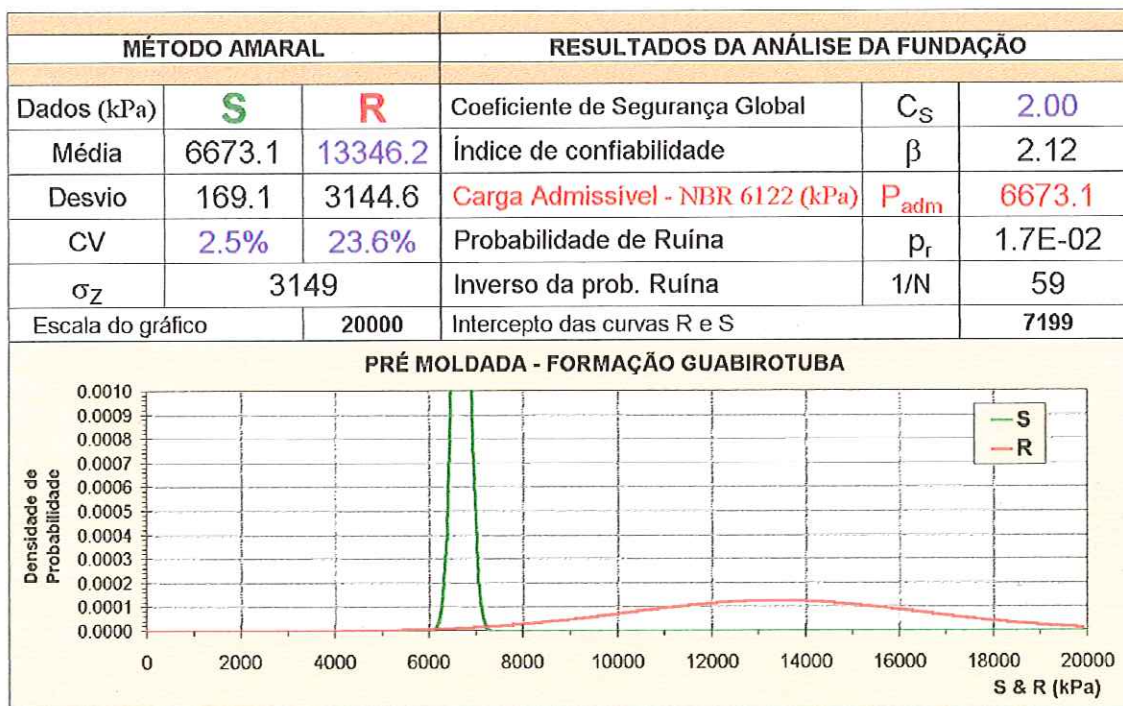


Figura 22. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$ - Método Amaral para todas as estacas.

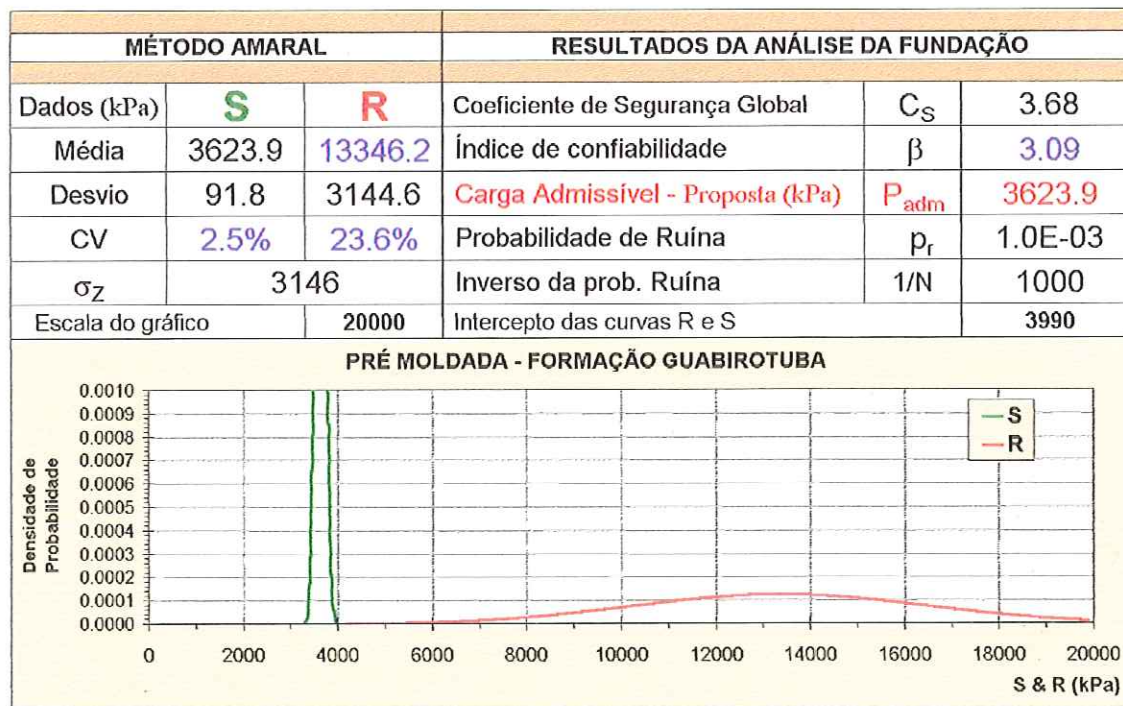


Figura 23. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$ - Método Amaral para todas as estacas.

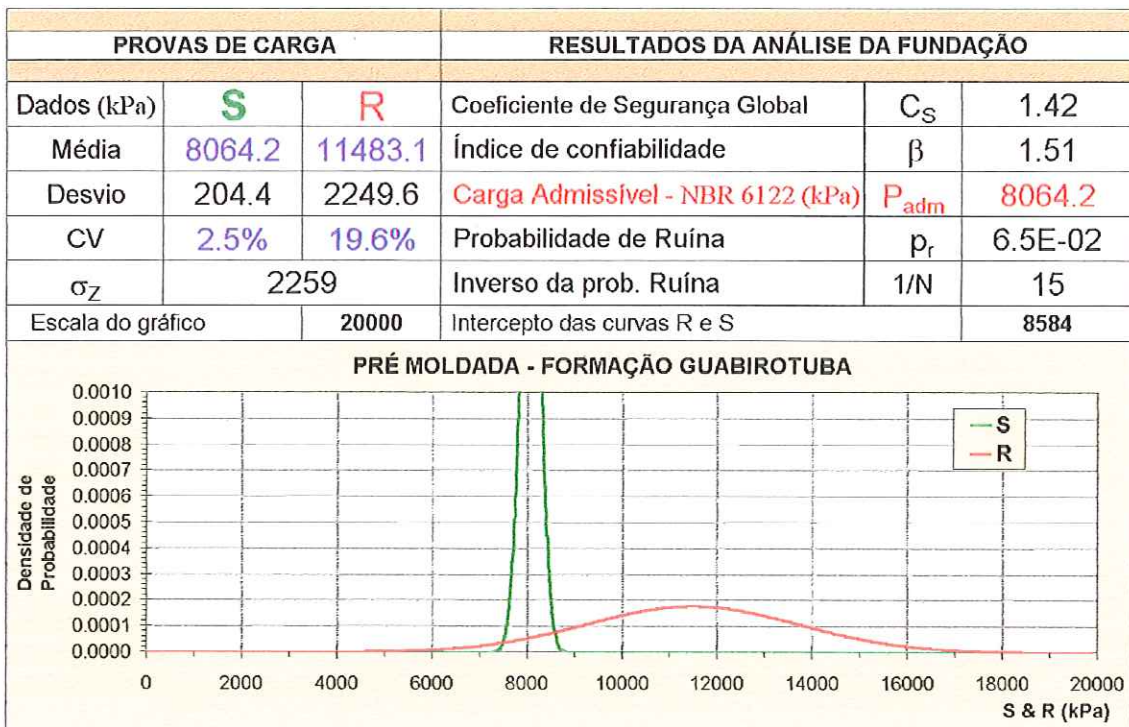


Figura 24. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996
- Prova de Carga para todas as estacas.

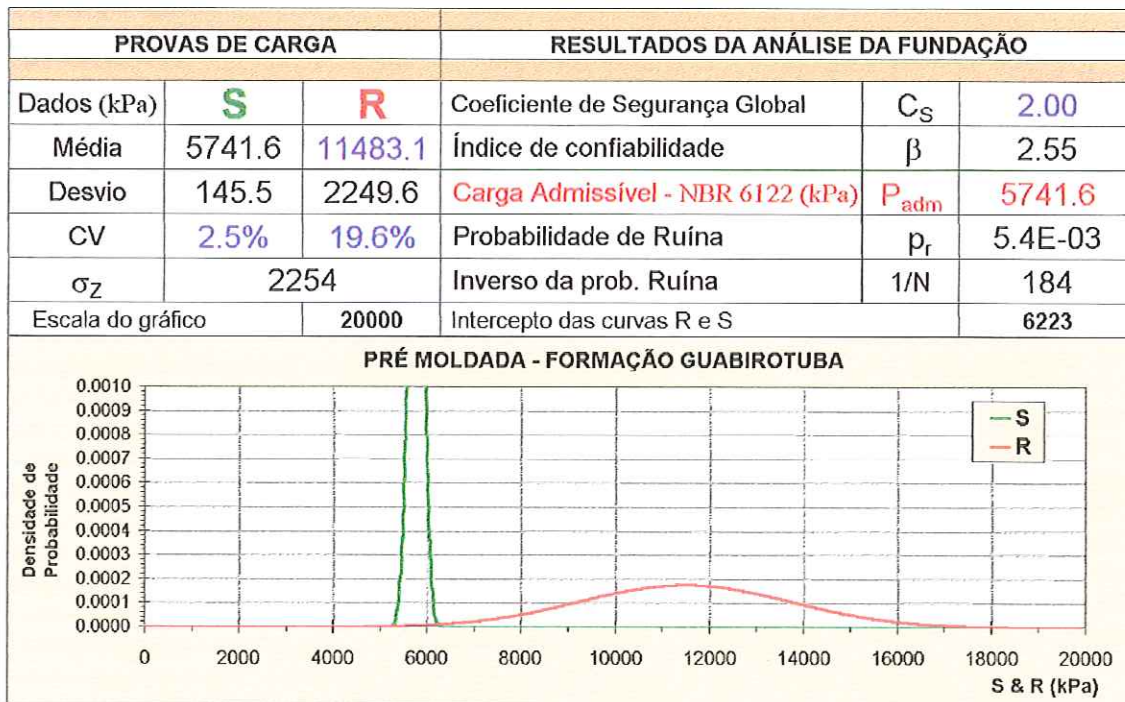


Figura 25. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$
- Prova de Carga para todas as estacas.

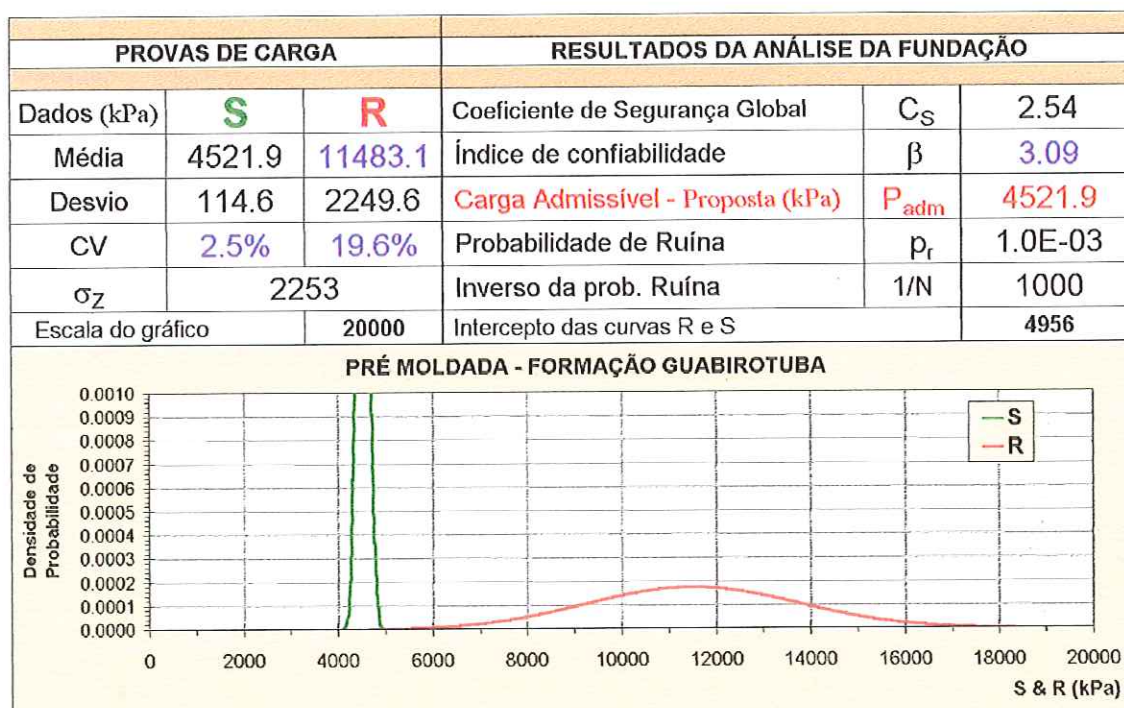


Figura 26. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$ - Prova de Carga para todas as estacas.

Tabela 18. Estatísticas das Solicitações e das Resistências (reais) - todas as estacas com $D = 0.25m$.

Estacas	D (m)	Área (m ²)	Resistência (medida em Prova de Carga)		Solicitação	
			R (kN)	Tensão (kPa)	S (kN)	Tensão (kPa)
1	0.25	0.049	629.0	12814.3	400.0	8148.7
3	0.25	0.049	516.0	10512.2	400.0	8148.7
7	0.25	0.049	757.0	15421.9	400.0	8148.7
9	0.25	0.049	865.0	17622.2	400.0	8148.7
10	0.25	0.049	739.0	15055.2	400.0	8148.7
12	0.25	0.049	529.0	10777.0	400.0	8148.7
15	0.25	0.049	501.0	10206.6	400.0	8148.7
19	0.25	0.049	563.0	11469.7	400.0	8148.7
20	0.25	0.049	541.0	11021.5	400.0	8148.7
21	0.25	0.049	450.0	9167.6	400.0	8148.7
24	0.25	0.049	523.0	10654.8	400.0	8148.7
Média (kN., kPa)			601.2	12247.5	400.0	8148.7
Desvio (kN, kPa)			130.5	2657.8	0.0	0.0
CV (%)			21.7%		0.0%	

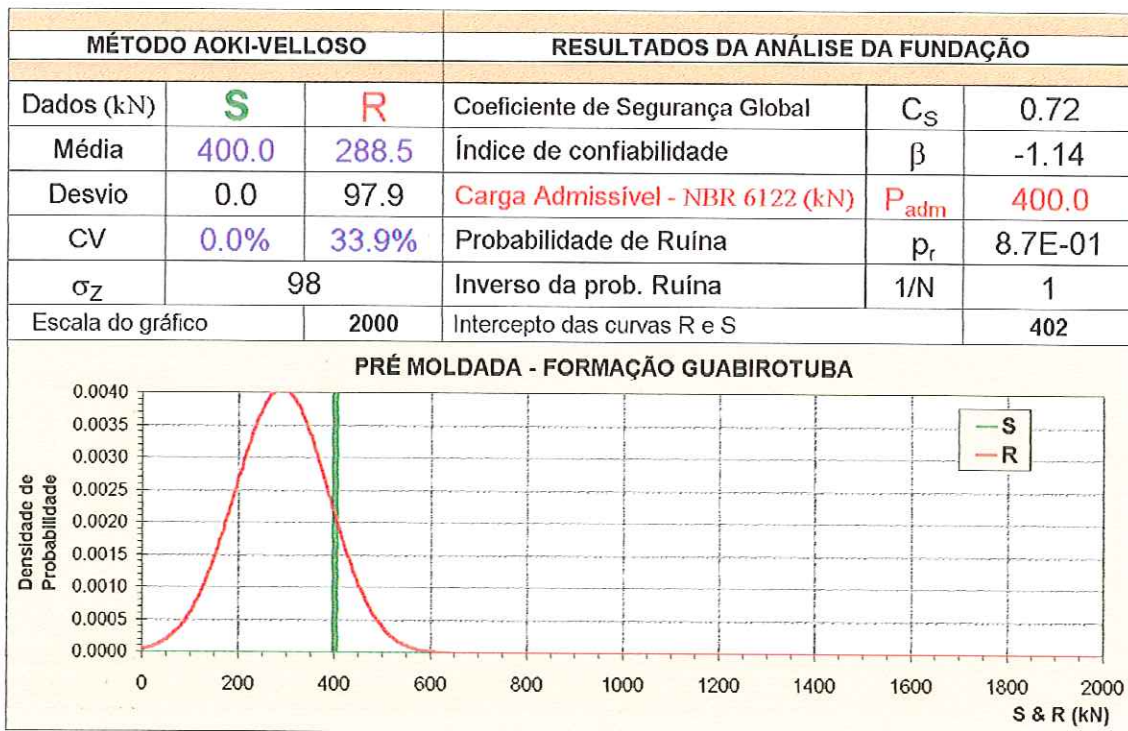


Figura 27. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996
- Método Aoki-Velloso para todas as estacas com $D = 0.25\text{m}$.

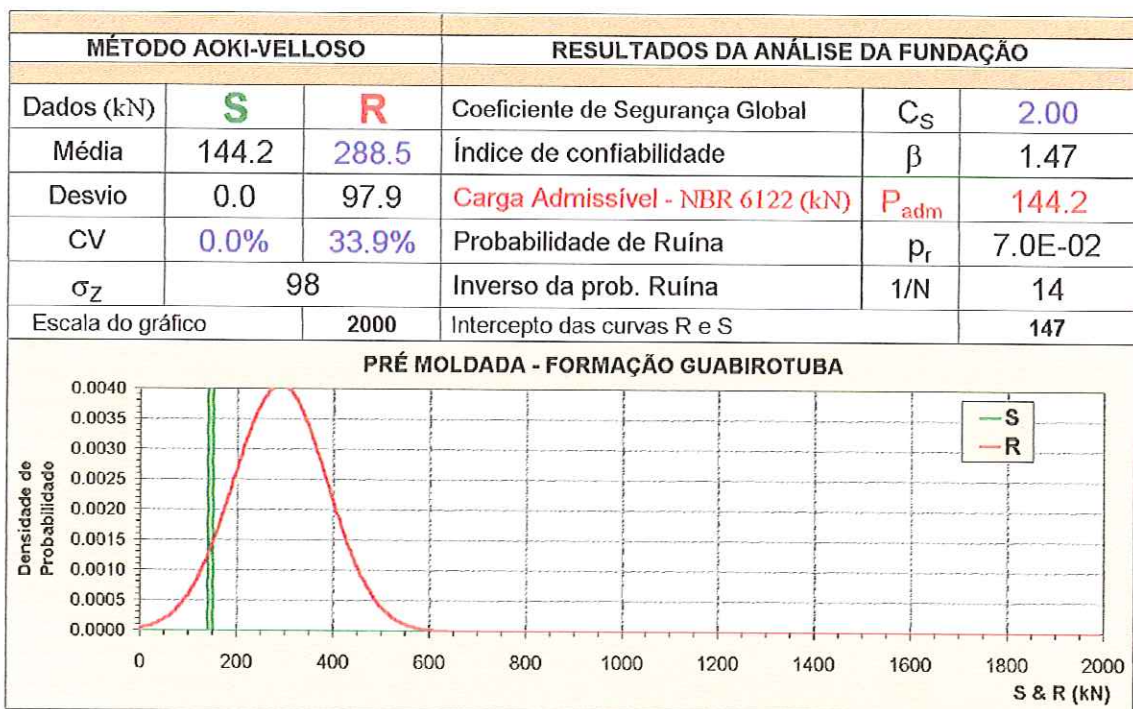


Figura 28. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$.
- Método Aoki-Velloso para todas as estacas com $D = 0.25\text{m}$.

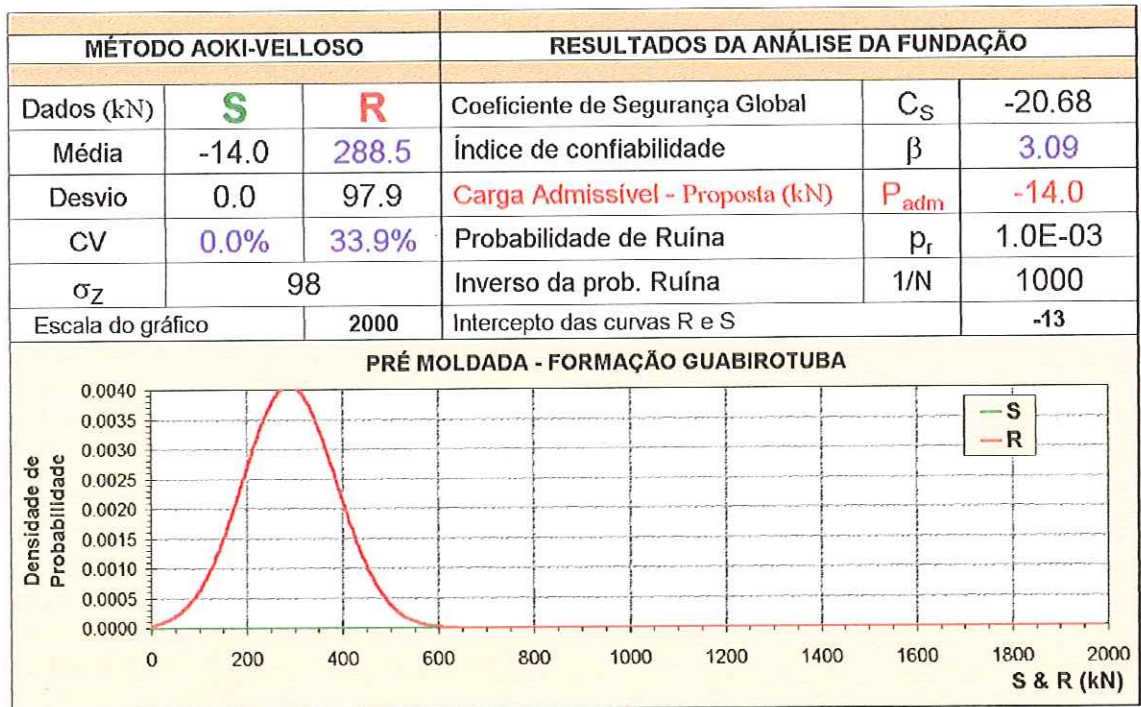


Figura 29. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$.
 - Método Aoki-Velloso para todas as estacas com $D = 0.25m$.

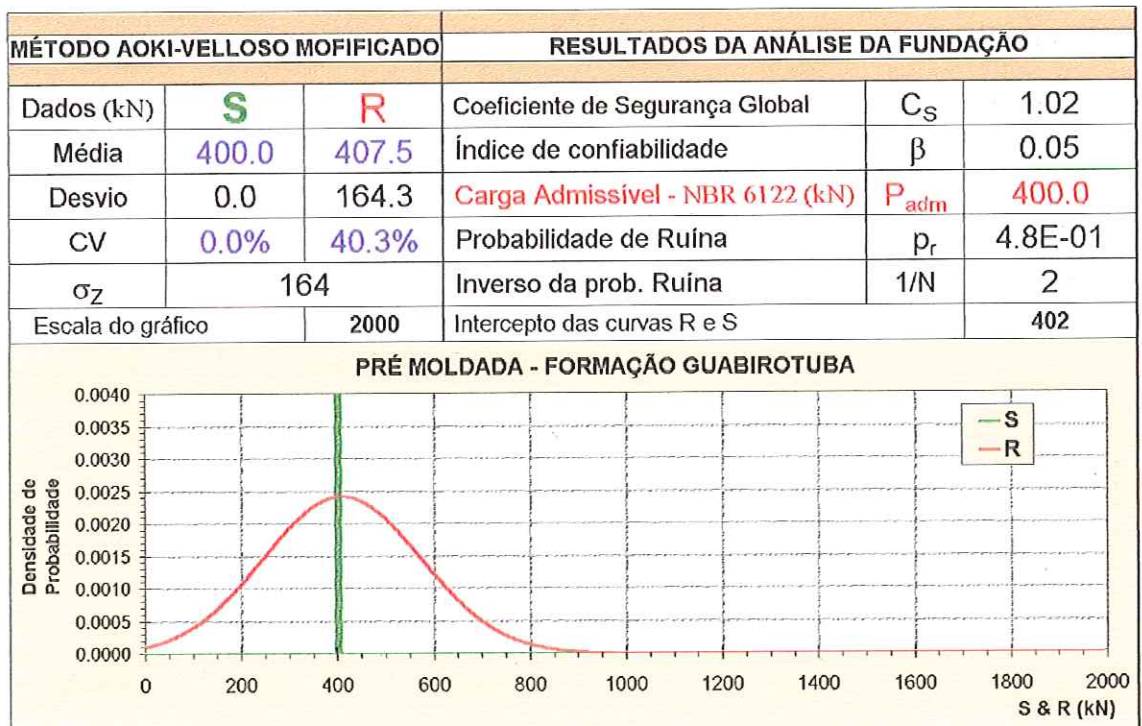


Figura 30. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996.
 - Método Aoki-Velloso Modificado para todas as estacas com $D = 0.25m$.

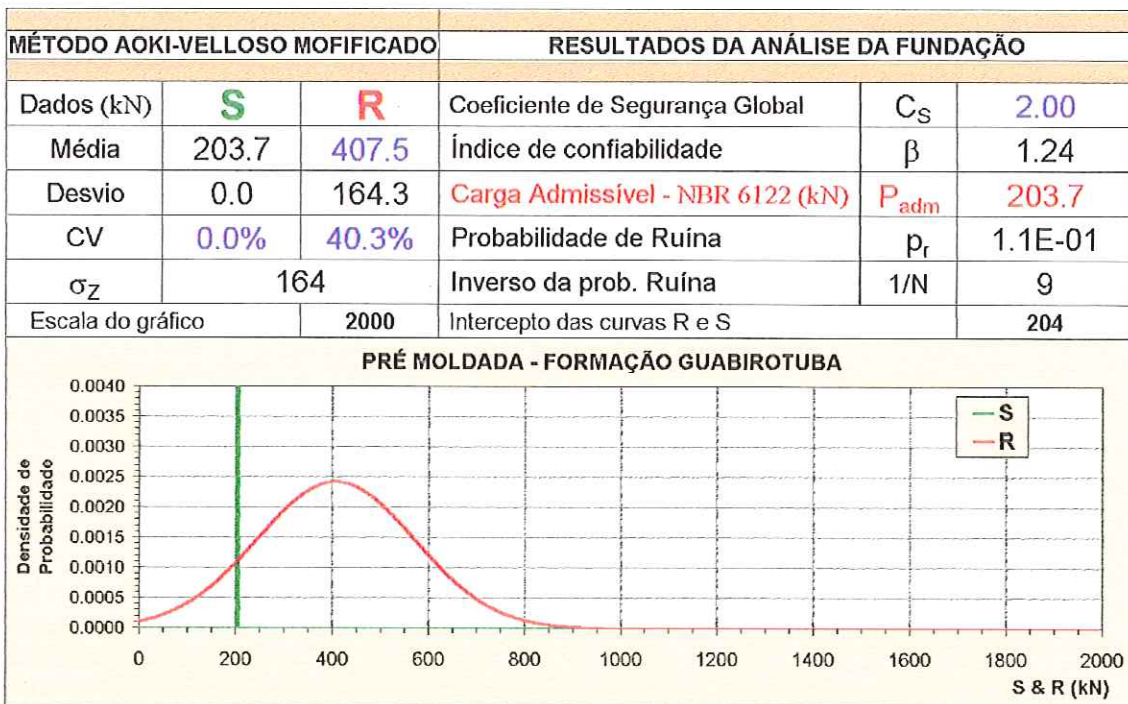


Figura 31. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$.
- Método Aoki-Velloso Modificado para todas as estacas com $D = 0.25\text{m}$.

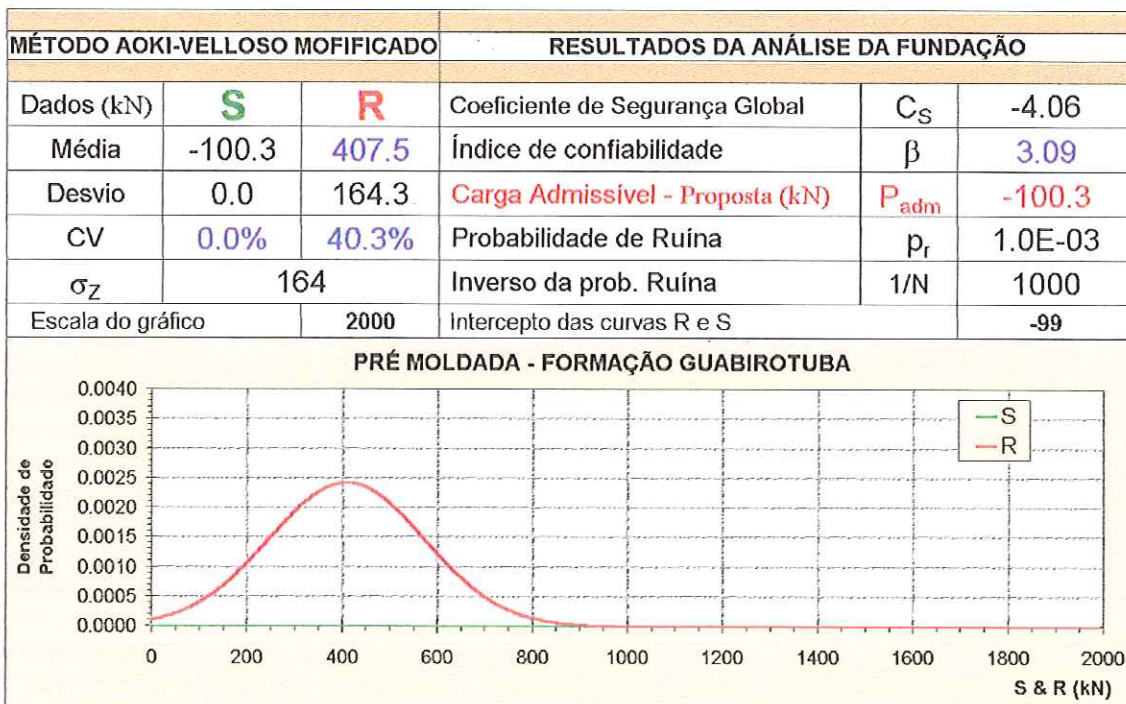


Figura 32. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$.
- Método Aoki-Velloso Modificado para todas as estacas com $D = 0.25\text{m}$.

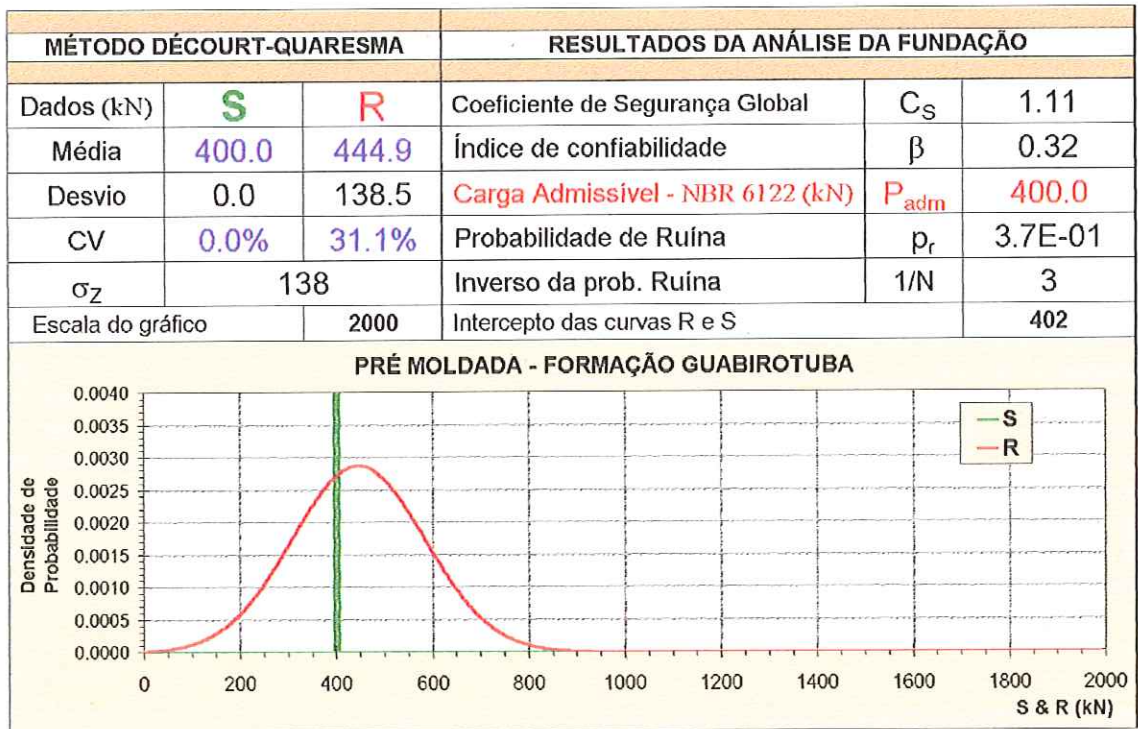


Figura 33. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 - Método Décourt-Quaresma para todas as estacas com D = 0.25m.

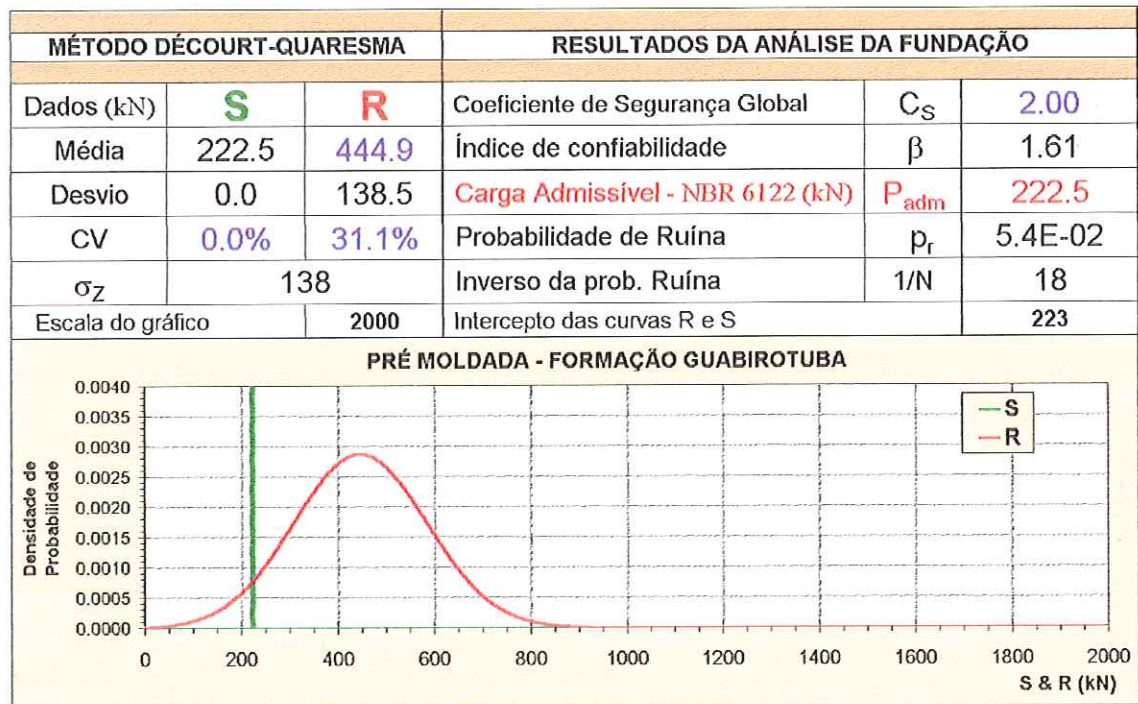


Figura 34. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$ - Método Décourt-Quaresma para todas as estacas com D = 0.25m.

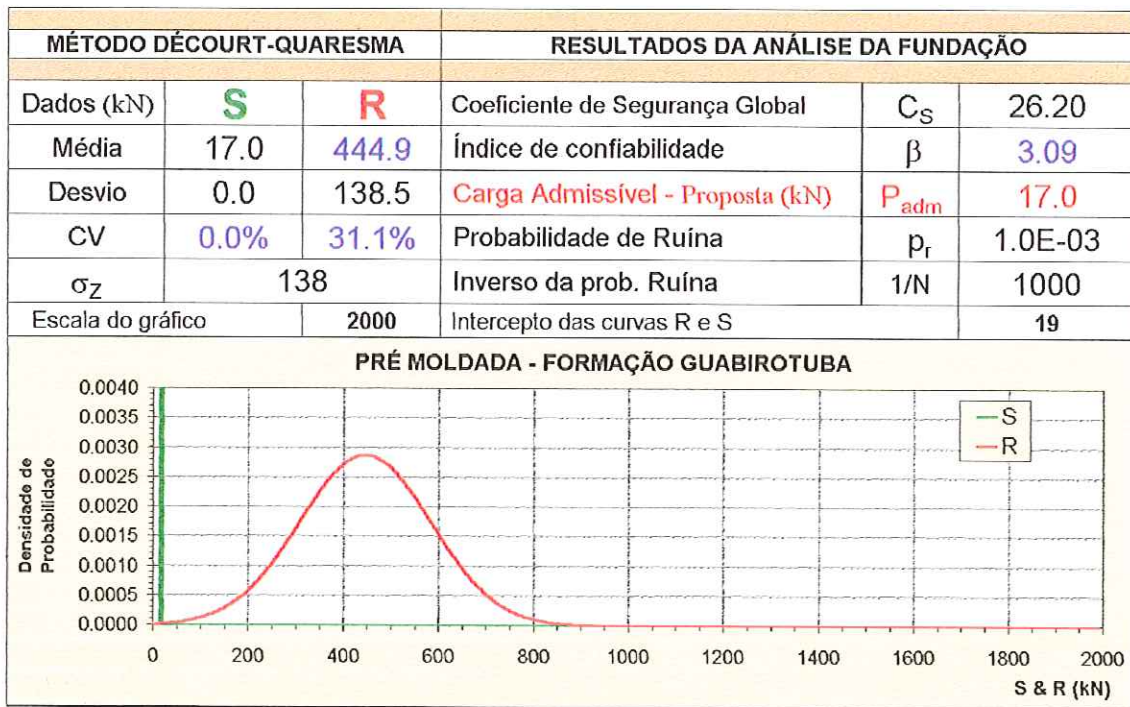


Figura 35. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$
- Método Décourt-Quaresma para todas as estacas com $D = 0.25m$.

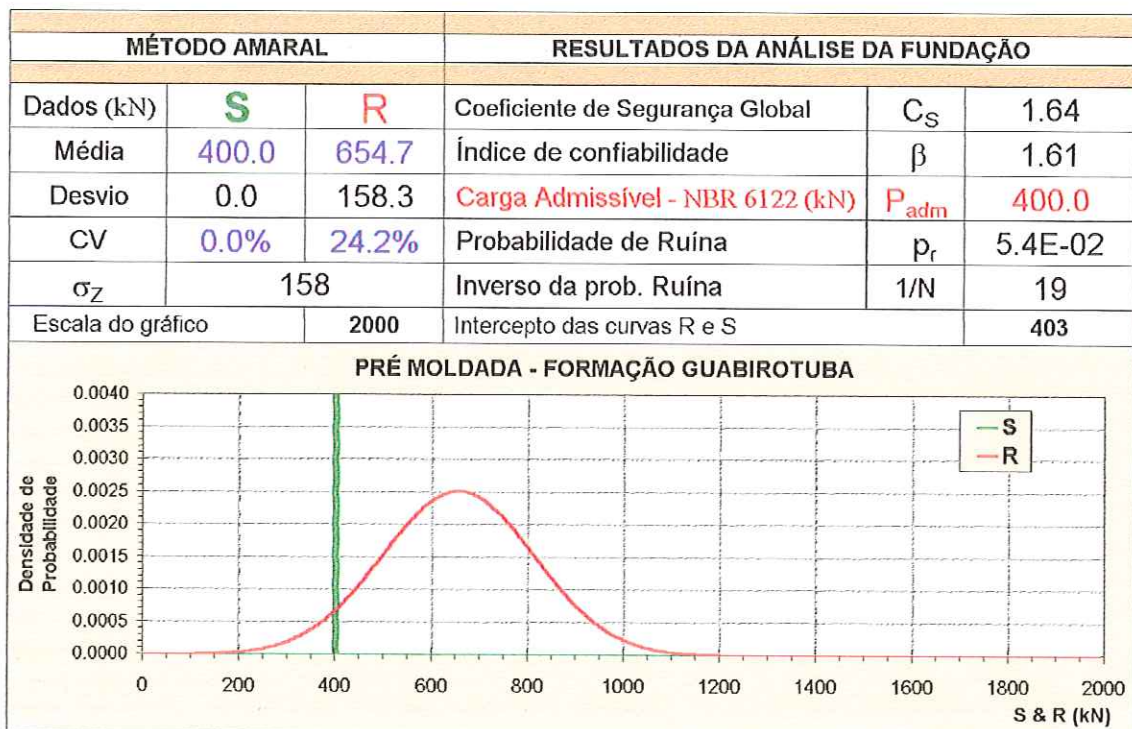


Figura 36. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996
- Método Amaral para todas as estacas com $D = 0.25m$.

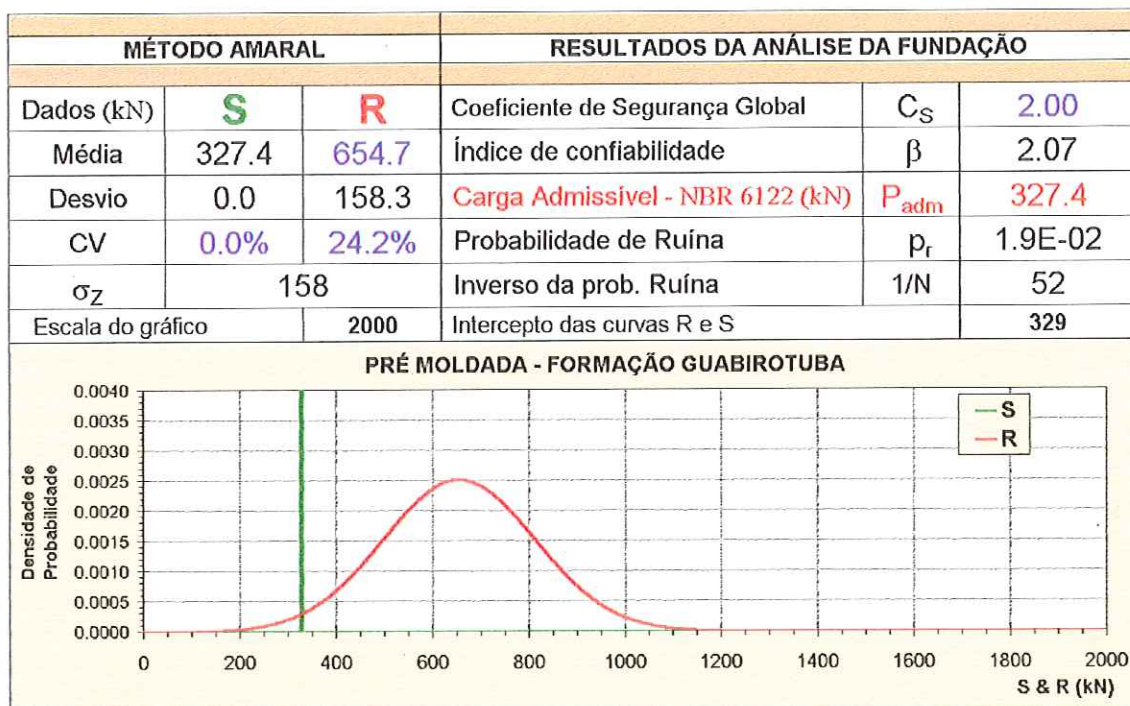


Figura 37. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$
 - Método Amaral para todas as estacas com $D = 0.25m$.

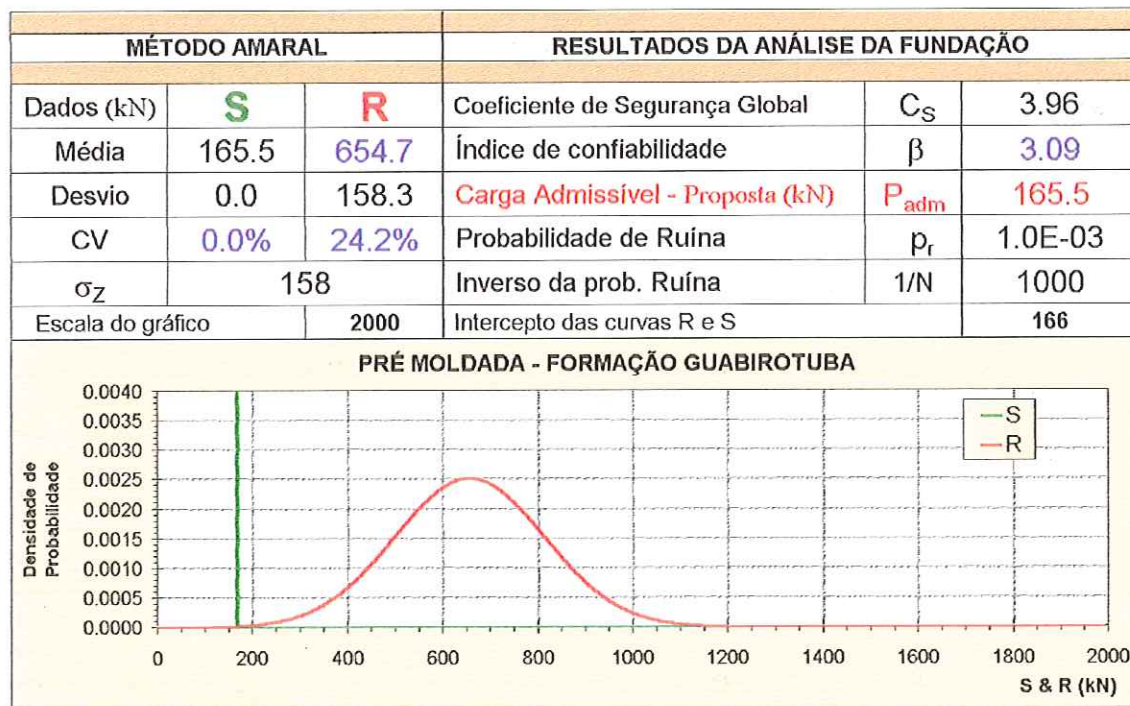


Figura 38. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$
 - Método Amaral para todas as estacas com $D = 0.25m$.

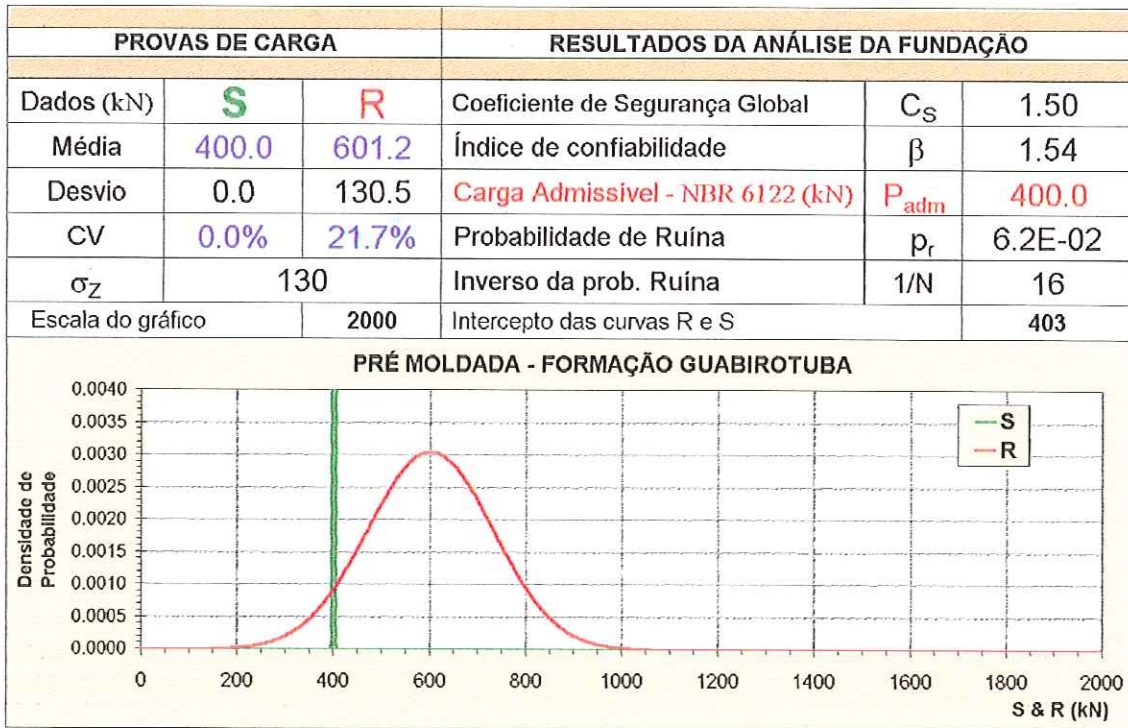


Figura 39. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996
 - Prova de Carga para todas as estacas com D = 0.25m.

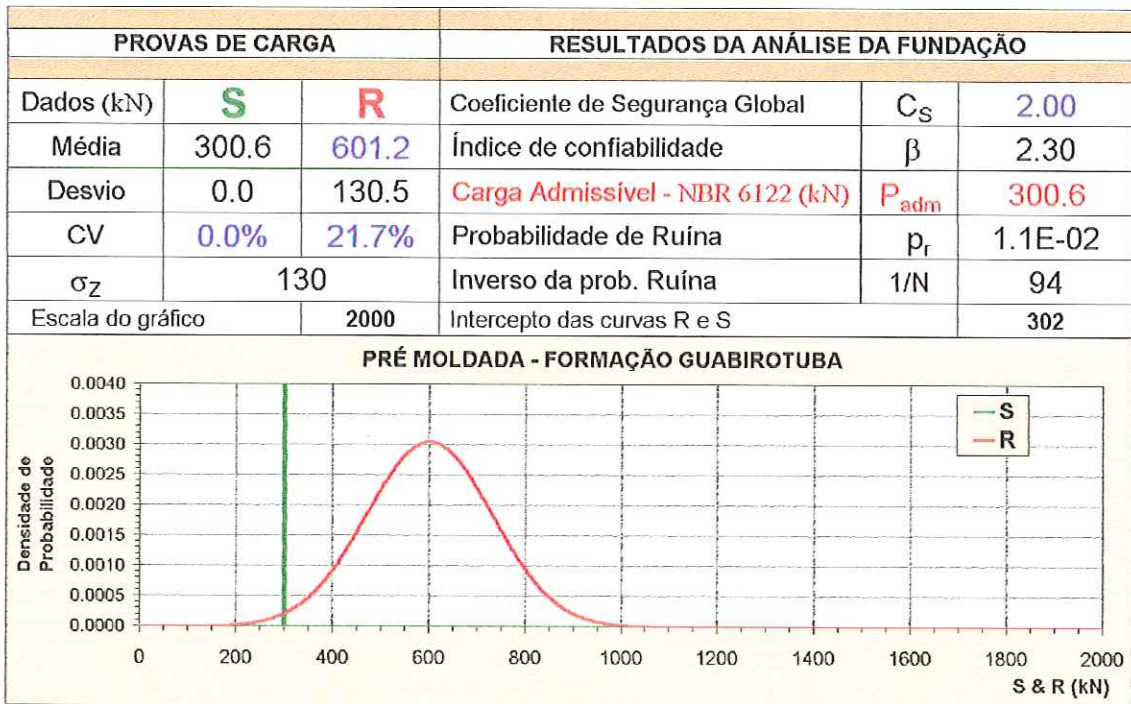


Figura 40. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$
 - Prova de Carga para todas as estacas com D = 0.25m.

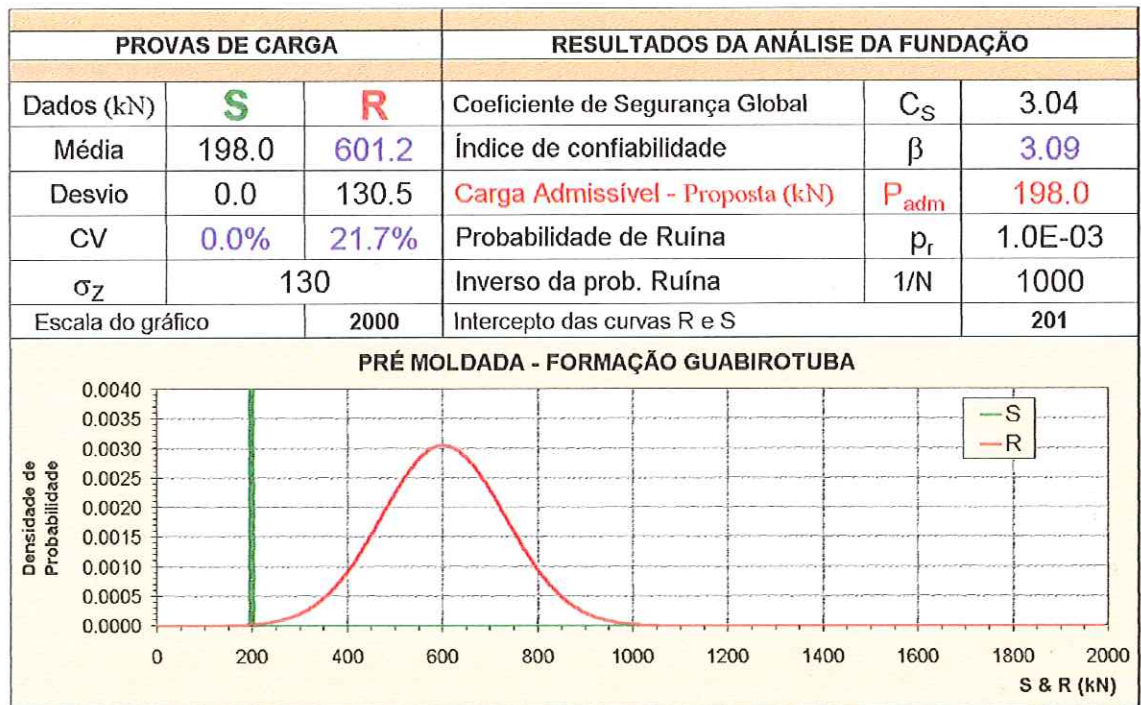


Figura 41. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$
 - Prova de Carga para todas as estacas com $D = 0.25m$.

Tabela 19. Estatísticas das Solicitações e Resistências (reais) para as estacas com $D = 0.25m$ que podem ser utilizadas.

Estacas	D (m)	Área (m ²)	Resistência (medida em Prova de Carga)		Solicitação	
			R (kN)	Tensão (kPa)	S (kN)	Tensão (kPa)
3	0.25	0.049	516.0	10512.2	400.0	8148.7
10	0.25	0.049	739.0	15055.2	400.0	8148.7
15	0.25	0.049	501.0	10206.6	400.0	8148.7
20	0.25	0.049	541.0	11021.5	400.0	8148.7
21	0.25	0.049	450.0	9167.6	400.0	8148.7
Média (kN., kPa)			549.4	11192.6	400.0	8148.7
Desvio (kN, kPa)			111.1	2263.0	0.0	0.0
CV (%)			20.2%		0.0%	

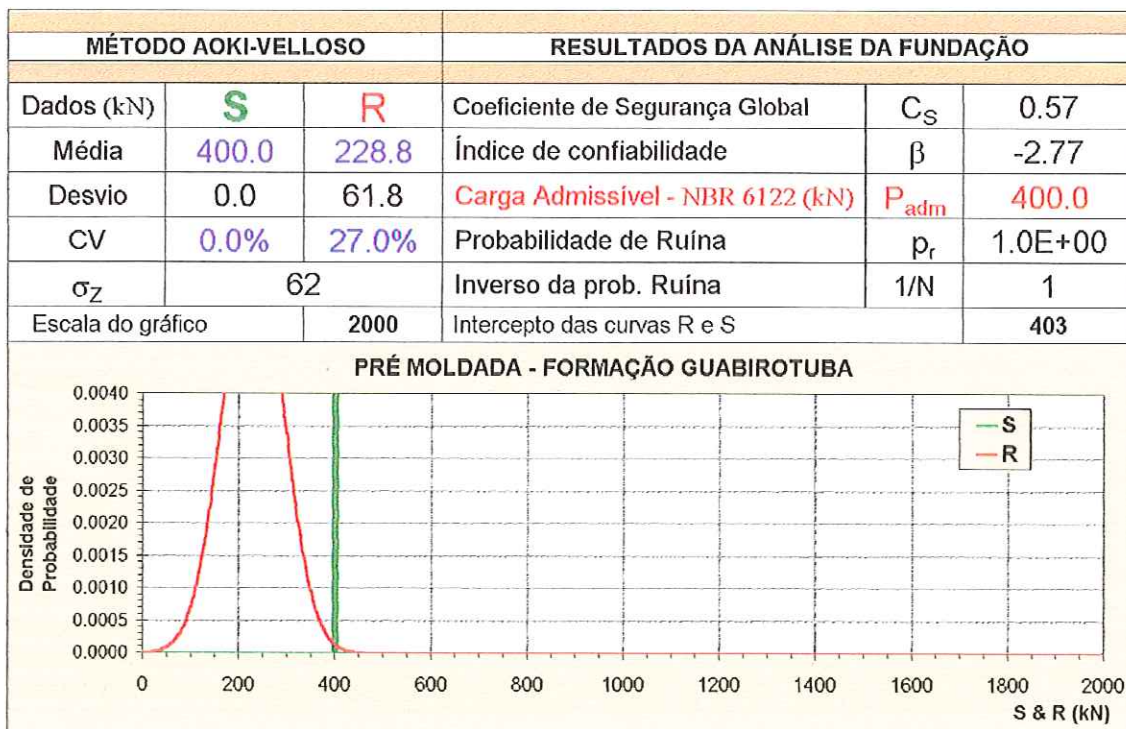


Figura 42. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996
- Método Aoki-Velloso para as estacas com $D = 0.25\text{m}$ que podem ser utilizadas.

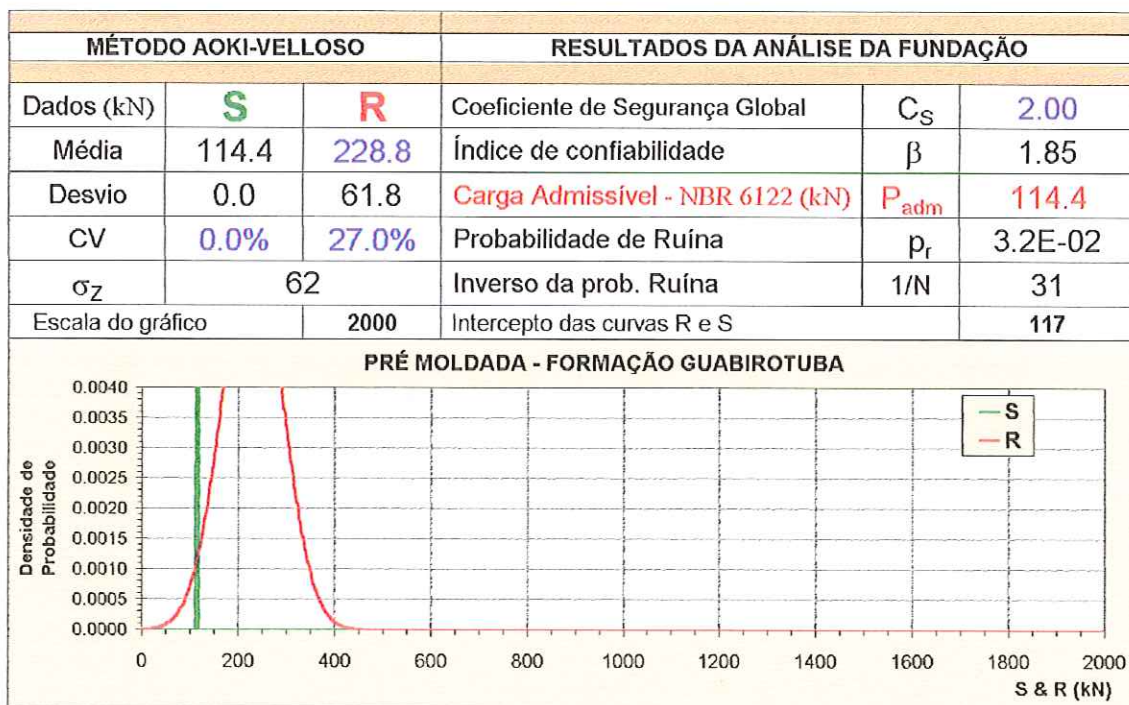


Figura 43. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$
- Método Aoki-Velloso para as estacas com $D = 0.25\text{m}$ que podem ser utilizadas.

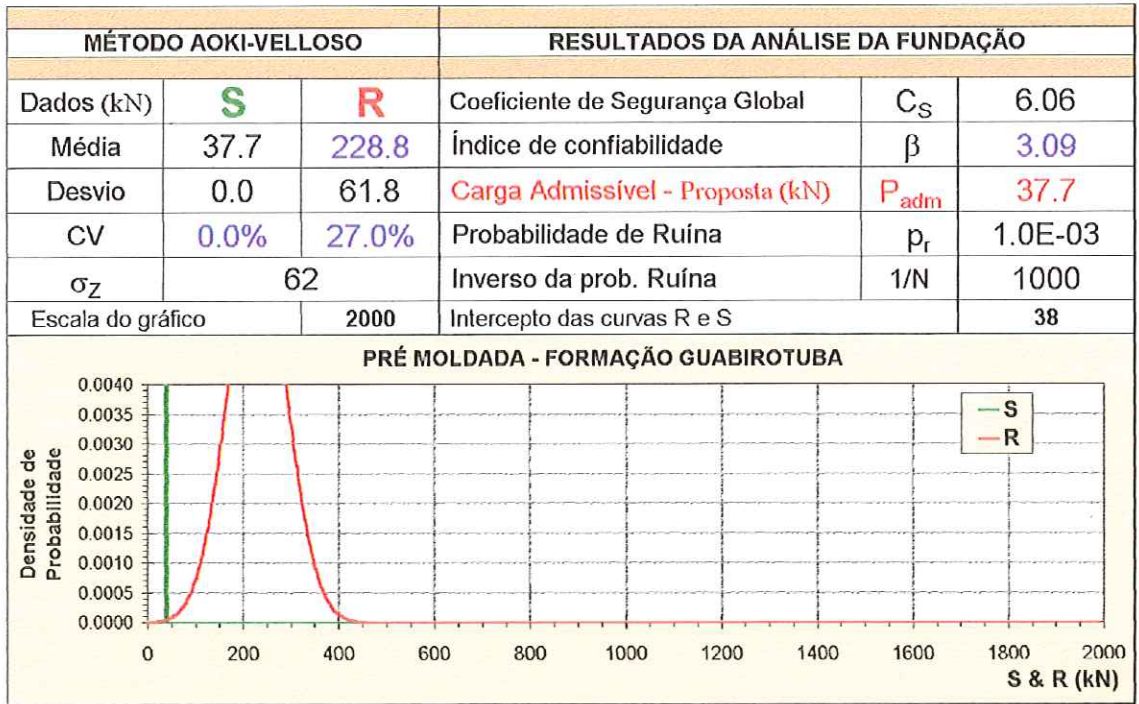


Figura 44. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$
 - Método Aoki-Velloso para as estacas com $D = 0.25m$ que podem ser utilizadas.

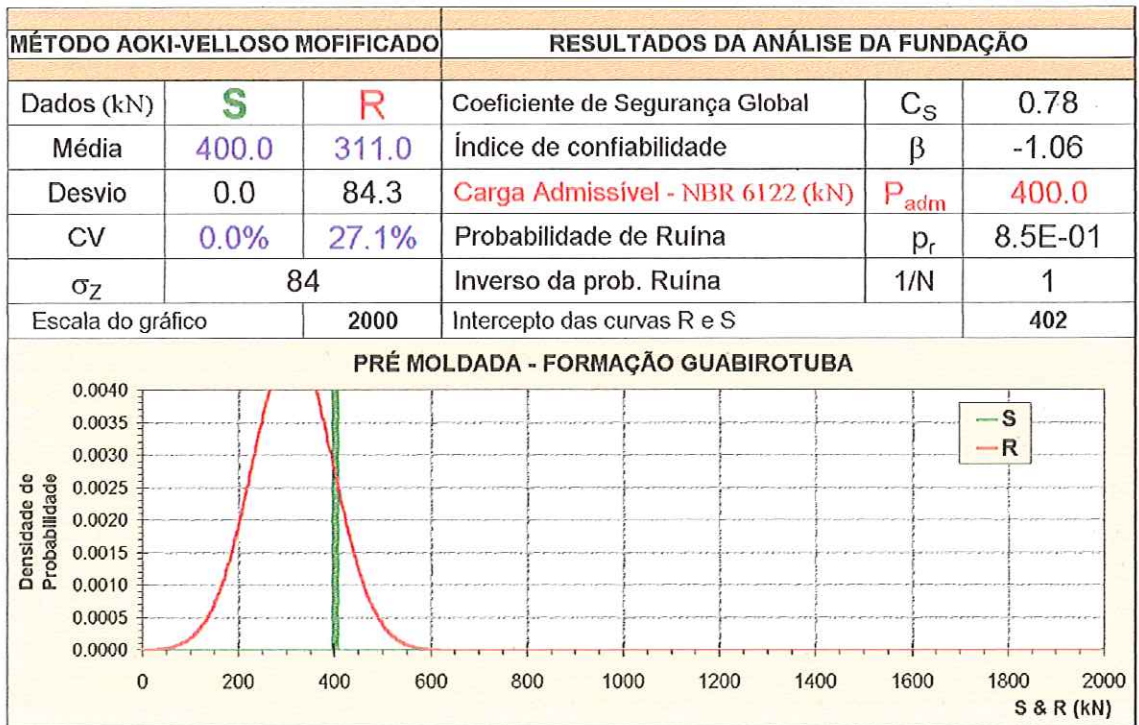


Figura 45. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996
 - Método Aoki-Velloso Modificado para as estacas com $D = 0.25m$ que podem ser utilizadas.

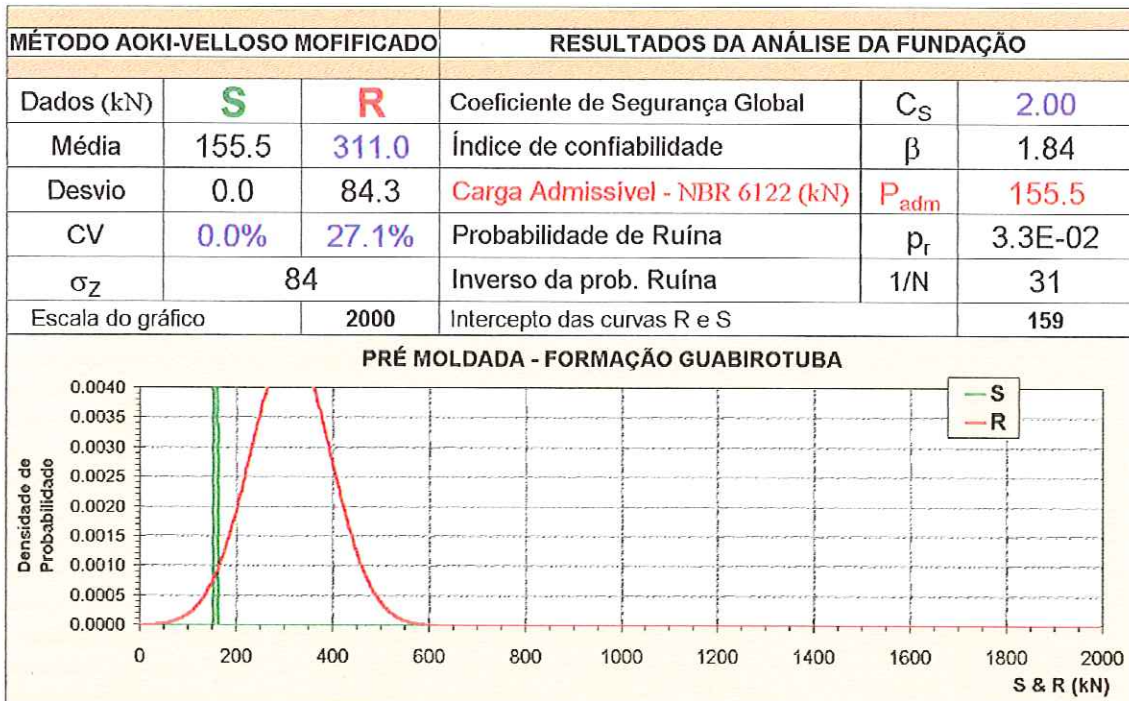


Figura 46. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$
- Método Aoki-Velloso Modificado para as estacas com $D = 0.25\text{m}$ que podem ser utilizadas.

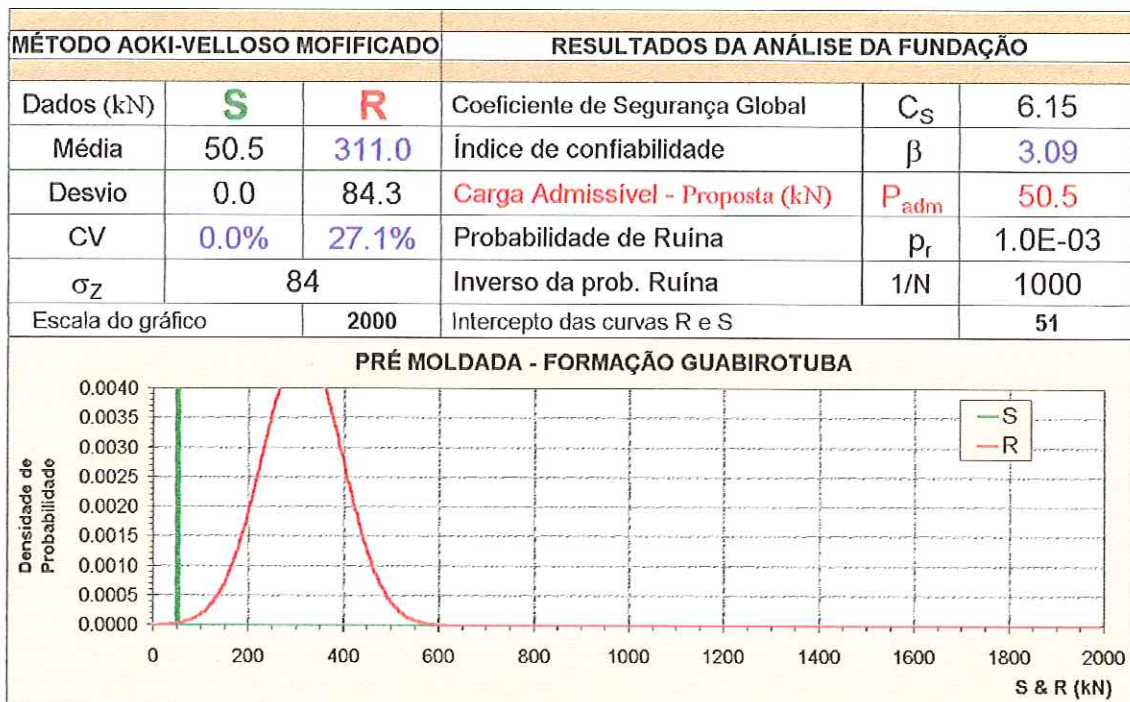


Figura 47. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$
- Método Aoki-Velloso Modificado para as estacas com $D = 0.25\text{m}$ que podem ser utilizadas.

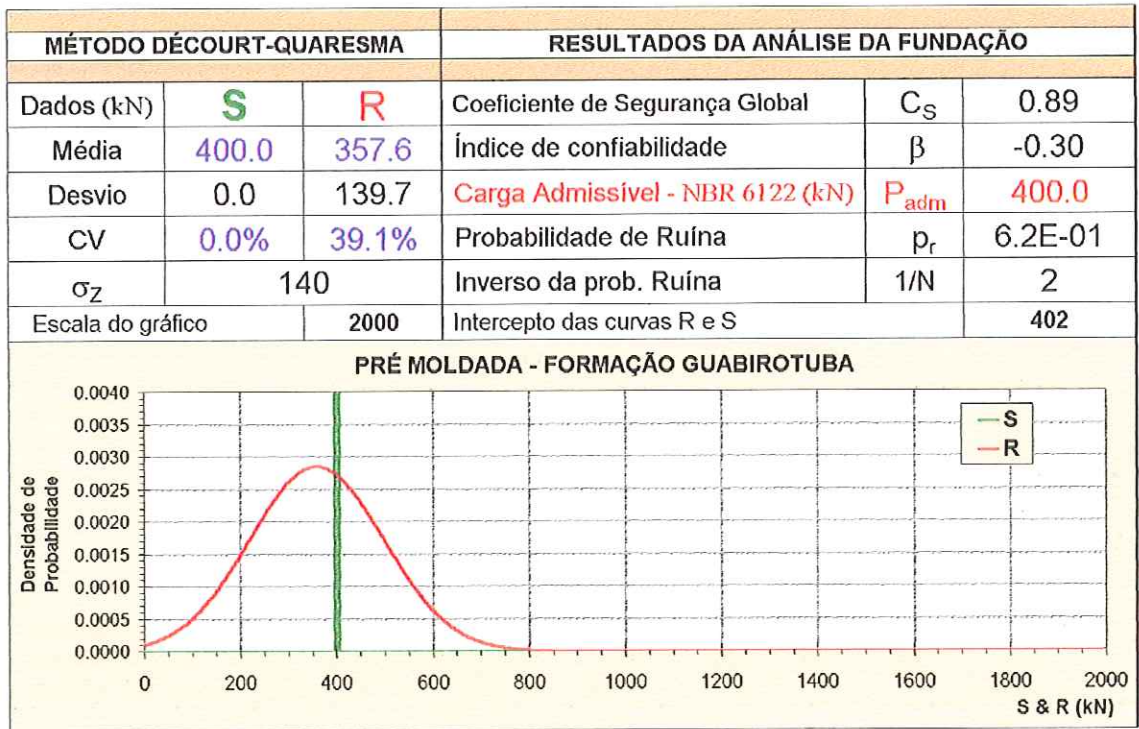


Figura 48. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996
 - Método Décourt-Quaresma para as estacas com $D = 0.25m$ que podem ser utilizadas.

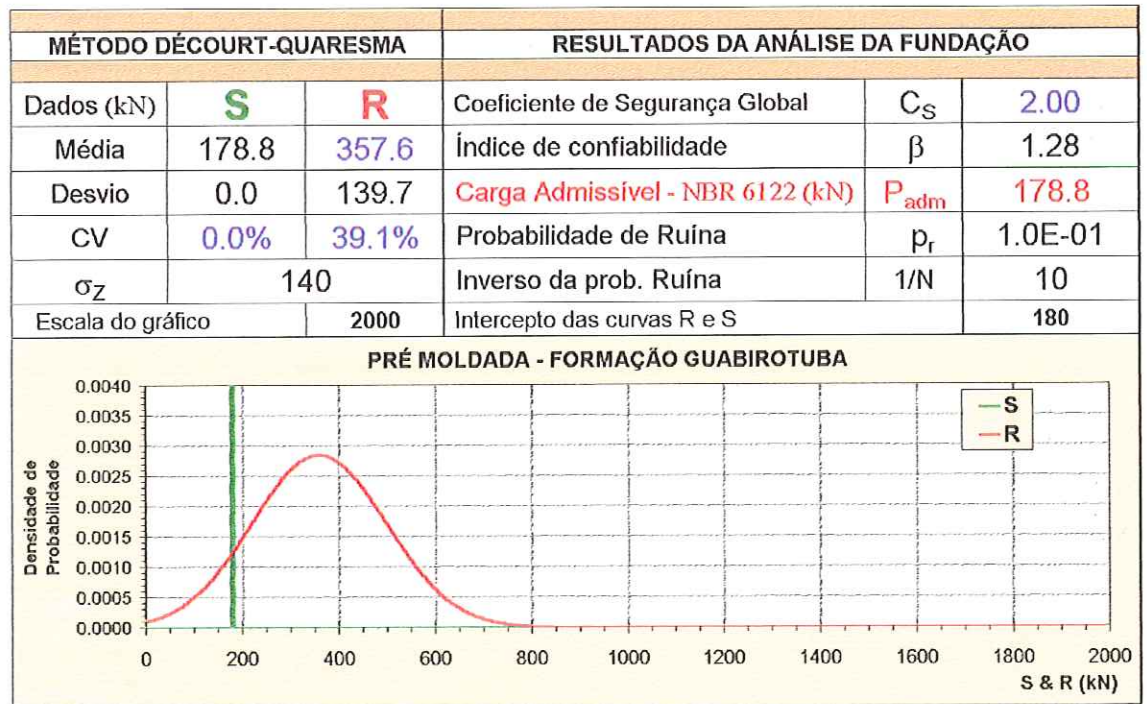


Figura 49. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$
 - Método Décourt-Quaresma para as estacas com $D = 0.25m$ que podem ser utilizadas.

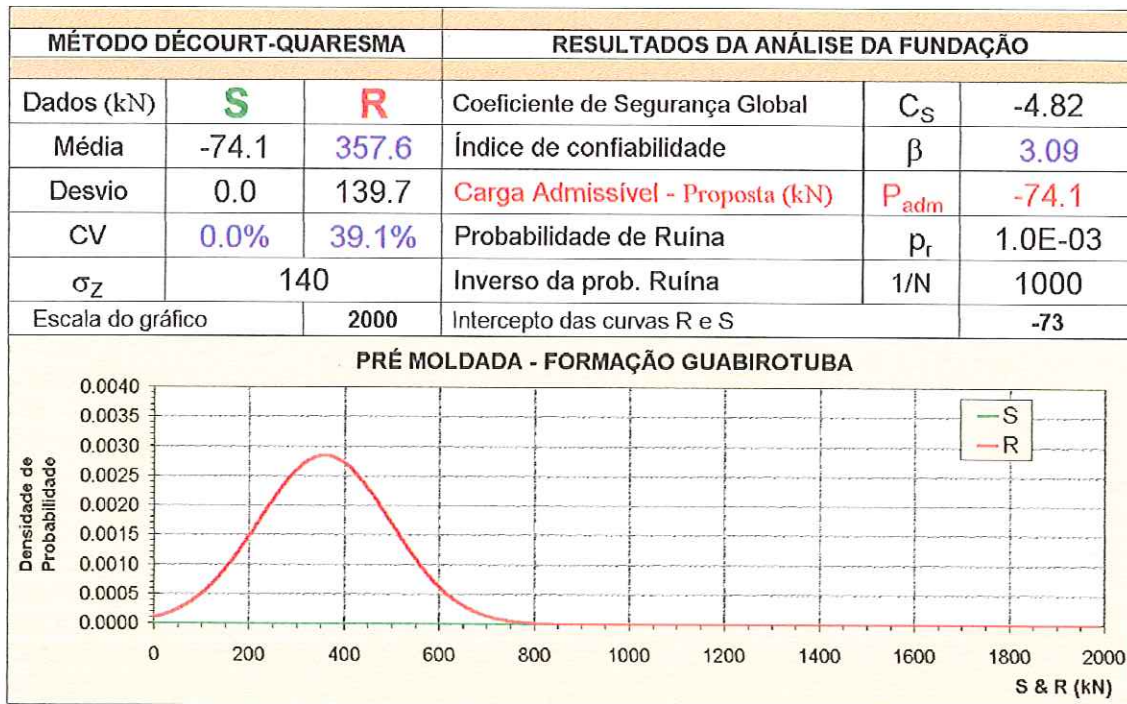


Figura 50. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$
 - Método Décourt-Quaresma para as estacas com $D = 0.25\text{m}$ que podem ser utilizadas.

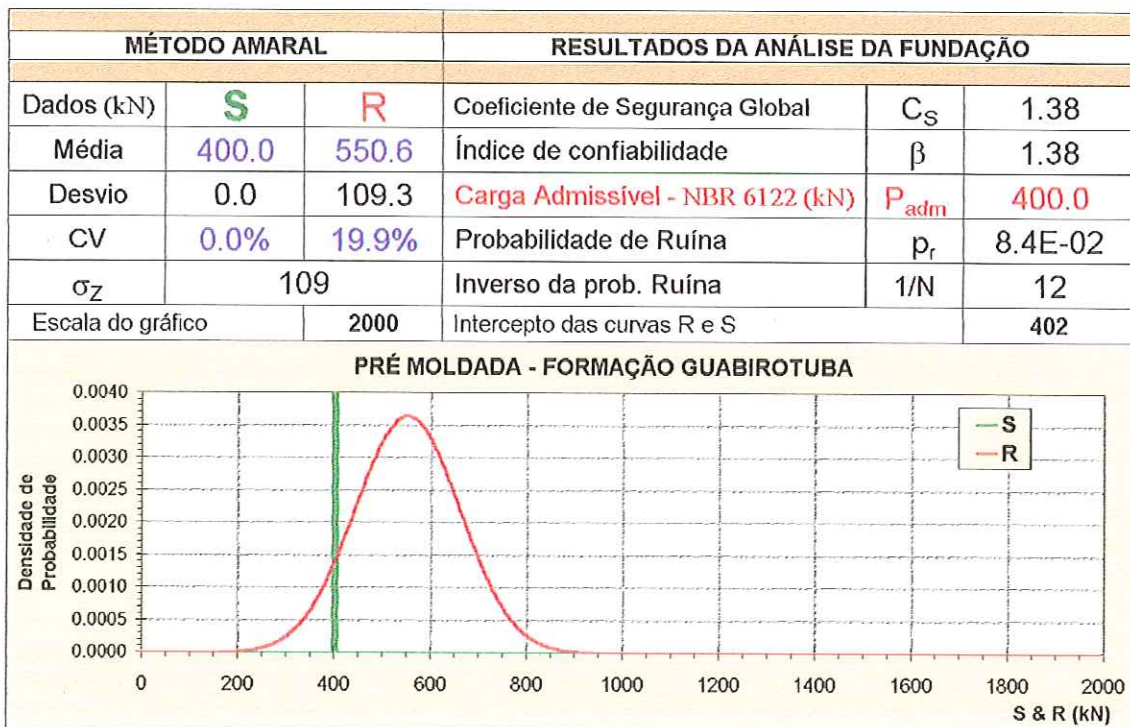


Figura 51. Análise I - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996
 - Método Amaral para as estacas com $D = 0.25\text{m}$ que podem ser utilizadas.

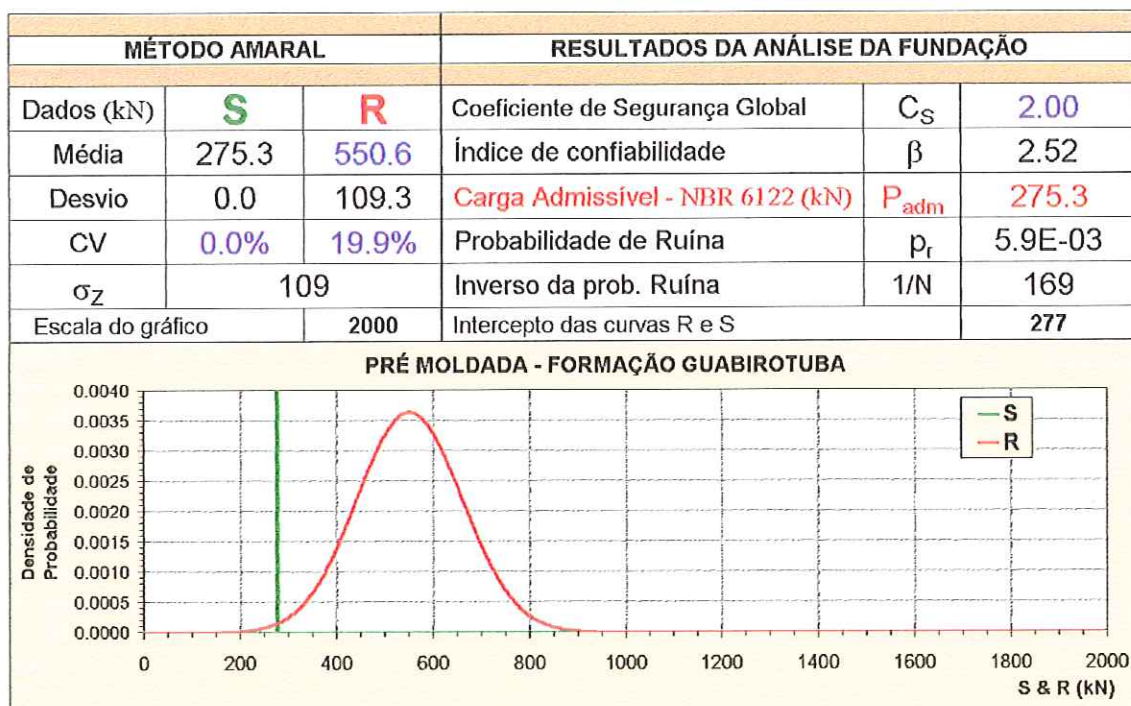


Figura 52. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$
 - Método Amaral para as estacas com $D = 0.25m$ que podem ser utilizadas.

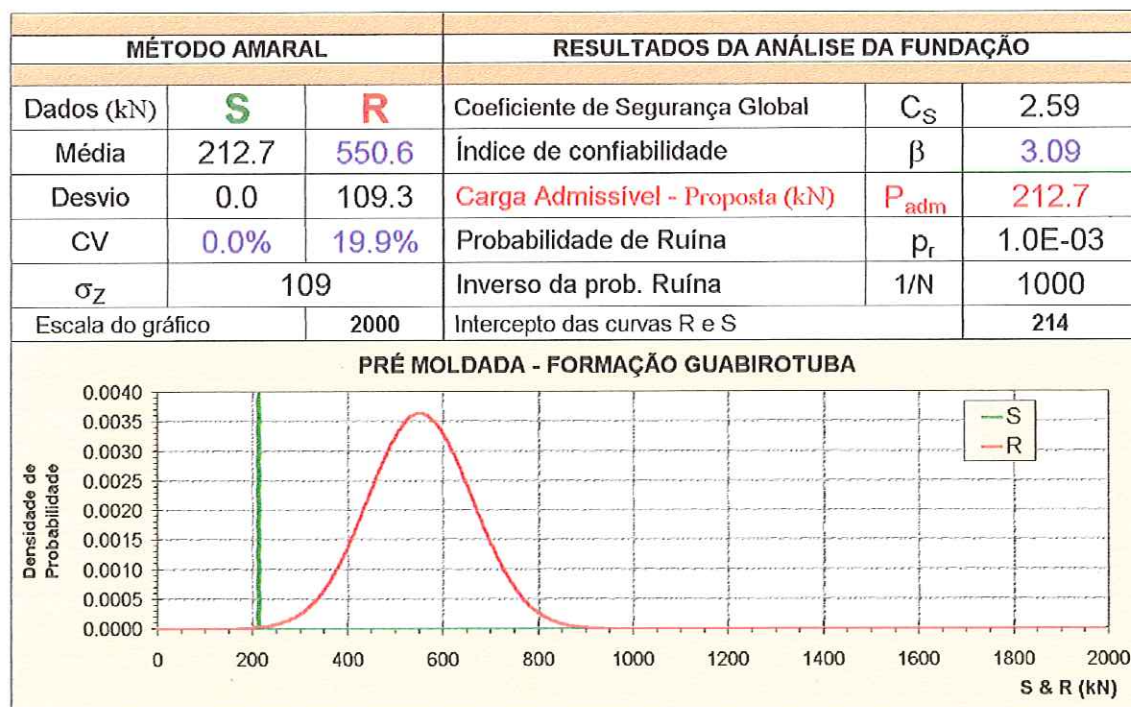


Figura 53. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$
 - Método Amaral para as estacas com $D = 0.25m$ que podem ser utilizadas.

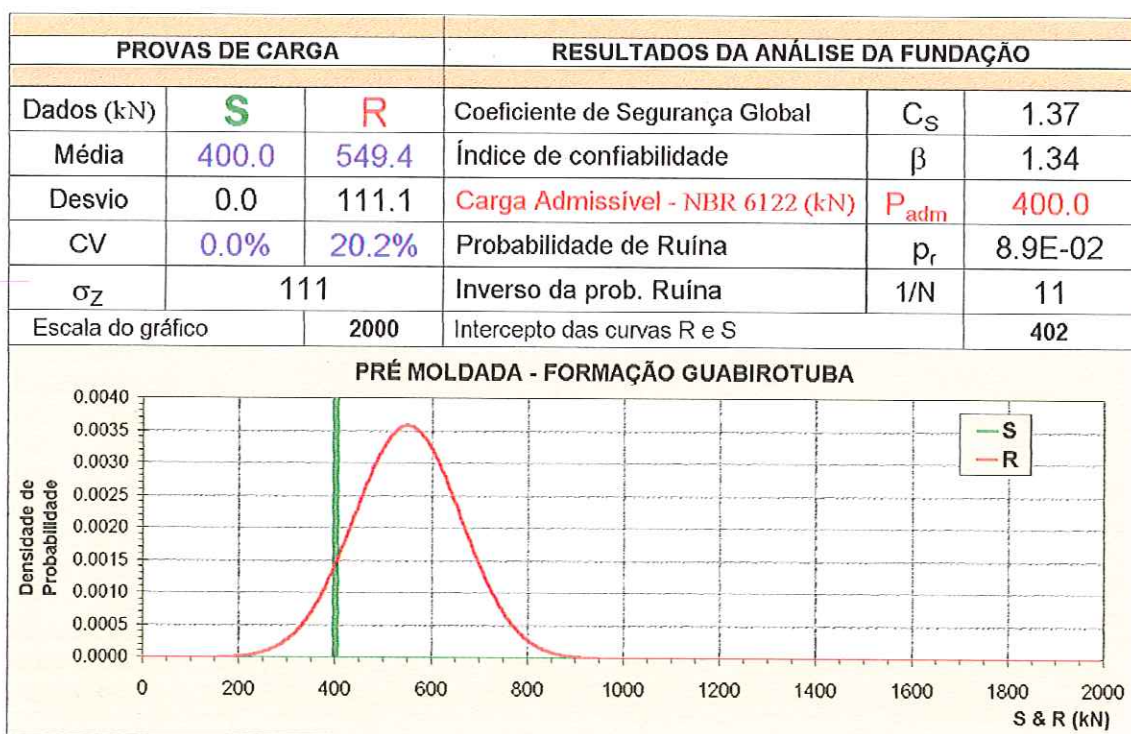


Figura 54. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996
- Prova de Carga para as estacas com $D = 0.25\text{m}$ que podem ser utilizadas.

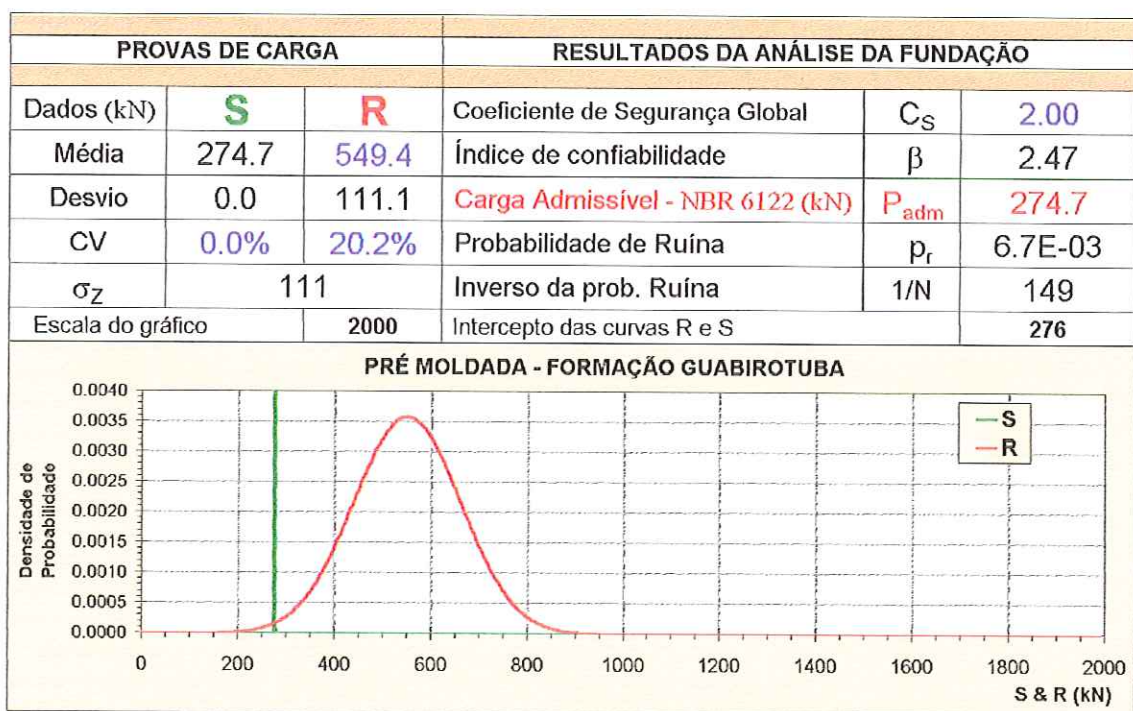


Figura 55. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$
- Prova de Carga para as estacas com $D = 0.25\text{m}$ que podem ser utilizadas.

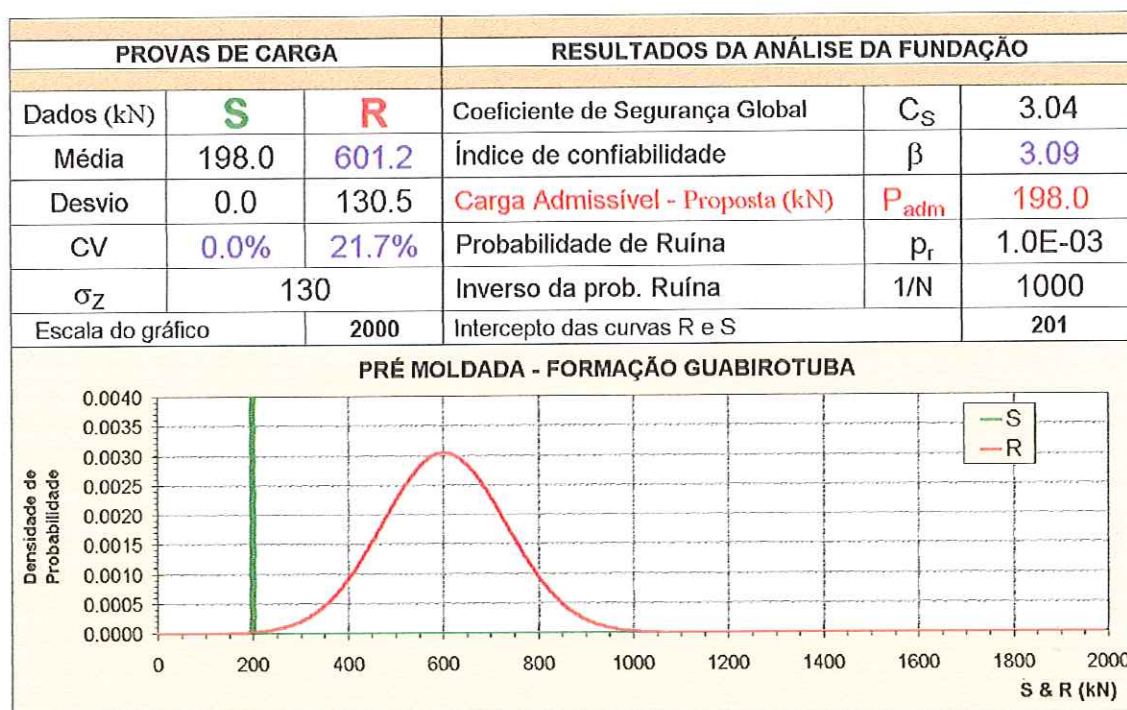


Figura 56. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$
 - Prova de Carga para as estacas com $D = 0.25m$ que podem ser utilizadas.

Tabela 20. Resumo geral – para todas as estacas.

Análises	Métodos	Resistência			Solicitação			CS	β	Pr	1 / Pr	P _{0,95} (kPa)
		Média (kPa)	Desvio (kPa)	CV (%)	Média (kPa)	Desvio (kPa)	CV (%)					
Análise 1	Aoki-Velloso	6663.9	2397.1	36.0%	8064.2	204.4	2.5%	0.8	-0.58	0.71973	1	8064.2
	Aoki-Velloso Modif.	8751.5	3332.3	38.1%	8064.2	204.4	2.5%	1.1	0.21	0.41844	2	8064.2
	Décourt-Quaresma	9762.8	2739.3	28.1%	8064.2	204.4	2.5%	1.2	0.62	0.26817	4	8064.2
	Amaral	13346.2	3144.6	23.6%	8064.2	204.4	2.5%	1.7	1.68	0.04685	21	8064.2
	Prova de Carga	11483.1	2249.6	19.6%	8064.2	204.4	2.5%	1.4	1.51	0.06507	15	8064.2
Análise 2	Aoki-Velloso	6663.9	2397.1	36.0%	3332.0	84.5	2.5%	2.0	1.39	0.08240	12	3332.0
	Aoki-Velloso Modif.	8751.5	3332.3	38.1%	4375.8	110.9	2.5%	2.0	1.31	0.09469	11	4375.8
	Décourt-Quaresma	9762.8	2739.3	28.1%	4881.4	123.7	2.5%	2.0	1.78	0.03753	27	4881.4
	Amaral	13346.2	3144.6	23.6%	6673.1	169.1	2.5%	2.0	2.12	0.01704	59	6673.1
	Prova de Carga	11483.1	2249.6	19.6%	5741.6	145.5	2.5%	2.0	2.55	0.00543	184	5741.6
Análise 3	Aoki-Velloso	6663.9	2397.1	36.0%	-744.3	18.8	-2.5%	-9.0	3.09	0.00100	1000	-744.3
	Aoki-Velloso Modif.	8751.5	3332.3	38.1%	-1547.2	39.2	-2.5%	-5.7	3.09	0.00100	1000	-1547.2
	Décourt-Quaresma	9762.8	2739.3	28.1%	1296.5	32.9	2.5%	7.5	3.09	0.00100	1000	1296.5
	Amaral	13346.2	3144.6	23.6%	3623.9	91.8	2.5%	3.7	3.09	0.00100	1000	3623.9
	Prova de Carga	11483.1	2249.6	19.6%	4521.9	114.6	2.5%	2.5	3.09	0.00100	1000	4521.9

Tabela 21. Resumo geral – para todas as estacas com D = 0.25m.

Análises	Métodos	Resistência			Solicitação			CS	β	Pr	1 / Pr	P _{0,95} (kN)
		Média (kN)	Desvio (kN)	CV (%)	Média (kN)	Desvio (kN)	CV (%)					
Análise 1	Aoki-Velloso	288.5	97.9	33.9%	400.0	0.0	0.0%	0.7	-1.14	0.87284	1	400.0
	Aoki-Velloso Modif.	407.5	164.3	40.3%	400.0	0.0	0.0%	1.0	0.05	0.48191	2	400.0
	Décourt-Quaresma	444.9	138.5	31.1%	400.0	0.0	0.0%	1.1	0.32	0.37285	3	400.0
	Amaral	654.7	158.3	24.2%	400.0	0.0	0.0%	1.6	1.61	0.05382	19	400.0
	Prova de Carga	601.2	130.5	21.7%	400.0	0.0	0.0%	1.5	1.54	0.06153	16	400.0
Análise 2	Aoki-Velloso	288.5	97.9	33.9%	144.2	0.0	0.0%	2.0	1.47	0.07026	14	144.2
	Aoki-Velloso Modif.	407.5	164.3	40.3%	203.7	0.0	0.0%	2.0	1.24	0.10749	9	203.7
	Décourt-Quaresma	444.9	138.5	31.1%	222.5	0.0	0.0%	2.0	1.61	0.05408	18	222.5
	Amaral	654.7	158.3	24.2%	327.4	0.0	0.0%	2.0	2.07	0.01933	52	327.4
	Prova de Carga	601.2	130.5	21.7%	300.6	0.0	0.0%	2.0	2.30	0.01061	94	300.6
Análise 3	Aoki-Velloso	288.5	97.9	33.9%	-14.0	0.0	0.0%	-20.7	3.09	0.00100	1000	-14.0
	Aoki-Velloso Modif.	407.5	164.3	40.3%	-100.3	0.0	0.0%	-4.1	3.09	0.00100	1000	-100.3
	Décourt-Quaresma	444.9	138.5	31.1%	17.0	0.0	0.0%	26.2	3.09	0.00100	1000	17.0
	Amaral	654.7	158.3	24.2%	165.5	0.0	0.0%	4.0	3.09	0.00100	1000	165.5
	Prova de Carga	601.2	130.5	21.7%	198.0	0.0	0.0%	3.0	3.09	0.00100	1000	198.0

Tabela 22. Resumo geral – para todas as estacas com D = 0.25m que podem ser utilizadas.

Análises	Métodos	Resistência			Solicitação			CS	β	Pr	1 / Pr	P _{0,95} (kN)
		Média (kN)	Desvio (kN)	CV (%)	Média (kN)	Desvio (kN)	CV (%)					
Análise 1	Aoki-Velloso	228.8	61.8	27.0%	400.0	0.0	0.0%	0.6	-2.77	0.99719	1	400.0
	Aoki-Velloso Modif.	311.0	84.3	27.1%	400.0	0.0	0.0%	0.8	-1.06	0.85450	1	400.0
	Décourt-Quaresma	357.6	139.7	39.1%	400.0	0.0	0.0%	0.9	-0.30	0.61925	2	400.0
	Amaral	550.6	109.3	19.9%	400.0	0.0	0.0%	1.4	1.38	0.08422	12	400.0
	Prova de Carga	549.4	111.1	20.2%	400.0	0.0	0.0%	1.4	1.34	0.08933	11	400.0
Análise 2	Aoki-Velloso	228.8	61.8	27.0%	114.4	0.0	0.0%	2.0	1.85	0.03214	31	114.4
	Aoki-Velloso Modif.	311.0	84.3	27.1%	155.5	0.0	0.0%	2.0	1.84	0.03253	31	155.5
	Décourt-Quaresma	357.6	139.7	39.1%	178.8	0.0	0.0%	2.0	1.28	0.10029	10	178.8
	Amaral	550.6	109.3	19.9%	275.3	0.0	0.0%	2.0	2.52	0.00591	169	275.3
	Prova de Carga	549.4	111.1	20.2%	274.7	0.0	0.0%	2.0	2.47	0.00670	149	274.7
Análise 3	Aoki-Velloso	228.8	61.8	27.0%	37.7	0.0	0.0%	6.1	3.09	0.00100	1000	37.7
	Aoki-Velloso Modif.	311.0	84.3	27.1%	50.5	0.0	0.0%	6.2	3.09	0.00100	1000	50.5
	Décourt-Quaresma	357.6	139.7	39.1%	-74.1	0.0	0.0%	-4.8	3.09	0.00100	1000	-74.1
	Amaral	550.6	109.3	19.9%	212.7	0.0	0.0%	2.6	3.09	0.00100	1000	212.7
	Prova de Carga	549.4	111.1	20.2%	198.0	0.0	0.0%	3.0	3.09	0.00100	1000	198.0

APÊNDICE **C**

FUNDAÇÕES EM ESTACAS PRÉ-MOLDADAS CENTRIFUGADAS

Tabela 1. Provas de carga à compressão publicadas.

Estaca	Local	Estaca			Admissível estrutural (kN)	Carga Máxima (kN)	P _{rup} (Van der Veen) (kN)
		D (m)	E (m)	L (m)			
1	CUBATÃO	0.26	0.06	18.90	400.0	700.0	1190.0
2	CUBATÃO	0.26	0.06	21.12	400.0	960.0	1050.0
3	SUMARÉ	0.26	0.06	10.50	400.0	450.0	1110.0
4	SUMARÉ	0.26	0.06	11.20	400.0	450.0	1950.0
5	JAGUARÉ	0.26	0.06	9.25	400.0	600.0	1230.0
6	VIA ANHANGUERA	0.26	0.06	3.30	400.0	600.0	1610.0
7	CUBATÃO	0.33	0.07	21.10	600.0	1000.0	1900.0
8	SANTOS	0.33	0.07	39.90	600.0	800.0	1150.0
9	VIA ANHANGUERA	0.33	0.07	9.90	600.0	600.0	900.0
10	SÃO BERNARDO DO CAMPO	0.33	0.07	11.50	600.0	720.0	1120.0
11	SANTA CRUZ	0.33	0.07	23.00	600.0	900.0	1260.0
12	SÃO SEBASTIÃO	0.42	0.08	21.35	900.0	1950.0	2340.0
13	VOLTA REDONDA	0.42	0.08	12.00	900.0	1350.0	2650.0
14	SÃO CAETANO DO SUL	0.42	0.08	9.70	900.0	1350.0	2620.0
15	DUQUE DE CAXIAS	0.42	0.08	21.10	900.0	1050.0	5890.0
16	SUMARÉ	0.42	0.08	14.97	900.0	980.0	2030.0
17	SANTA CRUZ	0.42	0.08	23.15	900.0	1350.0	1920.0
18	CAJU	0.50	0.09	23.00	1300.0	1915.0	3210.0
19	SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	0.50	0.09	21.80	1300.0	1500.0	5030.0
20	ANGRA DOS REIS	0.50	0.09	18.00	1300.0	2000.0	2950.0
21	ANGRA DOS REIS	0.50	0.09	15.40	1300.0	2140.0	2800.0
22	ANGRA DOS REIS	0.50	0.09	13.10	1300.0	2200.0	3170.0
23	DUQUE DE CAXIAS	0.50	0.09	15.80	1300.0	1560.0	2440.0
24	SANTOS	0.50	0.09	26.50	1300.0	1800.0	2690.0
25	SANTOS	0.60	0.10	34.00	1700.0	1800.0	2730.0
26	SANTOS	0.60	0.10	34.00	1700.0	1800.0	2780.0
27	IPATINGA	0.60	0.10	14.00	1700.0	1950.0	3310.0
28	SANTA CRUZ	0.60	0.10	29.50	1700.0	1950.0	5100.0
29	SANTA CRUZ	0.60	0.10	27.40	1700.0	1950.0	3270.0
30	SANTA CRUZ	0.60	0.10	38.85	1700.0	1950.0	10980.0
31	SANTA CRUZ	0.60	0.10	28.75	1700.0	1950.0	6700.0
32	BARUERI	0.60	0.10	26.40	1700.0	2100.0	2930.0
33	BARUERI	0.60	0.10	19.90	1700.0	2100.0	3950.0
34	BARUERI	0.70	0.11	16.50	2300.0	2100.0	3080.0
35	BARUERI	0.50	0.09	20.20	1300.0	2100.0	2680.0
36	BARUERI	0.50	0.09	9.40	1300.0	2100.0	3260.0
37	BARUERI	0.50	0.09	18.70	1300.0	2100.0	4310.0
38	SÃO CAETANO DO SUL	0.50	0.09	28.40	1300.0	1950.0	2730.0
39	BARCARENA	0.50	0.09	11.70	1300.0	2600.0	3580.0
40	BARCARENA	0.50	0.09	17.75	1300.0	1950.0	elástico
41	BARCARENA	0.50	0.09	12.95	1300.0	1950.0	2370.0
42	BARCARENA	0.60	0.10	18.20	1700.0	2600.0	elástico
43	BETIM	0.60	0.10	9.30	1700.0	2550.0	7650.0
44	SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	0.60	0.10	21.40	1700.0	2920.0	4100.0
45	DUQUE DE CAXIAS	0.60	0.10	29.80	1700.0	2660.0	7180.0
46	DUQUE DE CAXIAS	0.60	0.10	27.10	1700.0	2800.0	4110.0
47	DUQUE DE CAXIAS	0.60	0.10	28.70	1700.0	3500.0	7220.0
48	SANTA CRUZ	0.60	0.10	29.00	1700.0	2550.0	3220.0
49	SÃO PAULO	0.60	0.10	35.50	1700.0	2550.0	3880.0
50	SÃO PAULO	0.60	0.10	21.25	1700.0	2550.0	3270.0
51	SANTA CRUZ	0.70	0.11	30.10	2300.0	3450.0	4400.0

Tabela 2. Provas de carga agrupadas por local.

Estaca	Local	Estaca			Admissível estrutural (kN)	Carga Máxima (kN)	P _{rup} (Van der Veen) (kN)
		D (m)	E (m)	L (m)			
20	ANGRA DOS REIS	0.50	0.09	18.00	1300.0	2000.0	2950.0
21	ANGRA DOS REIS	0.50	0.09	15.40	1300.0	2140.0	2800.0
22	ANGRA DOS REIS	0.50	0.09	13.10	1300.0	2200.0	3170.0
39	BARCARENA	0.50	0.09	11.70	1300.0	2600.0	3580.0
40	BARCARENA	0.50	0.09	17.75	1300.0	1950.0	elástico
41	BARCARENA	0.50	0.09	12.95	1300.0	1950.0	2370.0
42	BARCARENA	0.60	0.10	18.20	1700.0	2600.0	elástico
32	BARUERI	0.60	0.10	26.40	1700.0	2100.0	2930.0
33	BARUERI	0.60	0.10	19.90	1700.0	2100.0	3950.0
34	BARUERI	0.70	0.11	16.50	2300.0	2100.0	3080.0
35	BARUERI	0.50	0.09	20.20	1300.0	2100.0	2680.0
36	BARUERI	0.50	0.09	9.40	1300.0	2100.0	3260.0
37	BARUERI	0.50	0.09	18.70	1300.0	2100.0	4310.0
43	BETIM	0.60	0.10	9.30	1700.0	2550.0	7650.0
18	CAJU	0.50	0.09	23.00	1300.0	1915.0	3210.0
1	CUBATÃO	0.26	0.06	18.90	400.0	700.0	1190.0
2	CUBATÃO	0.26	0.06	21.12	400.0	960.0	1050.0
7	CUBATÃO	0.33	0.07	21.10	600.0	1000.0	1900.0
15	DUQUE DE CAXIAS	0.42	0.08	21.10	900.0	1050.0	5890.0
23	DUQUE DE CAXIAS	0.50	0.09	15.80	1300.0	1560.0	2440.0
45	DUQUE DE CAXIAS	0.60	0.10	29.80	1700.0	2660.0	7180.0
46	DUQUE DE CAXIAS	0.60	0.10	27.10	1700.0	2800.0	4110.0
47	DUQUE DE CAXIAS	0.60	0.10	28.70	1700.0	3500.0	7220.0
27	IPATINGA	0.60	0.10	14.00	1700.0	1950.0	3310.0
5	JAGUARÉ	0.26	0.06	9.25	400.0	600.0	1230.0
11	SANTA CRUZ	0.33	0.07	23.00	600.0	900.0	1260.0
17	SANTA CRUZ	0.42	0.08	23.15	900.0	1350.0	1920.0
28	SANTA CRUZ	0.60	0.10	29.50	1700.0	1950.0	5100.0
29	SANTA CRUZ	0.60	0.10	27.40	1700.0	1950.0	3270.0
30	SANTA CRUZ	0.60	0.10	38.85	1700.0	1950.0	10980.0
31	SANTA CRUZ	0.60	0.10	28.75	1700.0	1950.0	6700.0
48	SANTA CRUZ	0.60	0.10	29.00	1700.0	2550.0	3220.0
51	SANTA CRUZ	0.70	0.11	30.10	2300.0	3450.0	4400.0
8	SANTOS	0.33	0.07	39.90	600.0	800.0	1150.0
24	SANTOS	0.50	0.09	26.50	1300.0	1800.0	2690.0
25	SANTOS	0.60	0.10	34.00	1700.0	1800.0	2730.0
26	SANTOS	0.60	0.10	34.00	1700.0	1800.0	2780.0
10	SÃO BERNARDO DO CAMPO	0.33	0.07	11.50	600.0	720.0	1120.0
14	SÃO CAETANO DO SUL	0.42	0.08	9.70	900.0	1350.0	2620.0
38	SÃO CAETANO DO SUL	0.50	0.09	28.40	1300.0	1950.0	2730.0
19	SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	0.50	0.09	21.80	1300.0	1500.0	5030.0
44	SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	0.60	0.10	21.40	1700.0	2920.0	4100.0
49	SÃO PAULO	0.60	0.10	35.50	1700.0	2550.0	3880.0
50	SÃO PAULO	0.60	0.10	21.25	1700.0	2550.0	3270.0
12	SÃO SEBASTIÃO	0.42	0.08	21.35	900.0	1950.0	2340.0
3	SUMARÉ	0.26	0.06	10.50	400.0	450.0	1110.0
4	SUMARÉ	0.26	0.06	11.20	400.0	450.0	1950.0
16	SUMARÉ	0.42	0.08	14.97	900.0	980.0	2030.0
6	VIA ANHANGUERA	0.26	0.06	3.30	400.0	600.0	1610.0
9	VIA ANHANGUERA	0.33	0.07	9.90	600.0	600.0	900.0
13	VOLTA REDONDA	0.42	0.08	12.00	900.0	1350.0	2650.0

Tabela 3. Parâmetros A e B e carga de ruptura – Critério de Van der Veen.

Estaca	P_{rup} (kN)	A	B
Estaca 20	2950.0	0.0660	0.0310
Estaca 21	2800.0	0.1050	0.0210
Estaca 22	3170.0	0.0850	0.0480
Estaca 1	1190.0	0.1070	0.0160
Estaca 2	1050.0	0.1180	0.0480
Estaca 7	1900.0	0.1070	0.0010
Estaca 3	1110.0	0.1120	0.0140
Estaca 4	1950.0	0.0330	0.0160
Estaca 16	2030.0	0.0950	-0.0310
Estaca 8	1150.0	0.0990	0.0540
Estaca 24	2690.0	0.0840	0.0630
Estaca 25	2730.0	0.0800	0.0080
Estaca 26	2780.0	0.0770	0.0360
Estaca 15	5890.0	0.0450	-0.0050
Estaca 23	2440.0	0.1360	-0.0240
Estaca 45	7180.0	0.0260	0.0260
Estaca 46	4110.0	0.0830	0.0450
Estaca 47	7220.0	0.0270	0.0140
Estaca 32	2930.0	0.0820	0.1110
Estaca 33	3950.0	0.0490	0.0610
Estaca 34	3080.0	0.0990	0.0370
Estaca 35	2680.0	0.1450	0.0180
Estaca 36	3260.0	0.0880	0.0480
Estaca 37	4310.0	0.0550	0.0380
Estaca 11	1260.0	0.1880	0.0750
Estaca 17	1920.0	0.1090	0.0390
Estaca 28	5100.0	0.0340	0.0360
Estaca 29	3270.0	0.0640	0.0320
Estaca 30	10980.0	0.0150	-0.0030
Estaca 31	6700.0	0.0380	0.0260
Estaca 48	3220.0	0.1200	0.1100
Estaca 51	4400.0	0.0950	0.0710

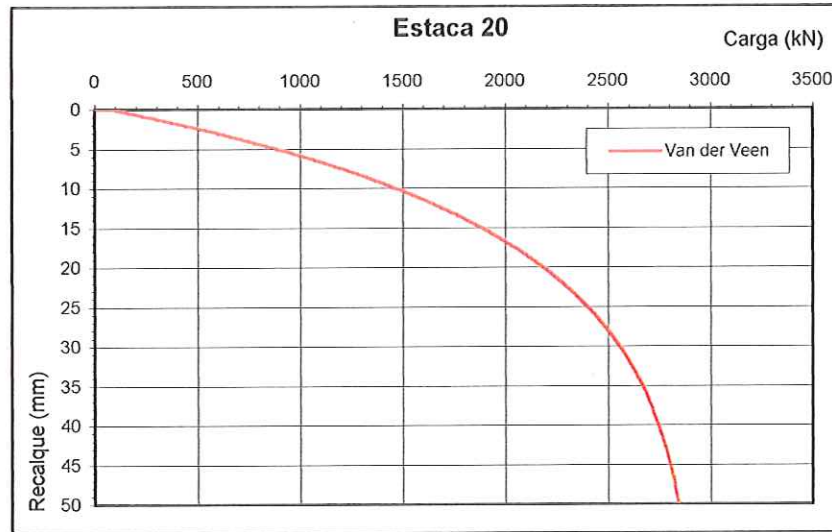


Figura 1. Prova de carga da Estaca 20 - Angra dos Reis/RJ.

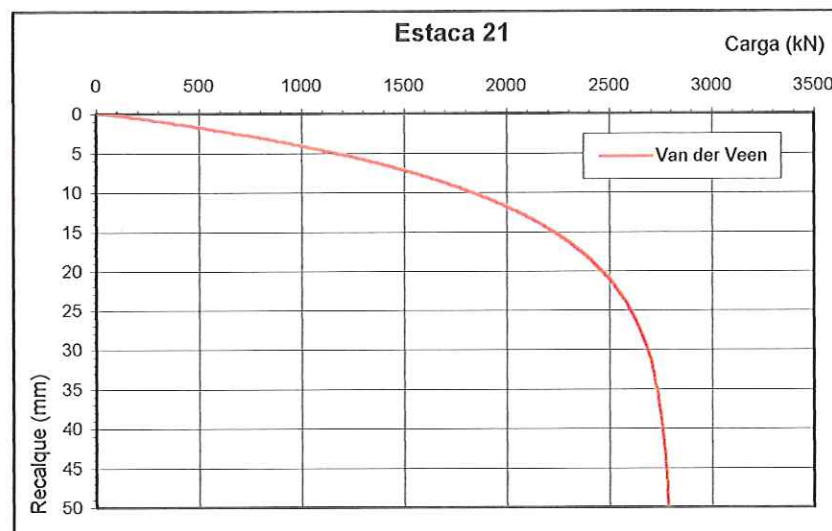


Figura 2. Prova de carga da Estaca 21 - Angra dos Reis/RJ.

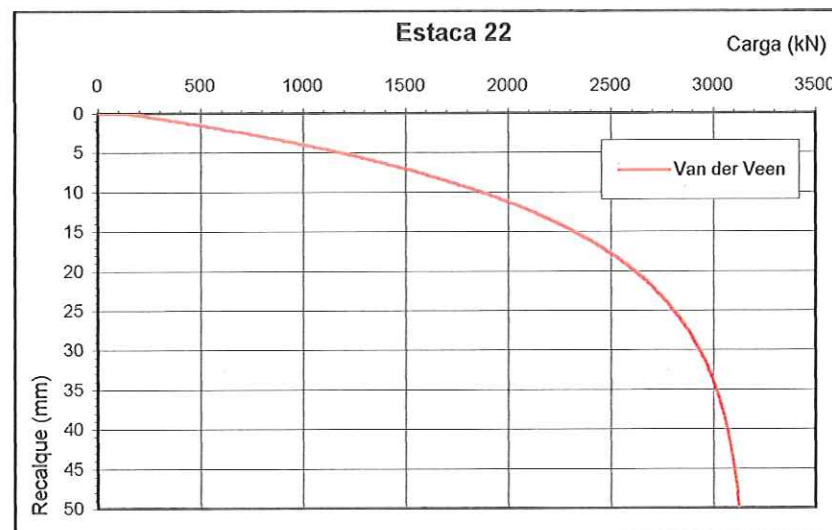


Figura 3. Prova de carga da Estaca 22 - Angra dos Reis/RJ.

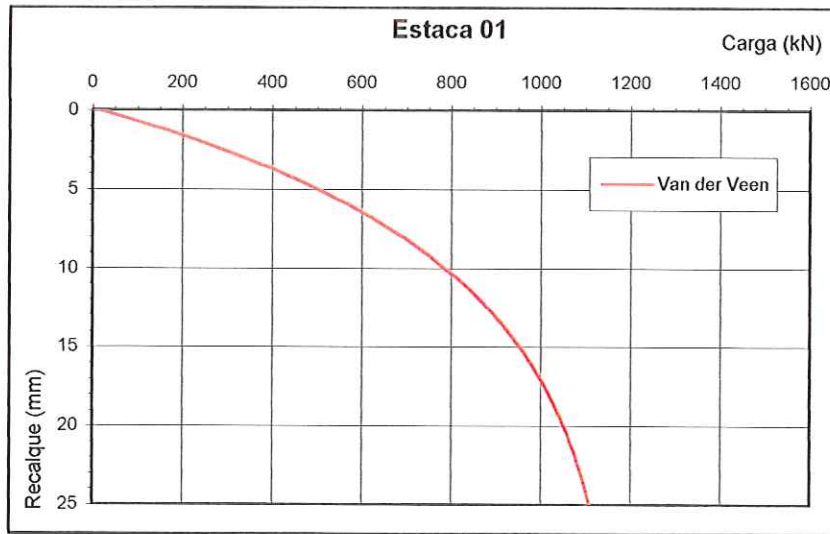


Figura 4. Prova de carga da Estaca 01 – Cubatão/SP.

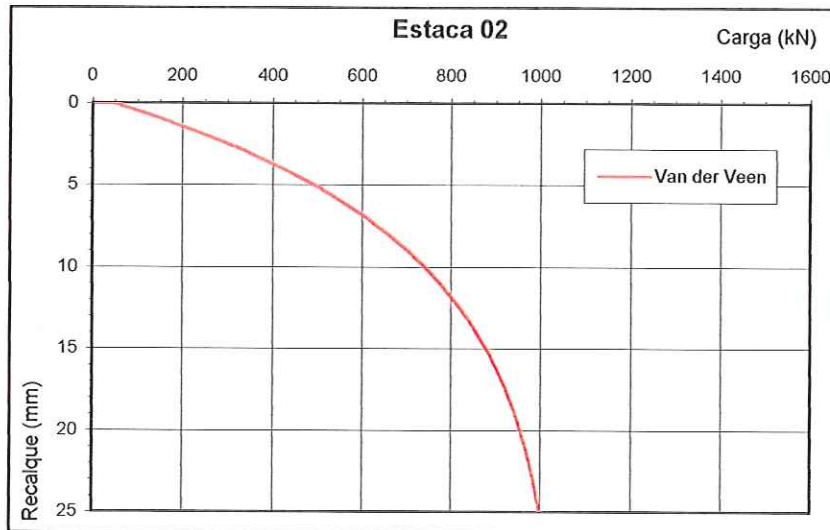


Figura 5. Prova de carga da Estaca 02 – Cubatão/SP.

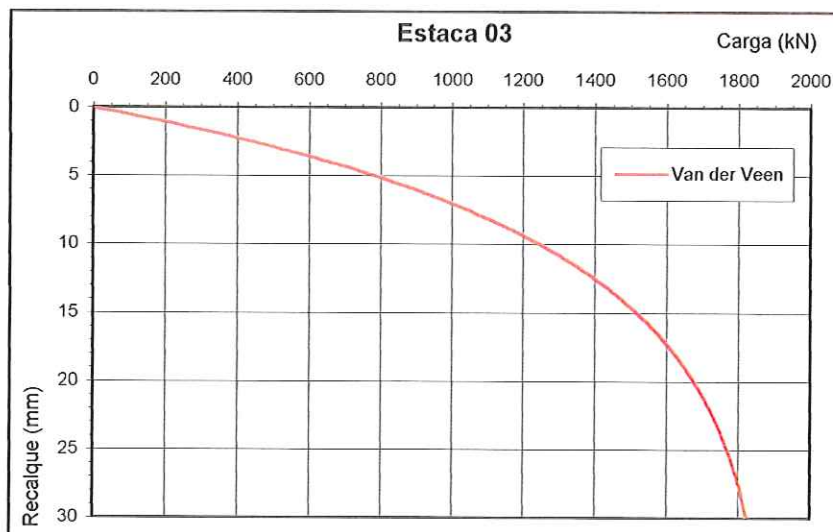


Figura 6. Prova de carga da Estaca 03 – Cubatão/SP.

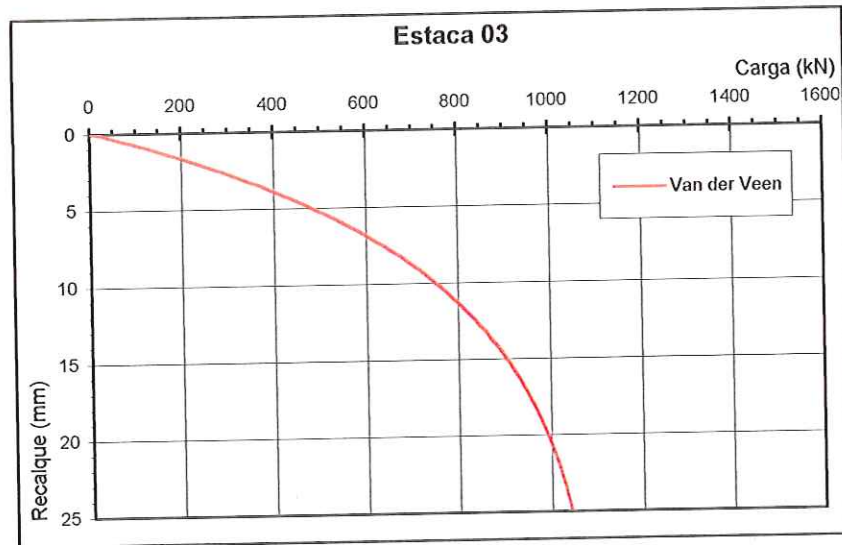


Figura 7. Prova de carga da Estaca 03 – Sumaré/SP.

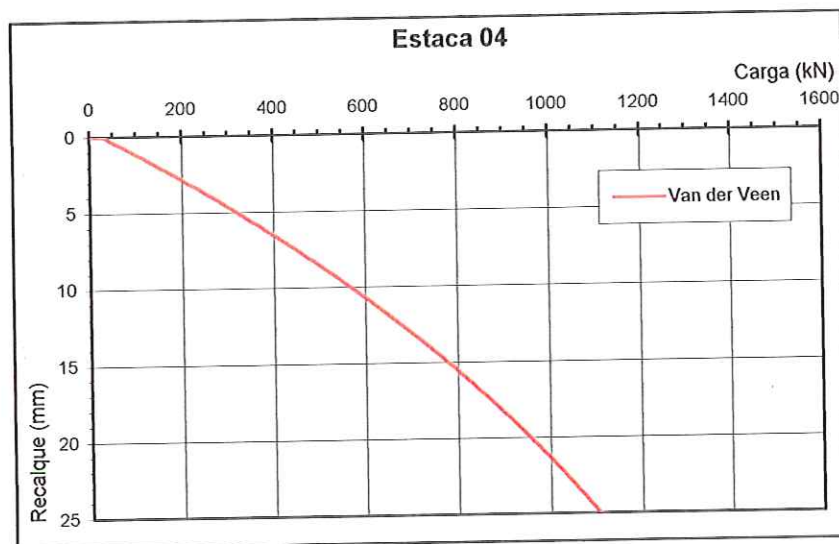


Figura 8. Prova de carga da Estaca 04 – Sumaré/SP.

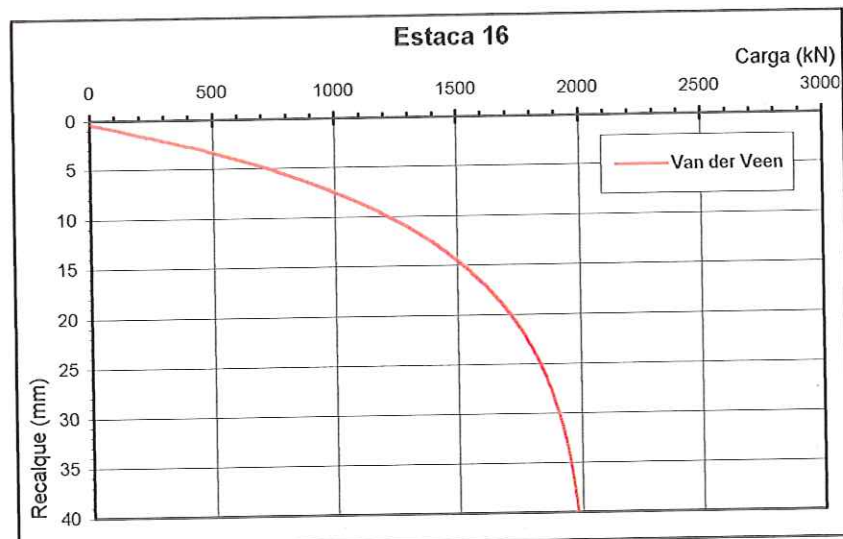


Figura 9. Prova de carga da Estaca 16 – Sumaré/SP.

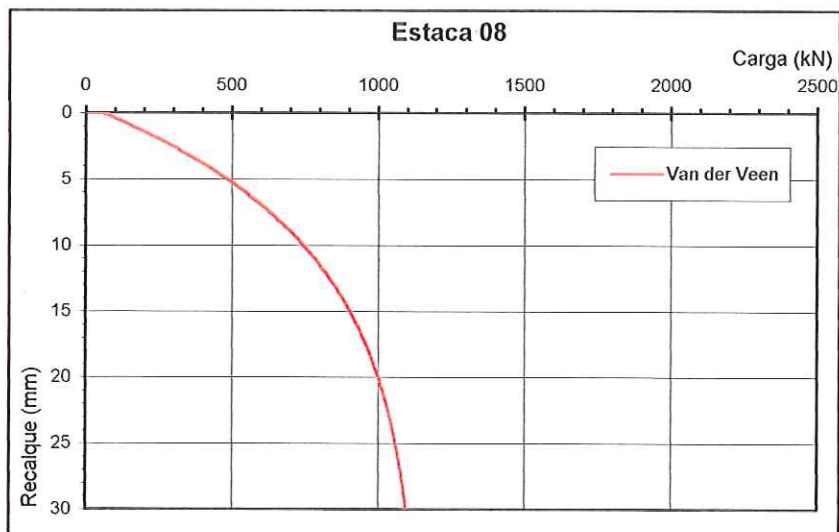


Figura 10. Prova de carga da Estaca 08 – Santos/SP.

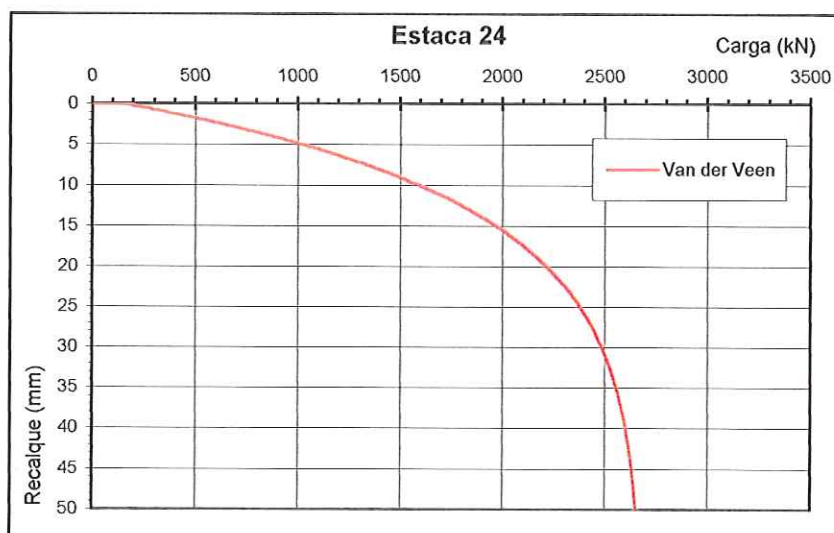


Figura 11. Prova de carga da Estaca 24 – Santos/SP.

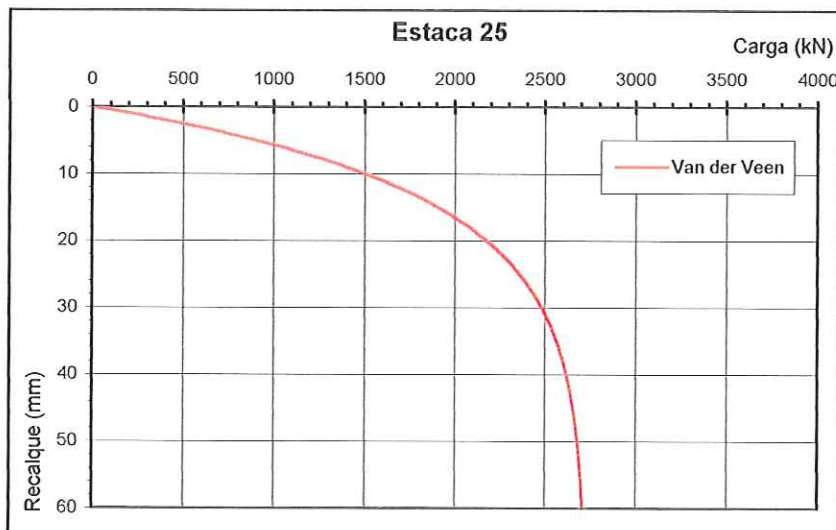


Figura 12. Prova de carga da Estaca 25 – Santos/SP.

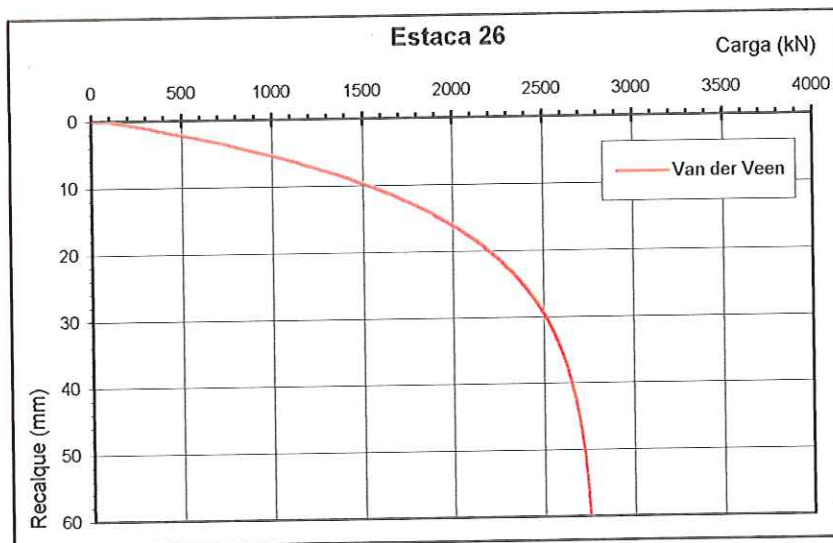


Figura 13. Prova de carga da Estaca 26 – Santos/SP.

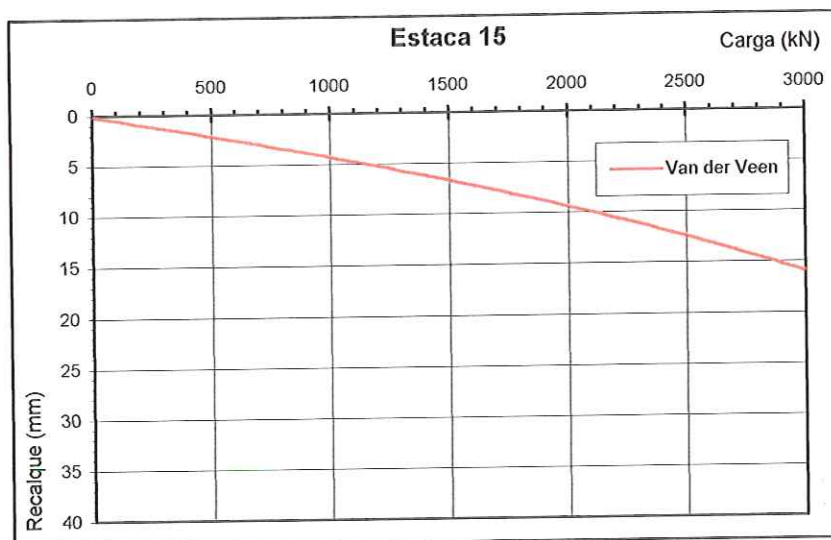


Figura 14. Prova de carga da Estaca 15 – Duque de Caxias/RJ.

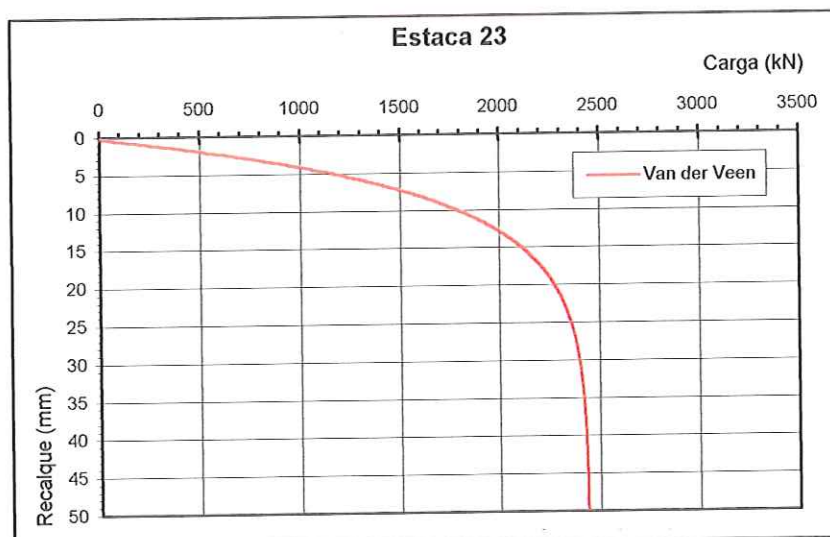


Figura 15. Prova de carga da Estaca 23 – Duque de Caxias/RJ.

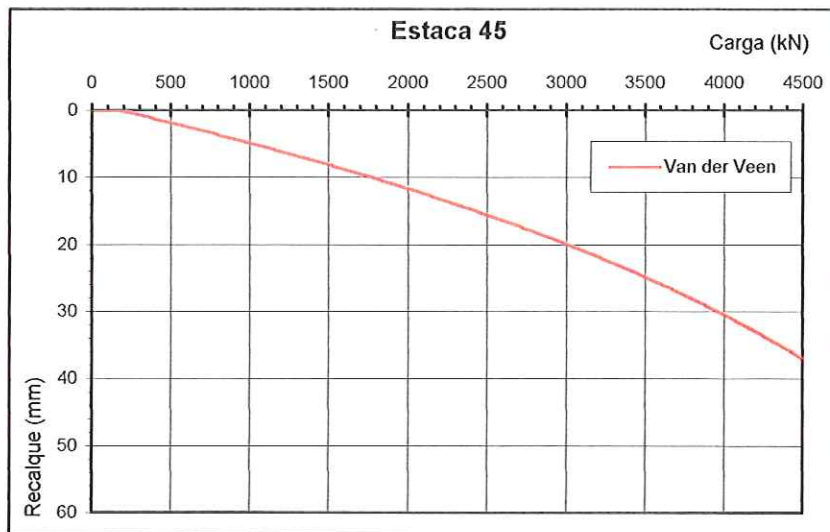


Figura 16. Prova de carga da Estaca 45 – Duque de Caxias/RJ.

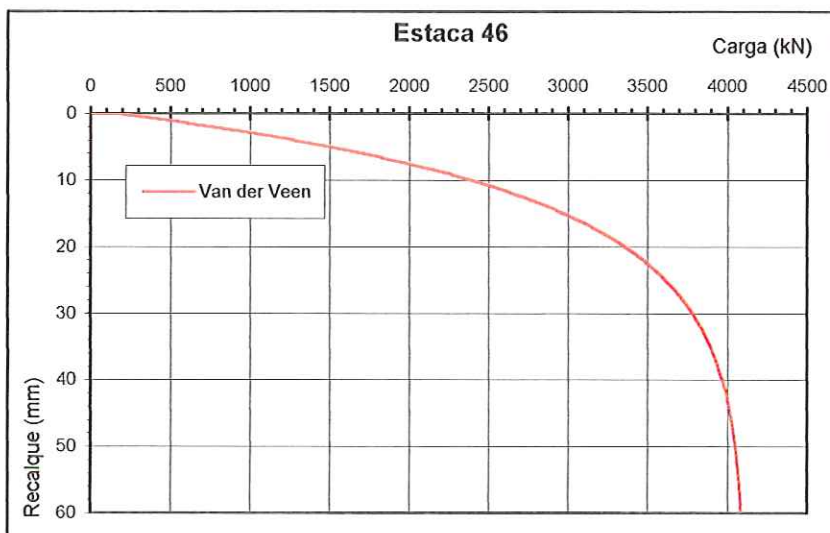


Figura 17. Prova de carga da Estaca 46 - Duque de Caxias/RJ

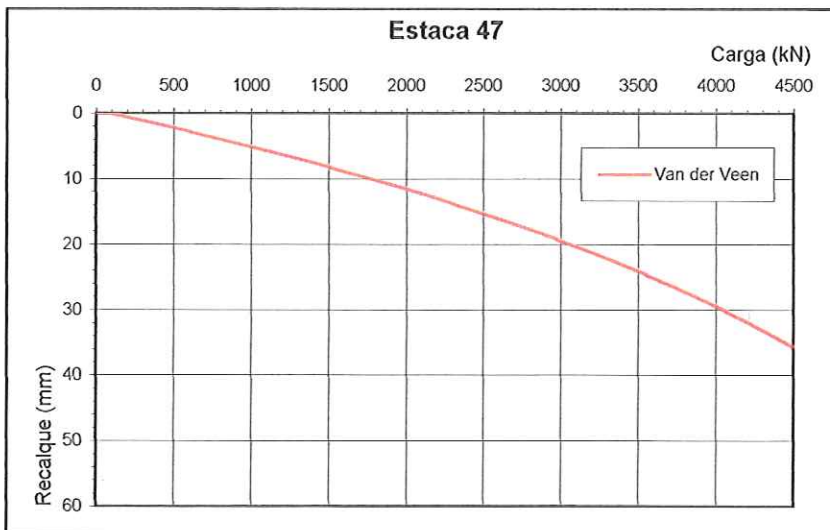


Figura 18. Prova de carga da Estaca 47 - Duque de Caxias/RJ.



Figura 19. Prova de carga da Estaca 32 – Barueri/SP.

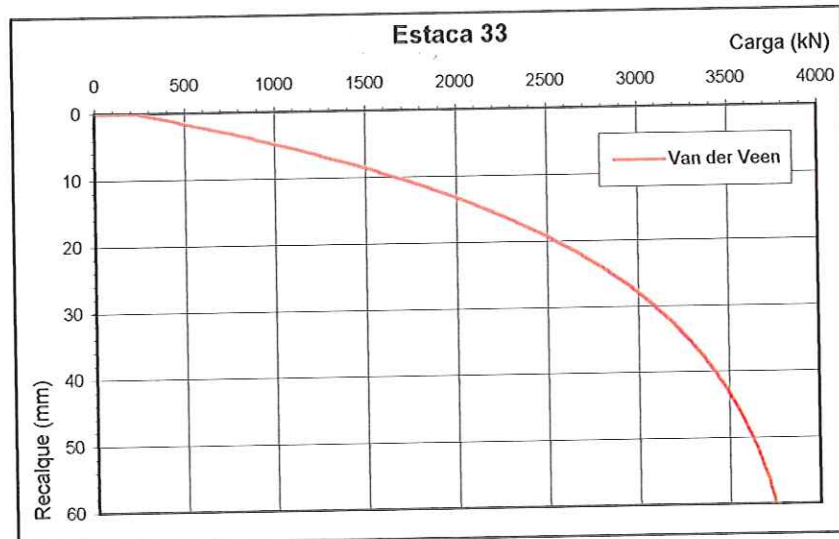


Figura 20. Prova de carga da Estaca 33 – Barueri/SP.

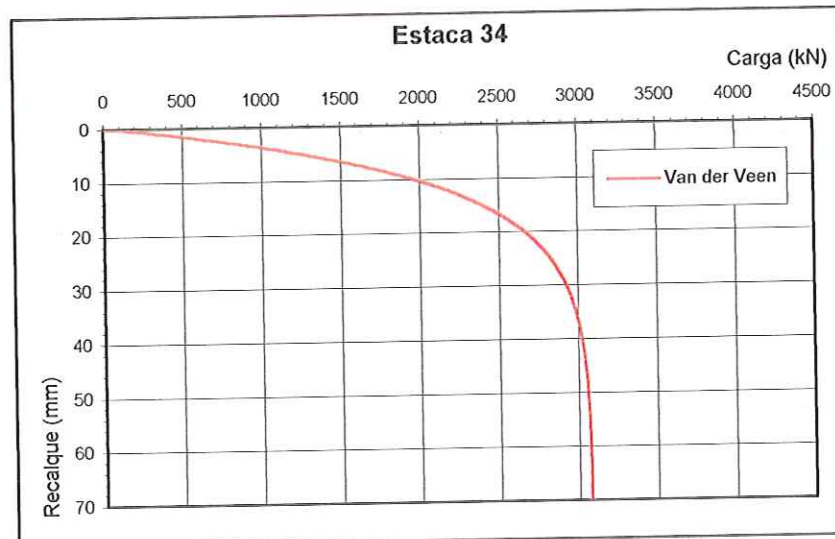


Figura 21. Prova de carga da Estaca 34 – Barueri/SP.

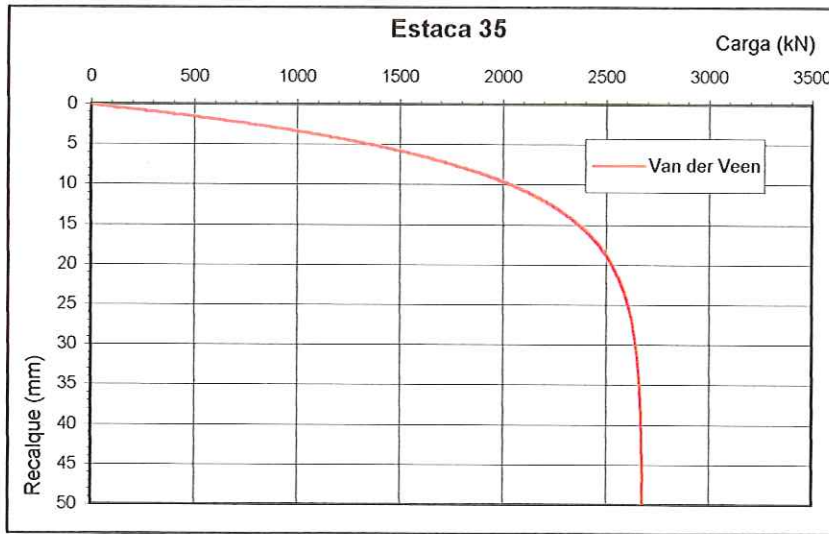


Figura 22. Prova de carga da Estaca 35 – Barueri/SP.

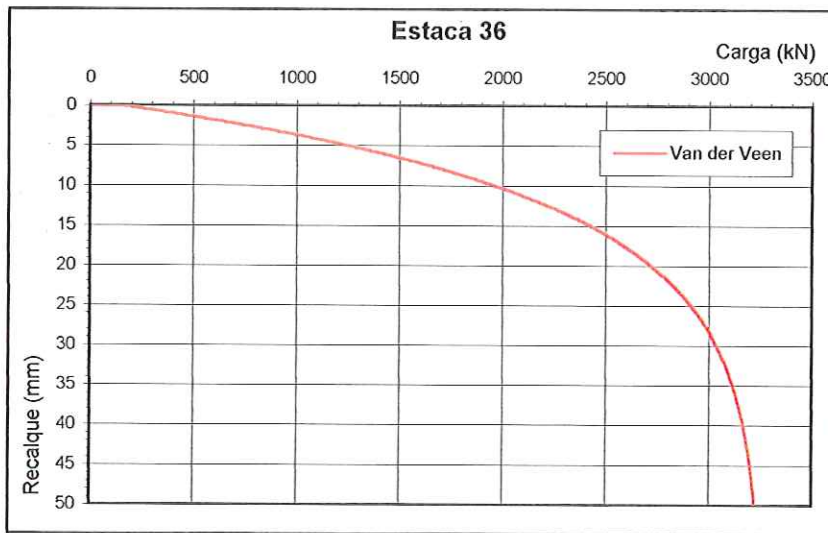


Figura 23. Prova de carga da Estaca 36 – Barueri/SP.

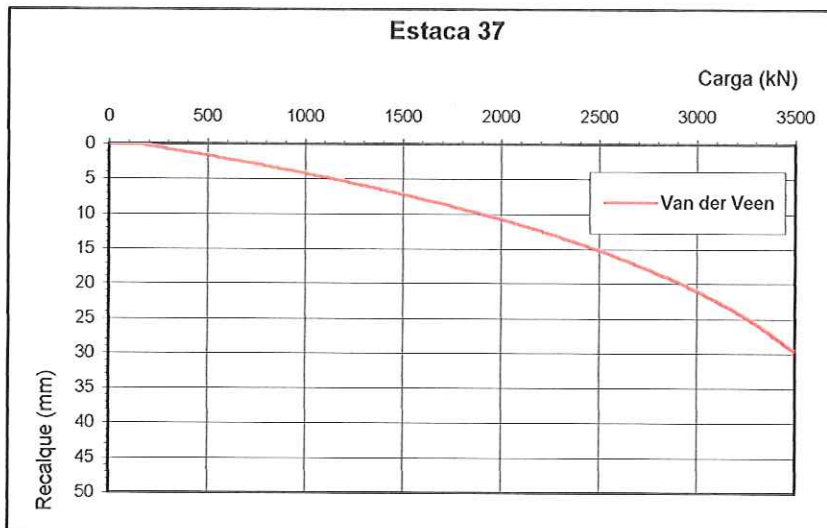


Figura 24. Prova de carga da Estaca 37 – Barueri/SP.

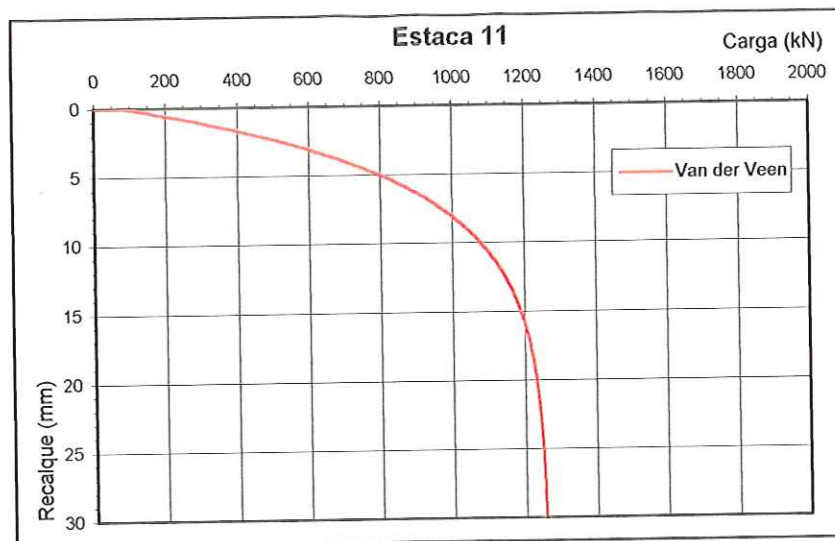


Figura 25. Prova de carga da Estaca 11 – Santa Cruz/RJ.

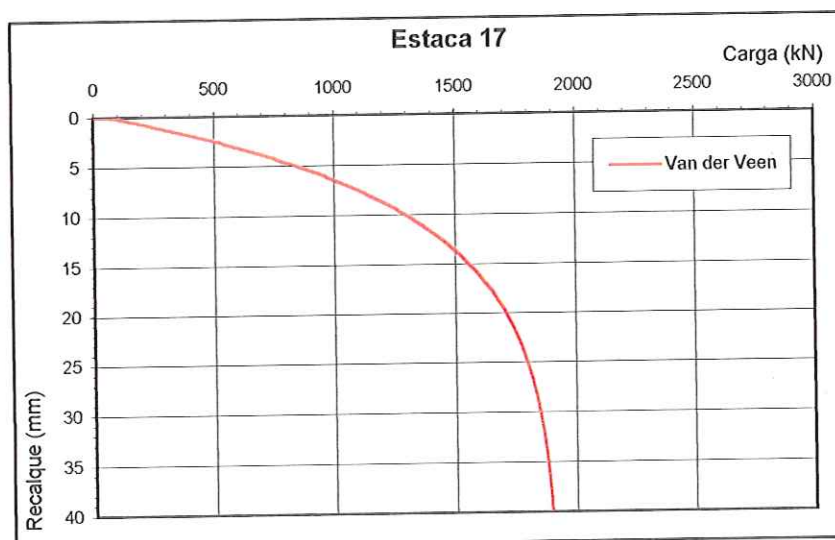


Figura 26. Prova de carga da Estaca 17 – Santa Cruz/RJ.

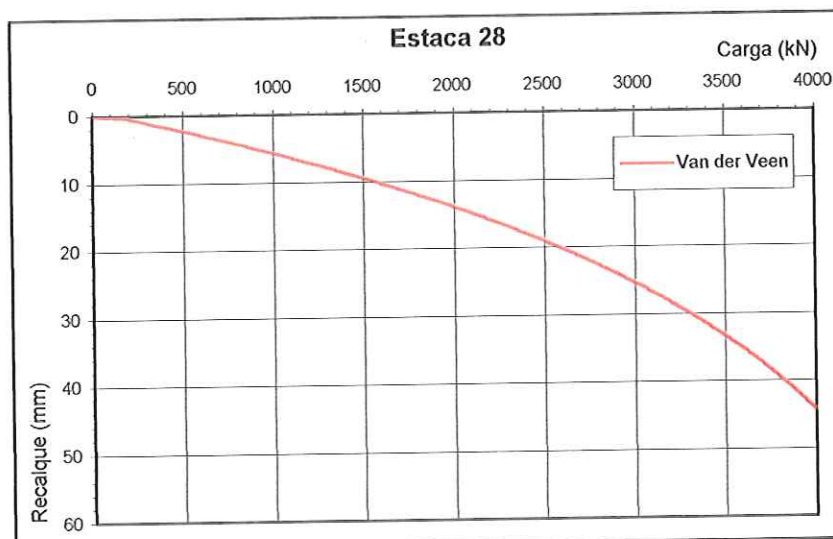


Figura 27. Prova de carga da Estaca 28 – Santa Cruz/RJ.

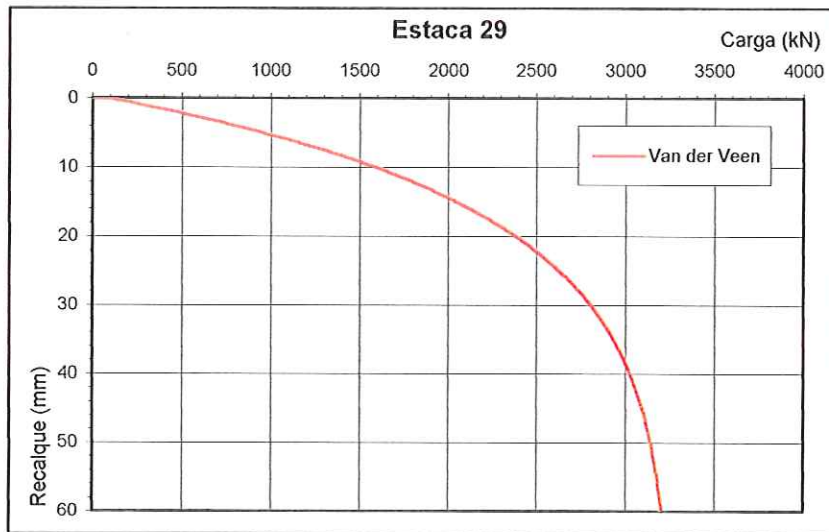


Figura 28. Prova de carga da Estaca 29 – Santa Cruz/RJ.

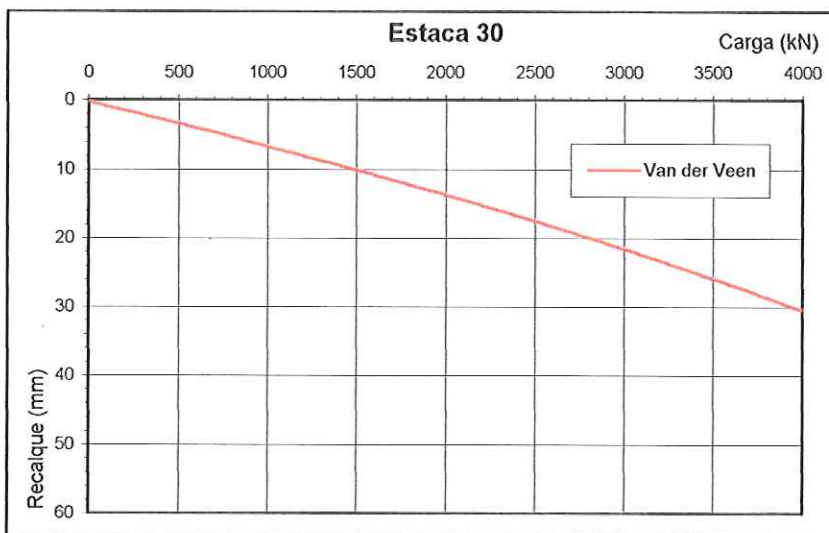


Figura 29. Prova de carga da Estaca 30 – Santa Cruz/RJ.

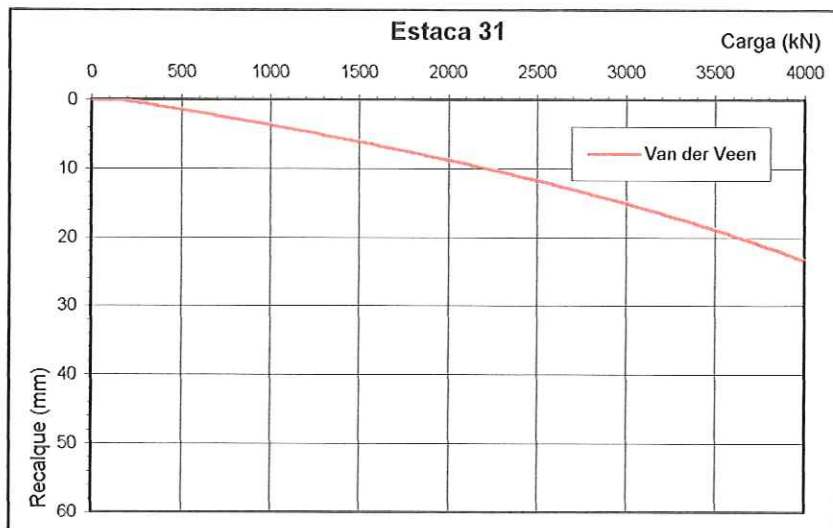


Figura 30. Prova de carga da Estaca 31 – Santa Cruz/RJ.

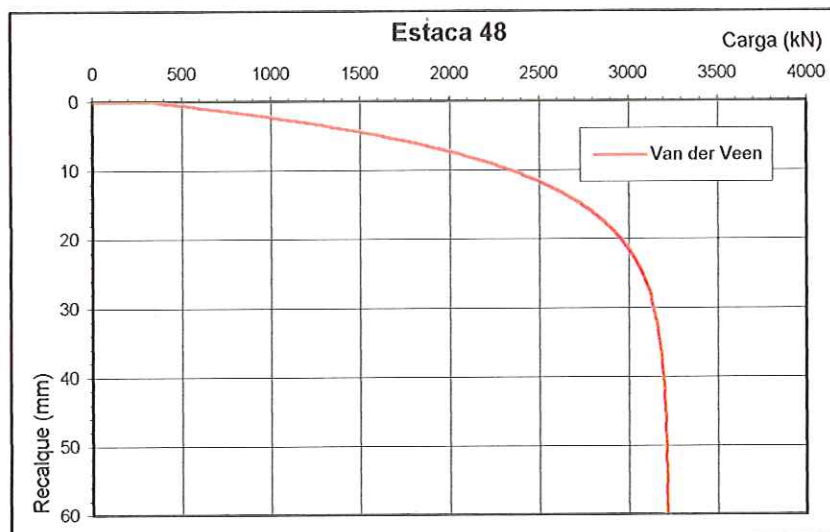


Figura 31. Prova de carga da Estaca 48 – Santa Cruz/RJ.

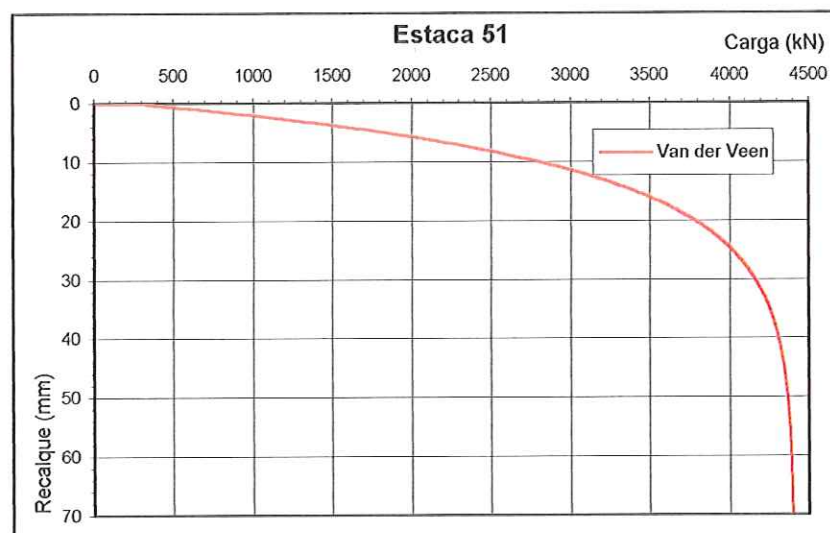


Figura 32. Prova de carga da Estaca 51 – Santa Cruz/RJ.

Tabela 4. Tensões resistentes nas estacas analisadas.

Estaca	Local	Qtd.	Estaca			Área (m ²)	Resis. Estrutural (kN)	Carga de Ruptura (kN)	Resistência 1 (kPa)
			D (m)	E (m)	L (m)				
20	ANGRA DOS REIS/RJ	3	0.50	0.09	18.00	0.1963	2868.6	2868.6	14609.8
21	ANGRA DOS REIS/RJ		0.50	0.09	15.40	0.1963	2868.6	2800.0	14260.3
22	ANGRA DOS REIS/RJ		0.50	0.09	13.10	0.1963	2868.6	2868.6	14609.8
1	CUBATÃO/SP	3	0.26	0.06	18.90	0.0531	932.9	932.9	17570.9
2	CUBATÃO/SP		0.26	0.06	21.12	0.0531	932.9	932.9	17570.9
7	CUBATÃO/SP		0.33	0.07	21.10	0.0855	1414.9	1414.9	16542.5
3	SUMARÉ/SP	3	0.26	0.06	10.50	0.0531	932.9	932.9	17570.9
4	SUMARÉ/SP		0.26	0.06	11.20	0.0531	932.9	932.9	17570.9
16	SUMARÉ/SP		0.42	0.08	14.97	0.1385	2114.5	2030.0	14652.4
8	SANTOS/SP	4	0.33	0.07	39.90	0.0855	1414.9	1150.0	13445.6
24	SANTOS/SP		0.50	0.09	26.50	0.1963	2868.6	2690.0	13700.1
25	SANTOS/SP		0.60	0.10	34.00	0.2827	3887.0	2730.0	9655.4
26	SANTOS/SP		0.60	0.10	34.00	0.2827	3887.0	2780.0	9832.2
15	DUQUE DE CAXIAS/RJ	5	0.42	0.08	21.10	0.1385	2114.5	2114.5	15262.6
23	DUQUE DE CAXIAS/RJ		0.50	0.09	15.80	0.1963	2868.6	2440.0	12426.8
45	DUQUE DE CAXIAS/RJ		0.60	0.10	29.80	0.2827	3887.0	3887.0	13747.6
46	DUQUE DE CAXIAS/RJ		0.60	0.10	27.10	0.2827	3887.0	3887.0	13747.6
47	DUQUE DE CAXIAS/RJ		0.60	0.10	28.70	0.2827	3887.0	3887.0	13747.6
32	BARUERI/SP	6	0.60	0.10	26.40	0.2827	3887.0	2930.0	10362.8
33	BARUERI/SP		0.60	0.10	19.90	0.2827	3887.0	3887.0	13747.6
34	BARUERI/SP		0.70	0.11	16.50	0.3848	5045.4	3080.0	8003.2
35	BARUERI/SP		0.50	0.09	20.20	0.1963	2868.6	2680.0	13649.1
36	BARUERI/SP		0.50	0.09	9.40	0.1963	2868.6	2868.6	14609.8
37	BARUERI/SP		0.50	0.09	18.70	0.1963	2868.6	2868.6	14609.8
11	SANTA CRUZ/RJ	8	0.33	0.07	23.00	0.0855	1414.9	1260.0	14731.7
17	SANTA CRUZ/RJ		0.42	0.08	23.15	0.1385	2114.5	1920.0	13858.4
28	SANTA CRUZ/RJ		0.60	0.10	29.50	0.2827	3887.0	3887.0	13747.6
29	SANTA CRUZ/RJ		0.60	0.10	27.40	0.2827	3887.0	3270.0	11565.3
30	SANTA CRUZ/RJ		0.60	0.10	38.85	0.2827	3887.0	3887.0	13747.6
31	SANTA CRUZ/RJ		0.60	0.10	28.75	0.2827	3887.0	3887.0	13747.6
48	SANTA CRUZ/RJ		0.60	0.10	29.00	0.2827	3887.0	3220.0	11388.4
51	SANTA CRUZ/RJ		0.70	0.11	30.10	0.3848	5045.4	4400.0	11433.2

Tabela 5. Tensões solicitantes nas estacas analisadas.

Estaca	Local	Número	Estaca			Área (m ²)	Admissível estrutural (kN)	Solicitação 1 (kPa)
			D (m)	E (m)	L (m)			
20	ANGRA DOS REIS/RJ	3	0.50	0.09	18.00	0.1963	1300.0	6620.8
21	ANGRA DOS REIS/RJ		0.50	0.09	15.40	0.1963	1300.0	6620.8
22	ANGRA DOS REIS/RJ		0.50	0.09	13.10	0.1963	1300.0	6620.8
1	CUBATÃO/SP	3	0.26	0.06	18.90	0.0531	400.0	7534.0
2	CUBATÃO/SP		0.26	0.06	21.12	0.0531	400.0	7534.0
7	CUBATÃO/SP		0.33	0.07	21.10	0.0855	600.0	7015.1
3	SUMARÉ/SP	3	0.26	0.06	10.50	0.0531	400.0	7534.0
4	SUMARÉ/SP		0.26	0.06	11.20	0.0531	400.0	7534.0
16	SUMARÉ/SP		0.42	0.08	14.97	0.1385	900.0	6496.1
8	SANTOS/SP	4	0.33	0.07	39.90	0.0855	600.0	7015.1
24	SANTOS/SP		0.50	0.09	26.50	0.1963	1300.0	6620.8
25	SANTOS/SP		0.60	0.10	34.00	0.2827	1700.0	6012.5
26	SANTOS/SP		0.60	0.10	34.00	0.2827	1700.0	6012.5
15	DUQUE DE CAXIAS/RJ	5	0.42	0.08	21.10	0.1385	900.0	6496.1
23	DUQUE DE CAXIAS/RJ		0.50	0.09	15.80	0.1963	1300.0	6620.8
45	DUQUE DE CAXIAS/RJ		0.60	0.10	29.80	0.2827	1700.0	6012.5
46	DUQUE DE CAXIAS/RJ		0.60	0.10	27.10	0.2827	1700.0	6012.5
47	DUQUE DE CAXIAS/RJ		0.60	0.10	28.70	0.2827	1700.0	6012.5
32	BARUERI/SP	6	0.60	0.10	26.40	0.2827	1700.0	6012.5
33	BARUERI/SP		0.60	0.10	19.90	0.2827	1700.0	6012.5
34	BARUERI/SP		0.70	0.11	16.50	0.3848	2300.0	5976.4
35	BARUERI/SP		0.50	0.09	20.20	0.1963	1300.0	6620.8
36	BARUERI/SP		0.50	0.09	9.40	0.1963	1300.0	6620.8
37	BARUERI/SP		0.50	0.09	18.70	0.1963	1300.0	6620.8
11	SANTA CRUZ/RJ	8	0.33	0.07	23.00	0.0855	600.0	7015.1
17	SANTA CRUZ/RJ		0.42	0.08	23.15	0.1385	900.0	6496.1
28	SANTA CRUZ/RJ		0.60	0.10	29.50	0.2827	1700.0	6012.5
29	SANTA CRUZ/RJ		0.60	0.10	27.40	0.2827	1700.0	6012.5
30	SANTA CRUZ/RJ		0.60	0.10	38.85	0.2827	1700.0	6012.5
31	SANTA CRUZ/RJ		0.60	0.10	28.75	0.2827	1700.0	6012.5
48	SANTA CRUZ/RJ		0.60	0.10	29.00	0.2827	1700.0	6012.5
51	SANTA CRUZ/RJ		0.70	0.11	30.10	0.3848	2300.0	5976.4

Tabela 6. Estatísticas dos grupos de provas de carga.

Local	Número	Estaca	D (m)	Resistência 1 (kPa)	Resistência 1			Solicitação 1 (kPa)	Solicitação 1		
					Média (kPa)	Desvio (kPa)	CV %		Média (kPa)	Desvio (kPa)	CV %
ANGRA DOS REIS / RJ	3	20	0.50	14609.8	14493.3	201.8	1.4%	6620.8	6620.8	0.0	0.0%
		21	0.50	14260.3				6620.8			
		22	0.50	14609.8				6620.8			
CUBATÃO / SP	3	1	0.26	17570.9	17228.1	593.7	3.4%	7534.0	7361.0	299.6	4.1%
		2	0.26	17570.9				7534.0			
		7	0.33	16542.5				7015.1			
SUMARÉ / SP	3	3	0.26	17570.9	16598.0	1685.0	10.2%	7534.0	7188.0	599.2	8.3%
		4	0.26	17570.9				7534.0			
		16	0.42	14652.4				6496.1			
SANTOS / SP	4	8	0.33	13445.6	11658.3	2214.3	19.0%	7015.1	6415.2	492.1	7.7%
		24	0.50	13700.1				6620.8			
		25	0.60	9655.4				6012.5			
		26	0.60	9832.2				6012.5			
DUQUE DE CAXIAS / RJ	5	15	0.42	15262.6	13786.4	1004.0	7.3%	6496.1	6230.9	302.3	4.9%
		23	0.50	12426.8				6620.8			
		45	0.60	13747.6				6012.5			
		46	0.60	13747.6				6012.5			
		47	0.60	13747.6				6012.5			
BARUERI / SP	6	32	0.60	10362.8	12497.1	2704.4	21.6%	6012.5	6310.7	340.0	5.4%
		33	0.60	13747.6				6012.5			
		34	0.70	8003.2				5976.4			
		35	0.50	13649.1				6620.8			
		36	0.50	14609.8				6620.8			
		37	0.50	14609.8				6620.8			
SANTA CRUZ / RJ	8	11	0.33	14731.7	13027.5	1337.2	10.3%	7015.1	6193.8	373.7	6.0%
		17	0.42	13858.4				6496.1			
		28	0.60	13747.6				6012.5			
		29	0.60	11565.3				6012.5			
		30	0.60	13747.6				6012.5			
		31	0.60	13747.6				6012.5			
		48	0.60	11388.4				6012.5			
		51	0.70	11433.2				5976.4			

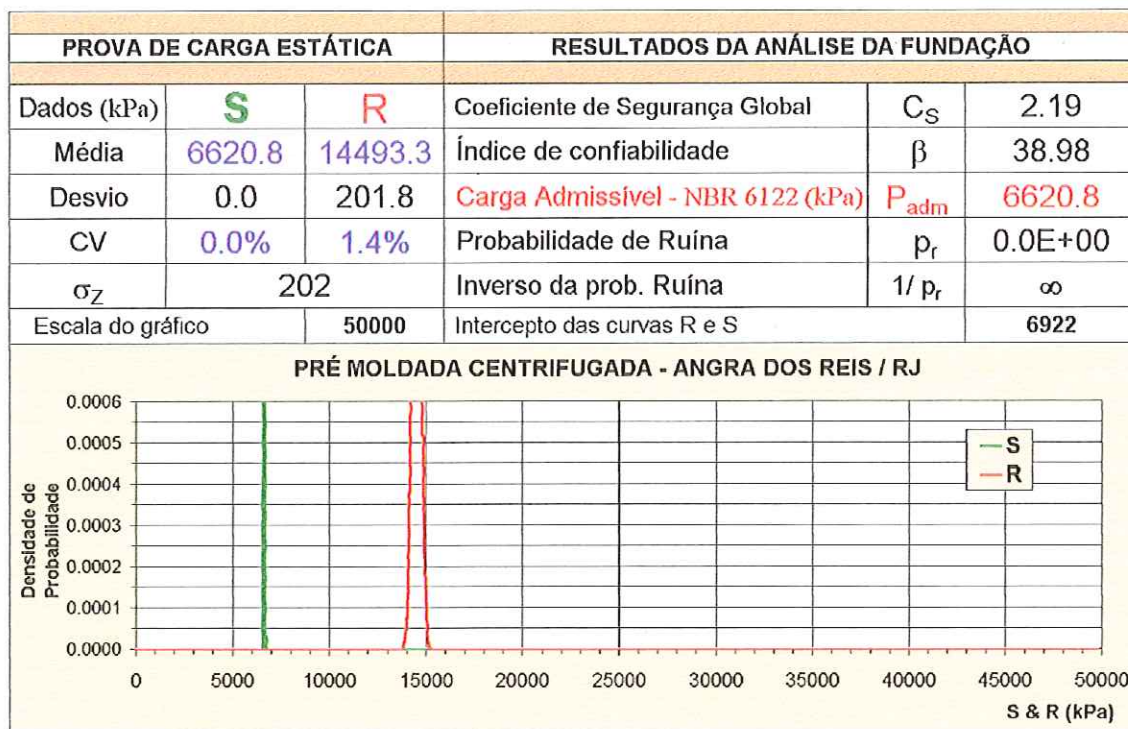


Figura 33. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 – Angra dos Reis/RJ.

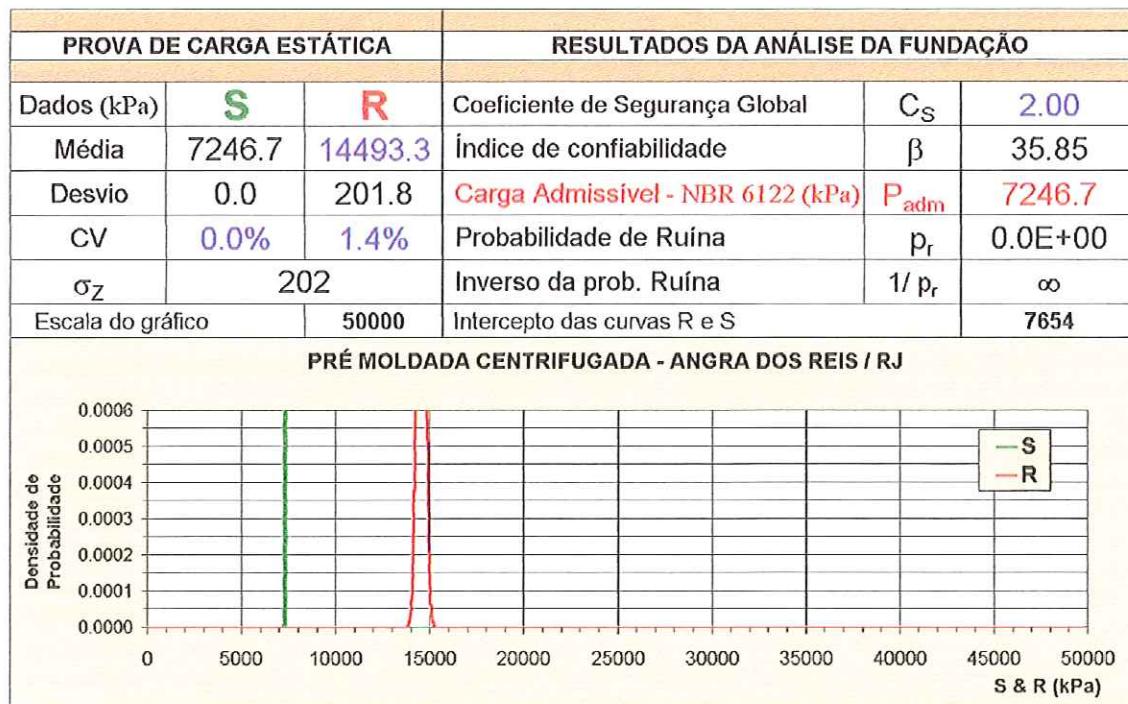


Figura 34. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S=2.0$ - Angra dos Reis/RJ.

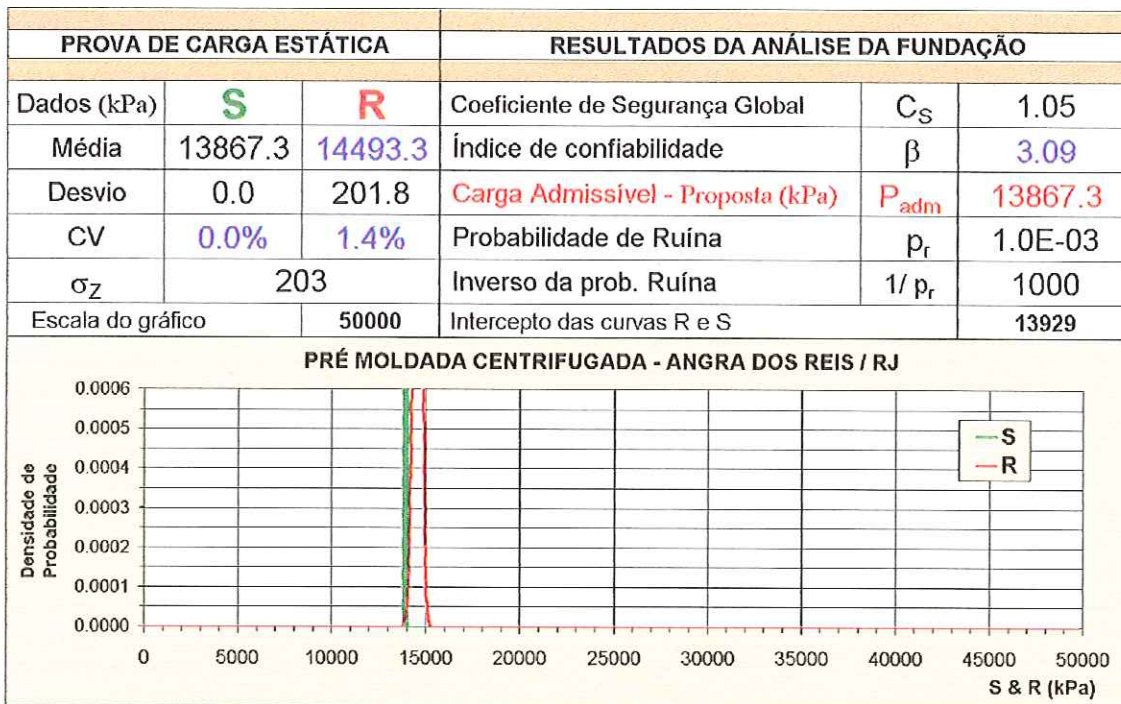


Figura 35. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$ - Angra dos Reis/RJ.

Tabela 7. Índice de confiabilidade x coeficiente de segurança – Rio de Janeiro.

Localização		Resistência Média (kPa)	Desvio Padrão (kPa)	Coeficiente de Variação (%)
Angra dos Reis / RJ		14493.3	201.8	1.4%
CS	β	Pr	1 / Pr	P_{adm}
1.0	0.0	0.50000000	2	14493.3
2.0	35.8	0.00000000	∞	7246.7
3.0	47.8	0.00000000	∞	4831.1
4.0	53.8	0.00000000	∞	3623.3
5.0	57.4	0.00000000	∞	2898.7
6.0	59.7	0.00000000	∞	2415.6
7.0	61.5	0.00000000	∞	2070.5
8.0	62.7	0.00000000	∞	1811.7
9.0	63.7	0.00000000	∞	1610.4
10.0	64.5	0.00000000	∞	1449.3
11.0	65.2	0.00000000	∞	1317.6
12.0	65.7	0.00000000	∞	1207.8
13.0	66.2	0.00000000	∞	1114.9
14.0	66.6	0.00000000	∞	1035.2
15.0	66.9	0.00000000	∞	966.2

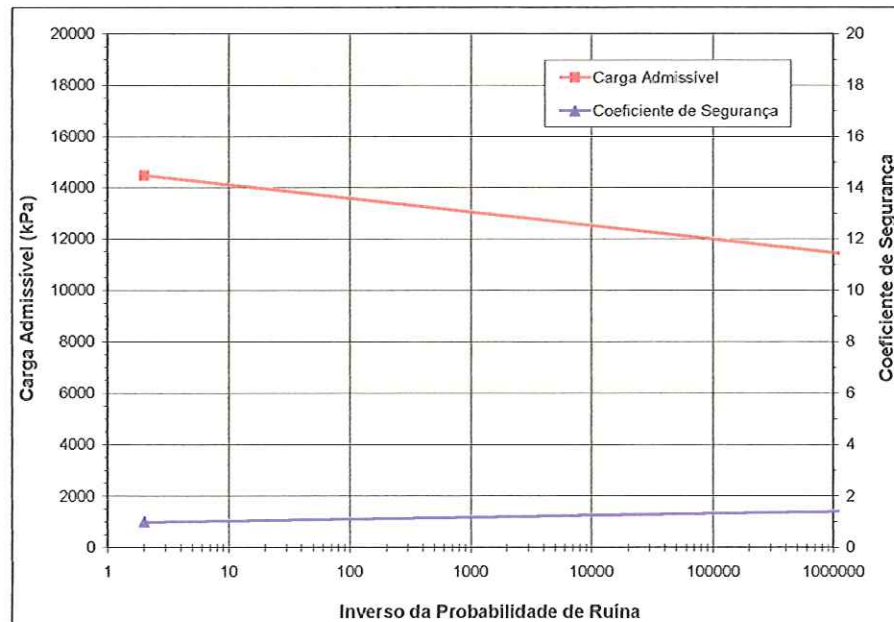


Figura 36. Carga admissível proposta - Angra dos Reis/RJ.

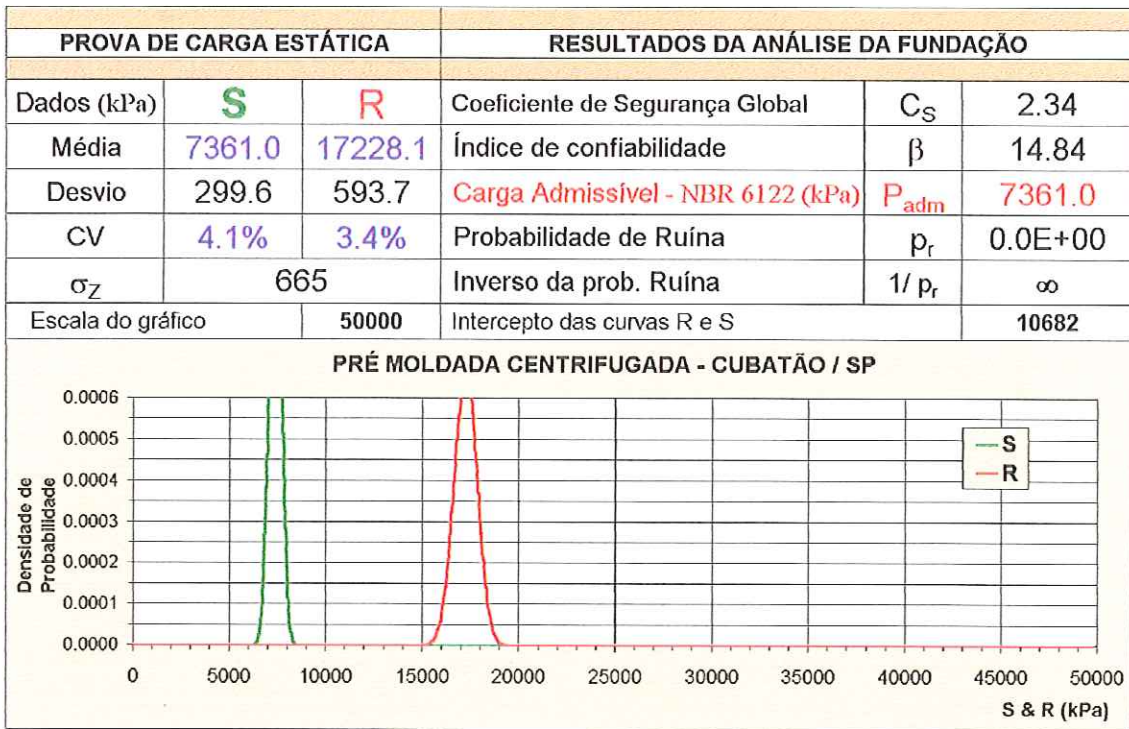


Figura 37. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 - Cubatão/SP.

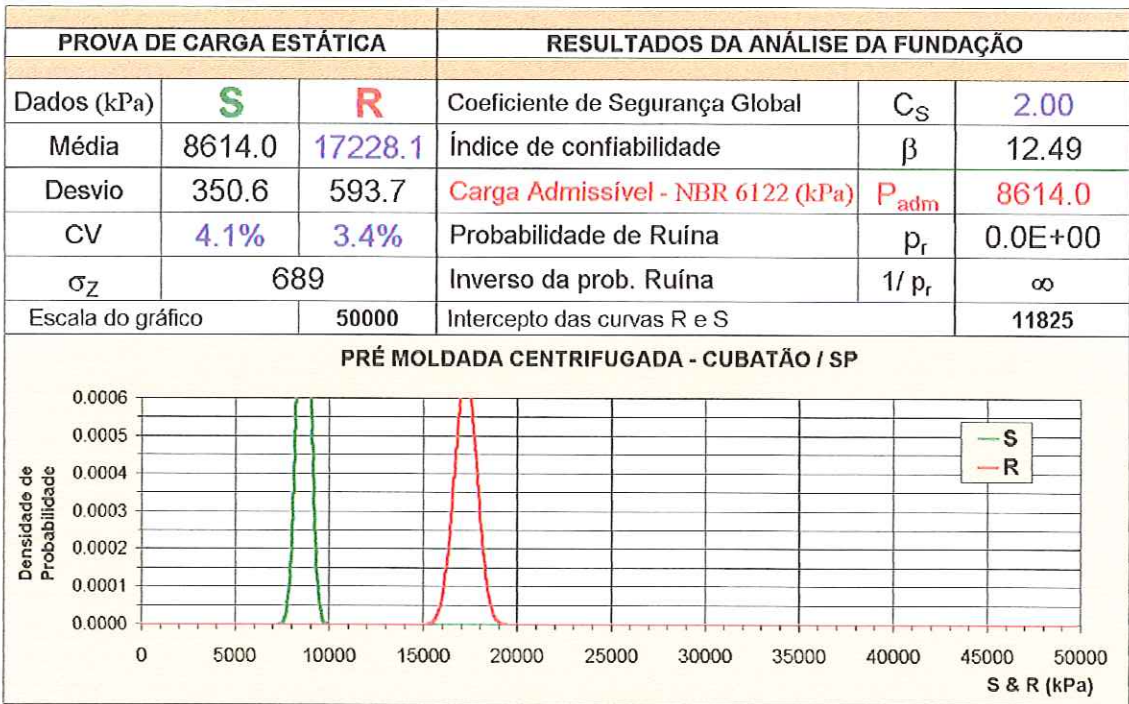


Figura 38. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$ - Cubatão/SP.

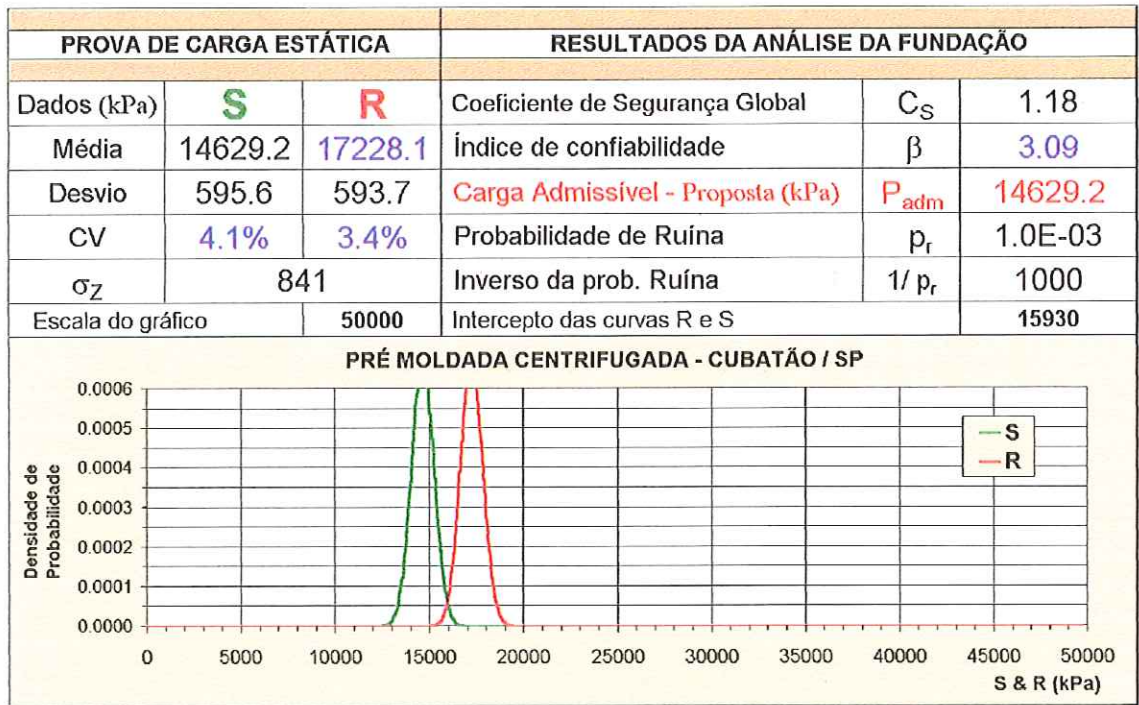


Figura 39. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$ - Cubatão/SP.

Tabela 8. Índice de confiabilidade x coeficiente de segurança – São Paulo.

Localização		Resistência Média (kPa)	Desvio Padrão (kPa)	Coeficiente de Variação (%)
Cubatão / SP		17228.1	593.7	3.4%
CS	β	Pr	1 / Pr	P_{adm}
1.0	0.0	0.50000000	2	17228.1
2.0	12.5	0.00000000	∞	8614.0
3.0	18.0	0.00000000	∞	5742.7
4.0	20.9	0.00000000	∞	4307.0
5.0	22.6	0.00000000	∞	3445.6
6.0	23.7	0.00000000	∞	2871.3
7.0	24.5	0.00000000	∞	2461.2
8.0	25.1	0.00000000	∞	2153.5
9.0	25.6	0.00000000	∞	1914.2
10.0	25.9	0.00000000	∞	1722.8
11.0	26.2	0.00000000	∞	1566.2
12.0	26.5	0.00000000	∞	1435.7
13.0	26.7	0.00000000	∞	1325.2
14.0	26.8	0.00000000	∞	1230.6
15.0	27.0	0.00000000	∞	1148.5

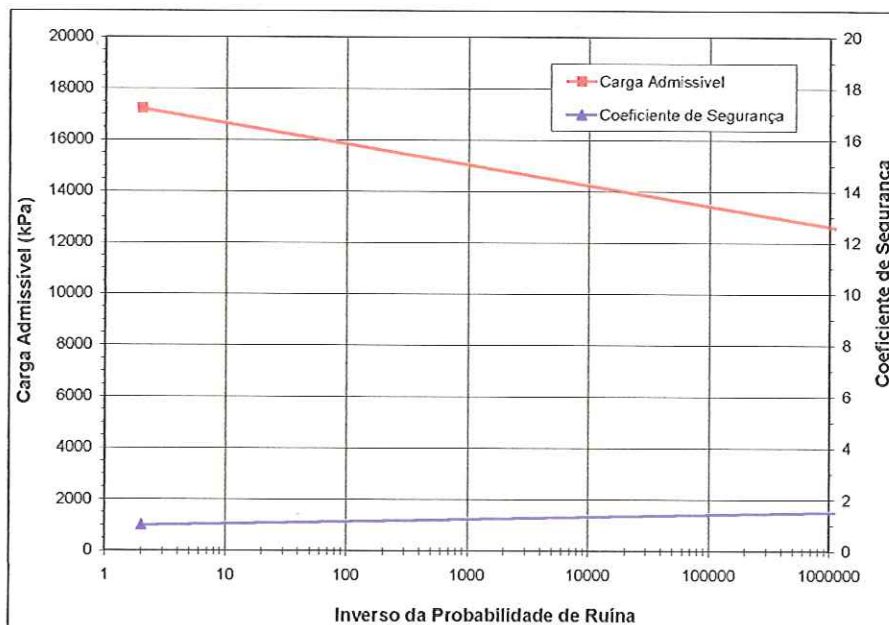


Figura 40. Carga admissível proposta - Cubatão/SP.

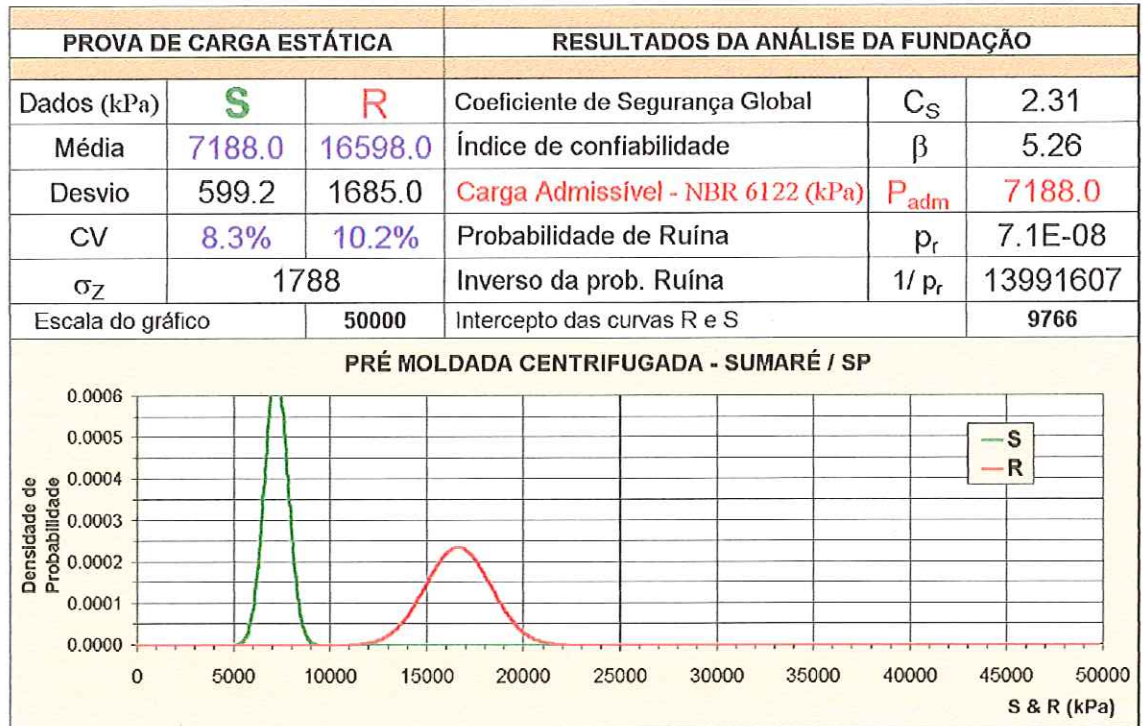


Figura 41. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 – Sumaré/SP.

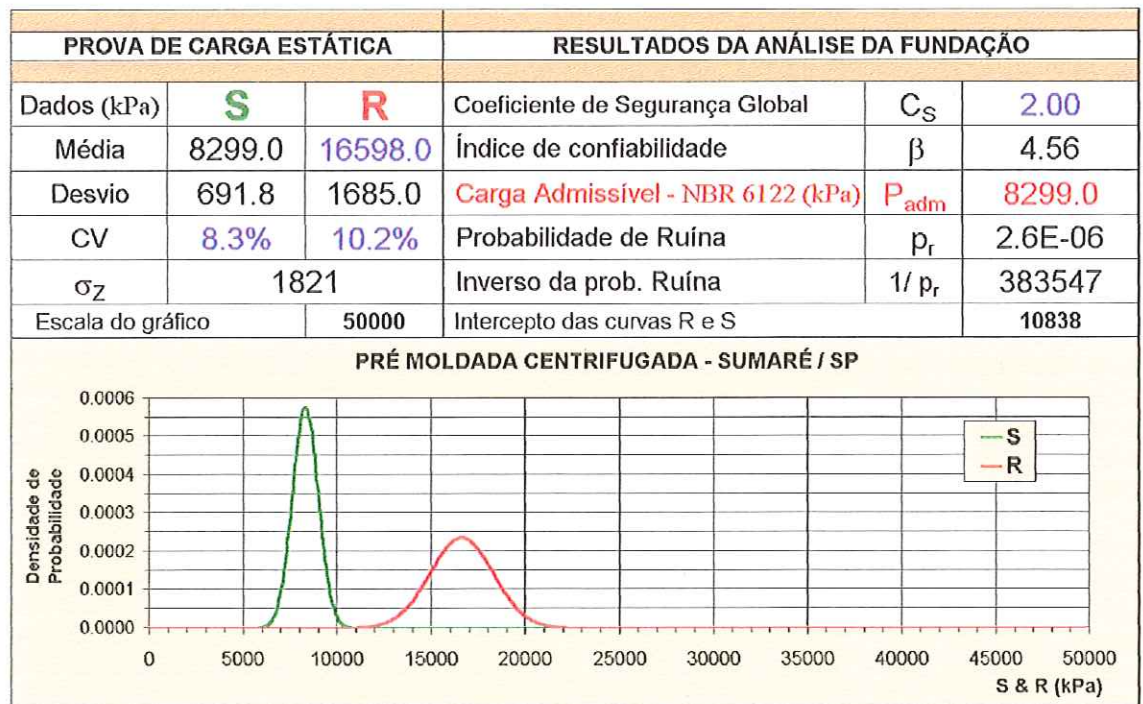


Figura 42. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$ - Sumaré/SP.

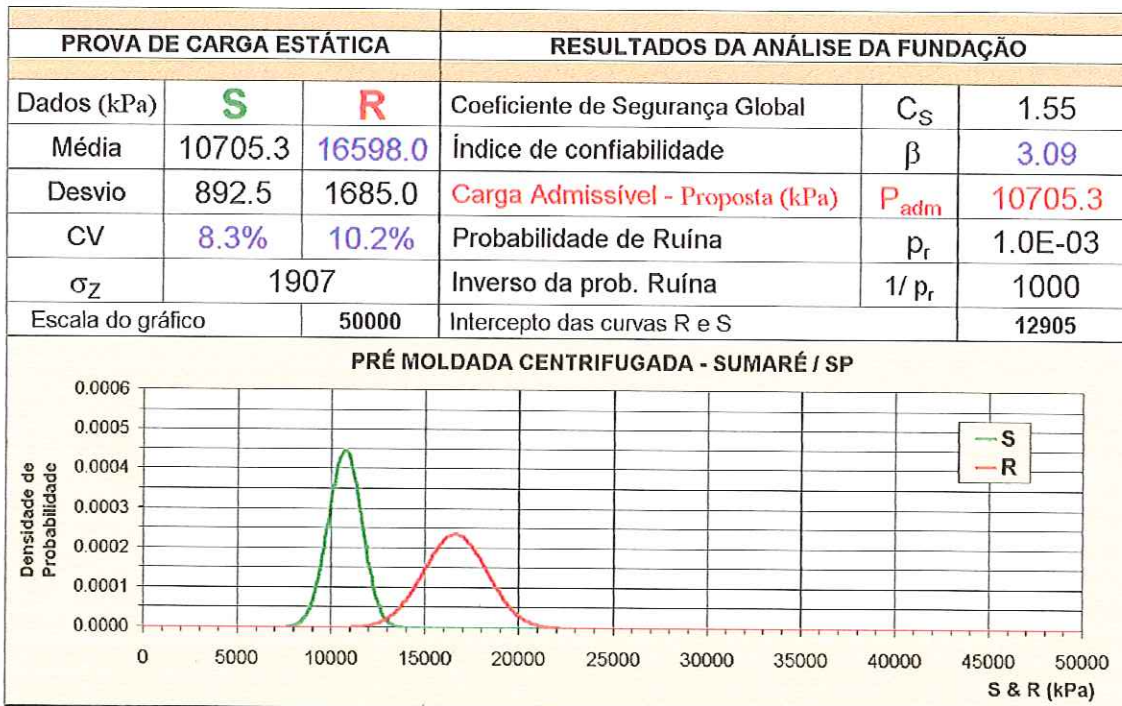


Figura 43. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$ - Sumaré/SP.

Tabela 9. Índice de confiabilidade x coeficiente de segurança – São Paulo.

Localização		Resistência Média (kPa)	Desvio Padrão (kPa)	Coeficiente de Variação (%)
Sumaré / SP		16598.0	1685.0	10.2%
CS	β	Pr	1 / Pr	P _{adm}
1.0	0.0	0.50000000	2	16598.0
2.0	4.6	0.00000261	383547	8299.0
3.0	6.3	0.00000000	8335306841	5532.7
4.0	7.2	0.00000000	4326224425908	4149.5
5.0	7.8	0.00000000	264917625139441	3319.6
6.0	8.1	0.00000000	∞	2766.3
7.0	8.4	0.00000000	∞	2371.1
8.0	8.6	0.00000000	∞	2074.8
9.0	8.7	0.00000000	∞	1844.2
10.0	8.8	0.00000000	∞	1659.8
11.0	8.9	0.00000000	∞	1508.9
12.0	9.0	0.00000000	∞	1383.2
13.0	9.1	0.00000000	∞	1276.8
14.0	9.1	0.00000000	∞	1185.6
15.0	9.2	0.00000000	∞	1106.5

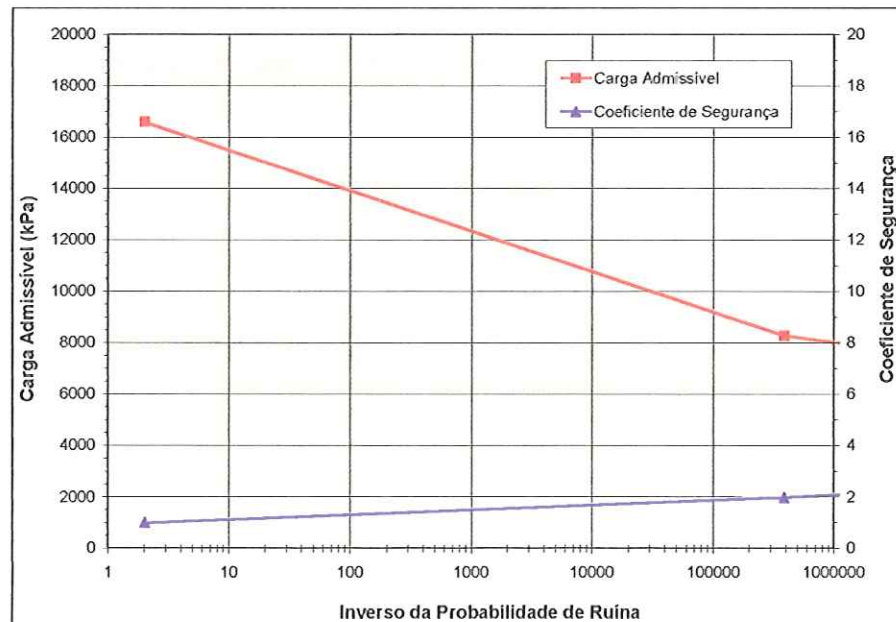


Figura 44. Carga admissível proposta - Sumaré/SP.

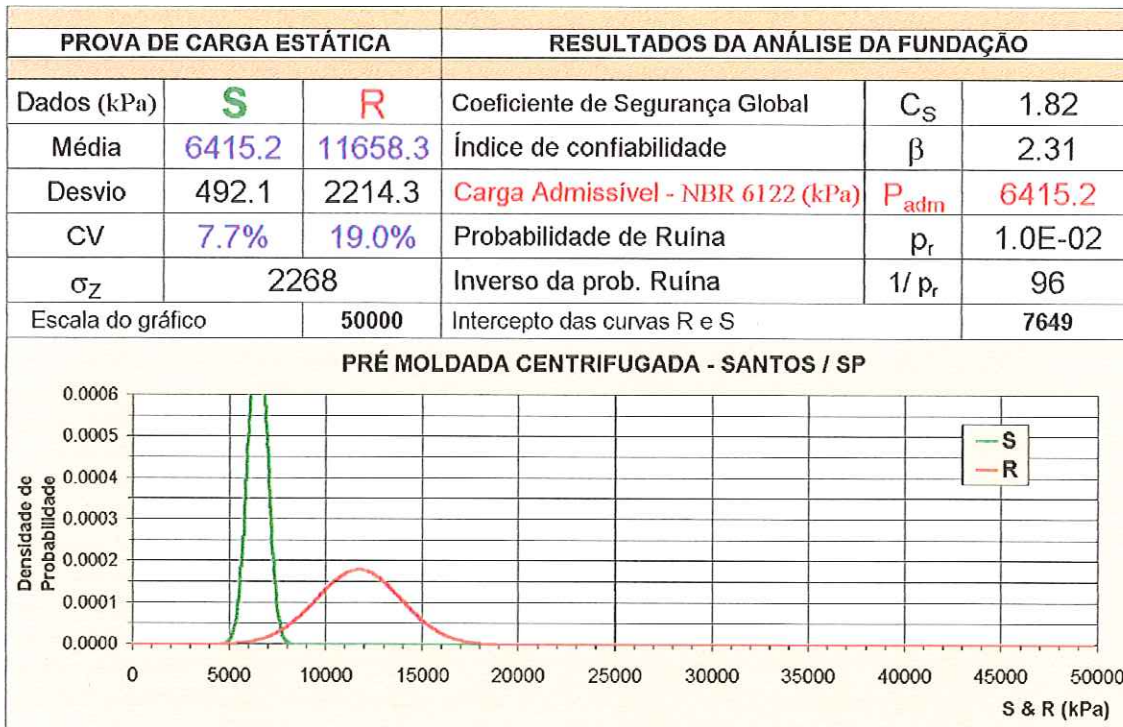


Figura 45. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 – Santos/SP.

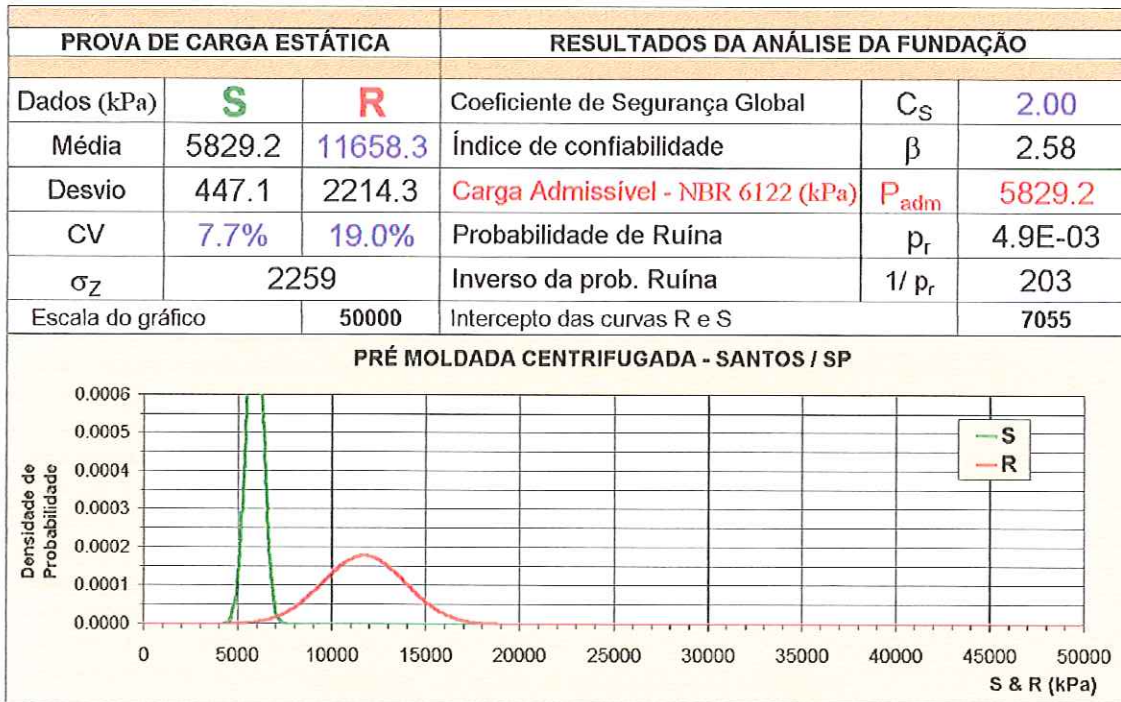


Figura 46. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$ - Santos/SP.

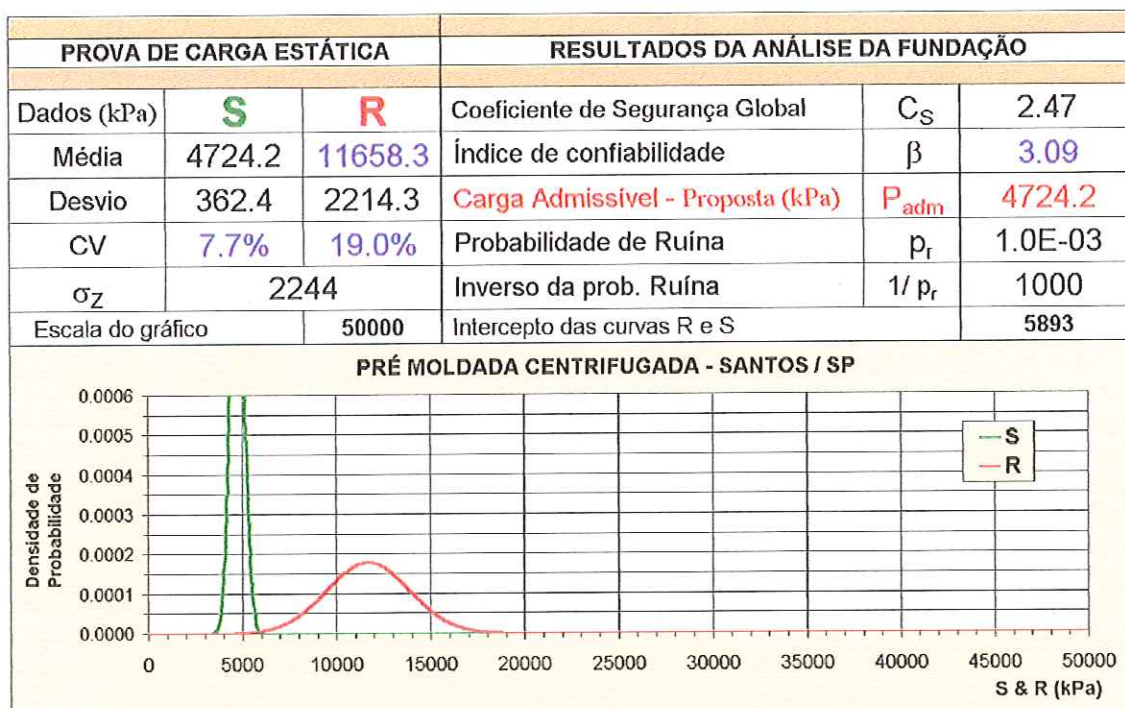


Figura 47. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$ - Santos/SP.

Tabela 10. Índice de confiabilidade x coeficiente de segurança – São Paulo.

Localização		Resistência Média (kPa)	Desvio Padrão (kPa)	Coeficiente de Variação (%)
Santos / SP		11658.3	2214.3	19.0%
CS	β	Pr	1 / Pr	P _{adm}
1.0	0.0	0.50000000	2	11658.3
2.0	2.6	0.00493392	203	5829.2
3.0	3.5	0.00025203	3968	3886.1
4.0	3.9	0.00004270	23417	2914.6
5.0	4.2	0.00001345	74339	2331.7
6.0	4.4	0.00000600	166556	1943.1
7.0	4.5	0.00000332	301598	1665.5
8.0	4.6	0.00000210	475257	1457.3
9.0	4.7	0.00000147	680668	1295.4
10.0	4.7	0.00000110	910405	1165.8
11.0	4.8	0.00000086	1157572	1059.8
12.0	4.8	0.00000071	1416260	971.5
13.0	4.9	0.00000059	1681638	896.8
14.0	4.9	0.00000051	1949879	832.7
15.0	4.9	0.00000045	2218025	777.2

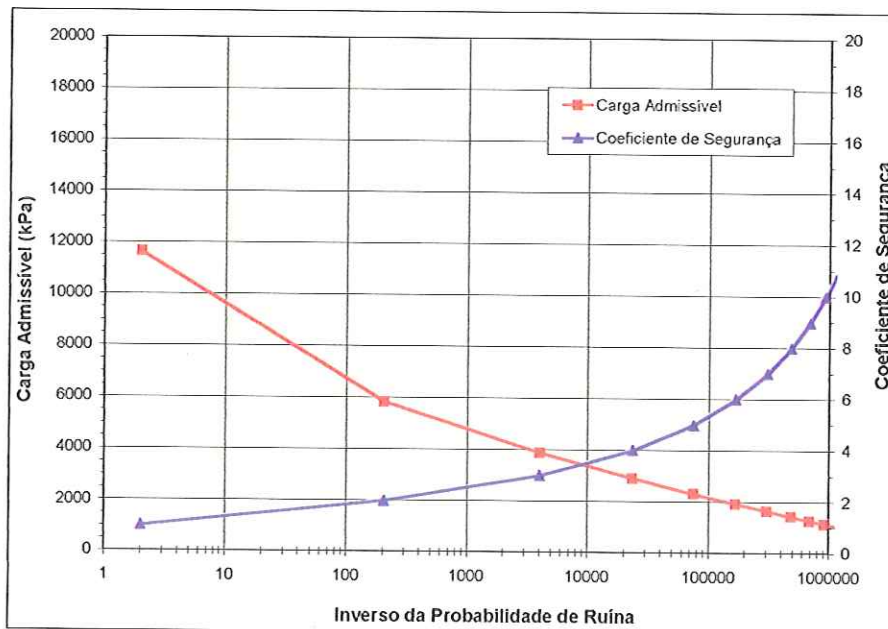


Figura 48. Carga admissível proposta - Santos/SP.

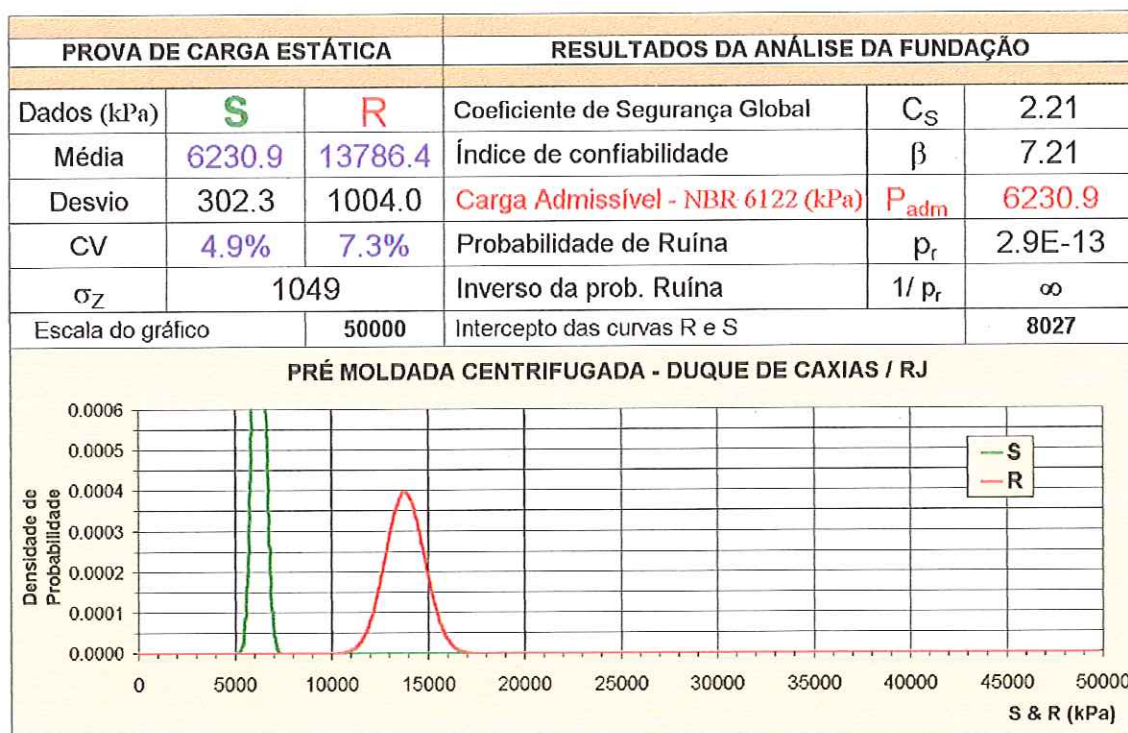


Figura 49. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 - Duque de Caxias/RJ.

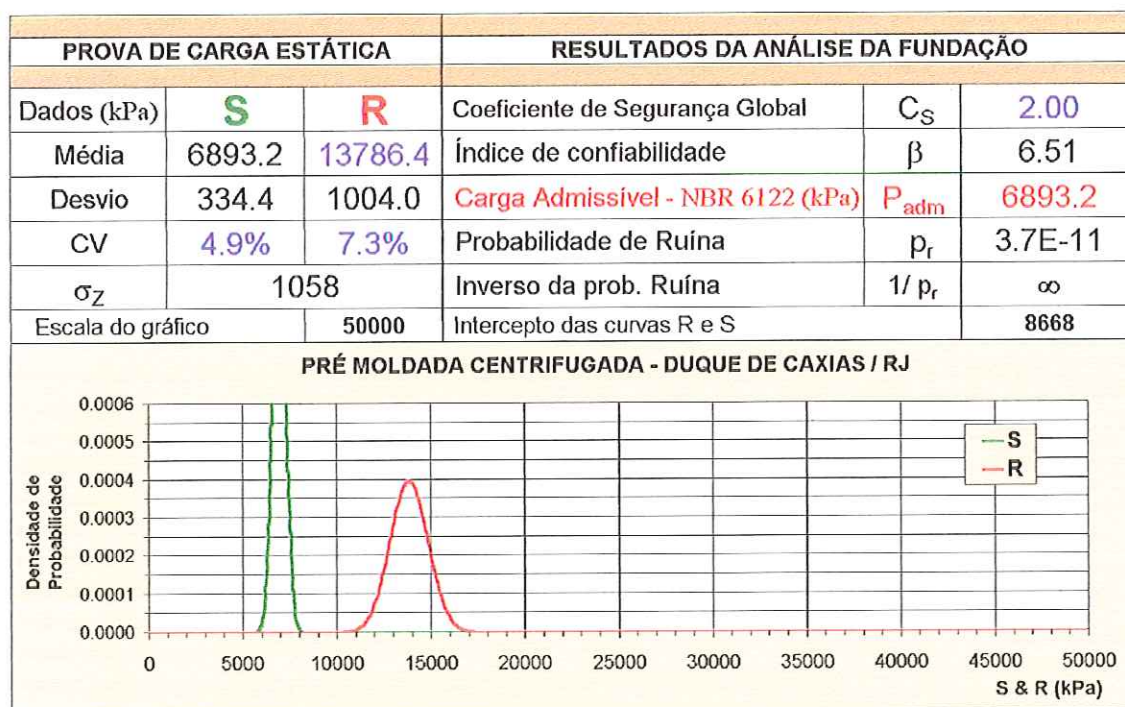


Figura 50. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$ - Duque de Caxias/RJ.

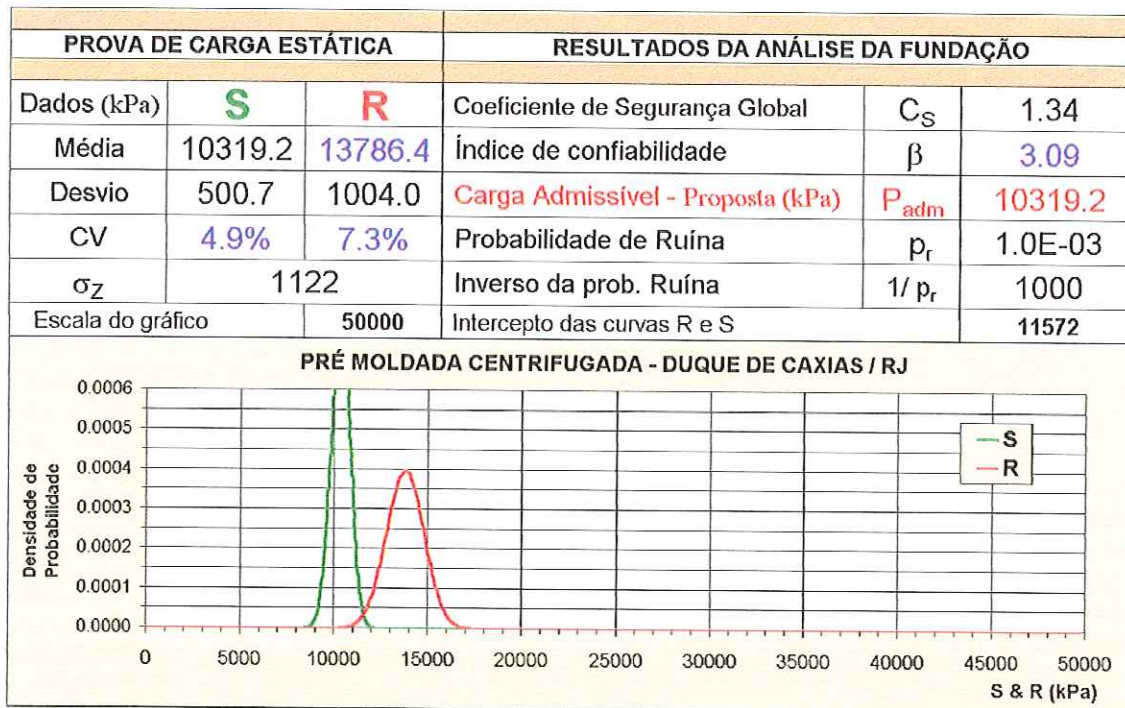


Figura 51. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$ - Duque de Caxias/RJ.

Tabela 11. Índice de confiabilidade x coeficiente de segurança – Rio de Janeiro.

Localização		Resistência Média (kPa)	Desvio Padrão (kPa)	Coeficiente de Variação (%)
Duque de Caxias / RJ		13786.4	1004.0	7.3%
CS	β	Pr	1 / Pr	P _{adm}
1.0	0.0	0.50000000	2	13786.4
2.0	6.5	0.00000000	27171284370	6893.2
3.0	8.9	0.00000000	∞	4595.5
4.0	10.2	0.00000000	∞	3446.6
5.0	10.9	0.00000000	∞	2757.3
6.0	11.4	0.00000000	∞	2297.7
7.0	11.7	0.00000000	∞	1969.5
8.0	12.0	0.00000000	∞	1723.3
9.0	12.2	0.00000000	∞	1531.8
10.0	12.3	0.00000000	∞	1378.6
11.0	12.5	0.00000000	∞	1253.3
12.0	12.6	0.00000000	∞	1148.9
13.0	12.7	0.00000000	∞	1060.5
14.0	12.7	0.00000000	∞	984.7
15.0	12.8	0.00000000	∞	919.1

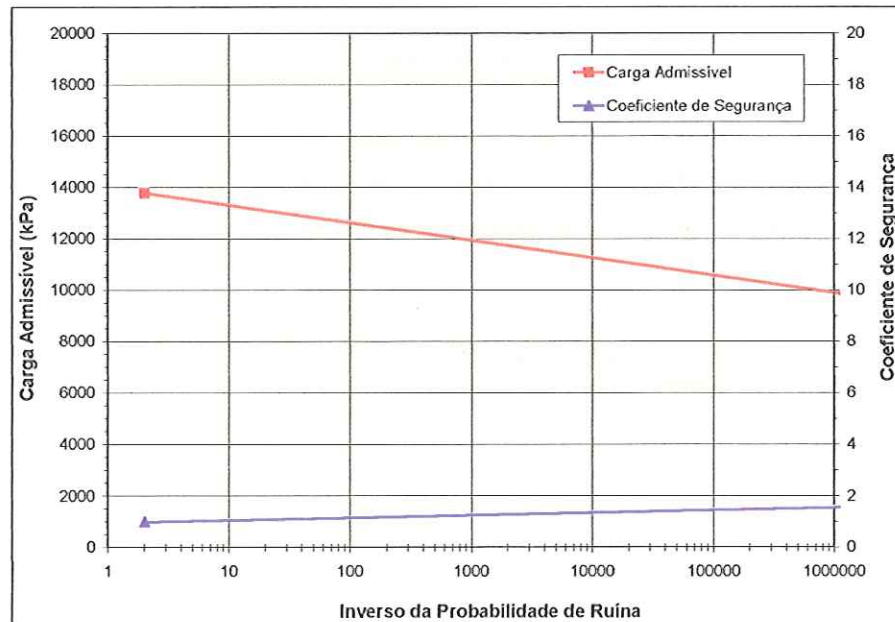


Figura 52. Carga admissível proposta - Duque de Caxias/RJ.

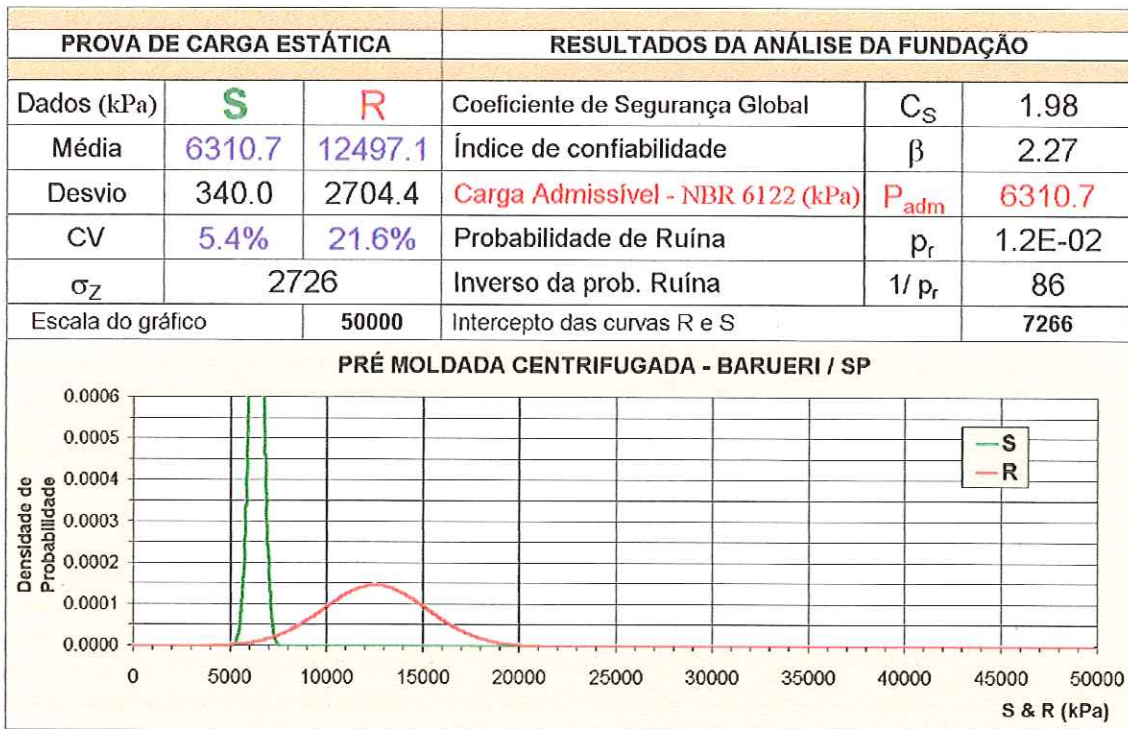


Figura 53. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 - Barueri/SP.

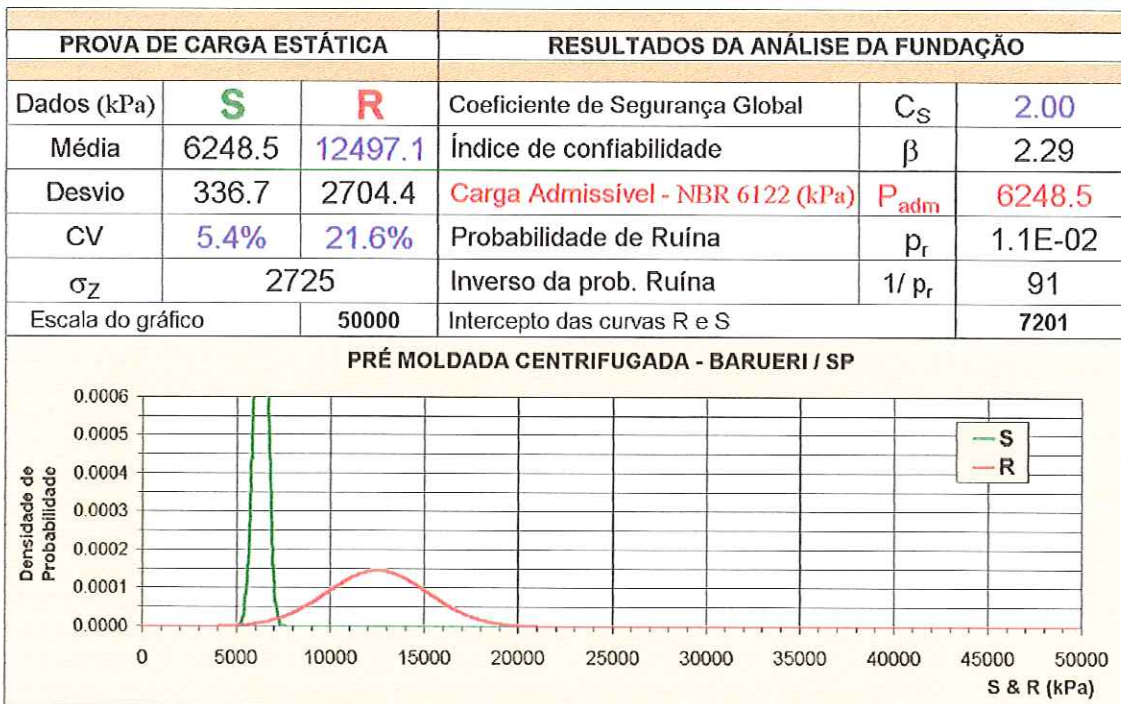


Figura 54. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$ - Barueri/SP.

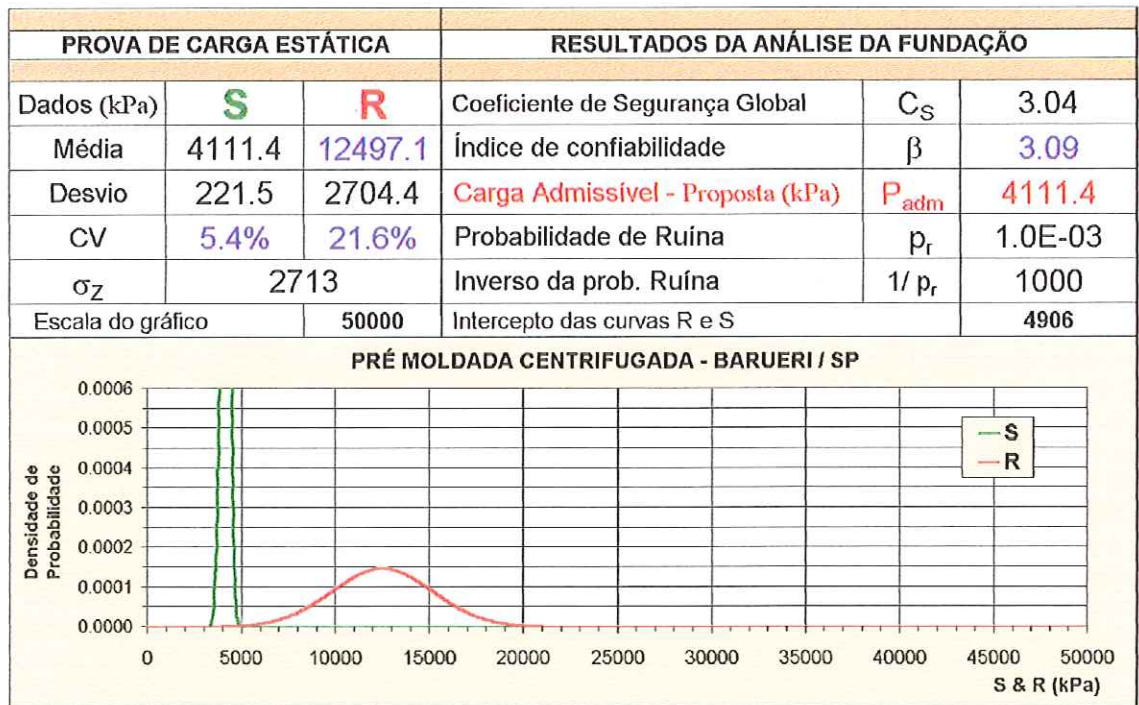


Figura 55. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$ - Barueri/SP.

Tabela 12. Índice de confiabilidade x coeficiente de segurança – São Paulo.

Localização		Resistência Média (kPa)	Desvio Padrão (kPa)	Coefficiente de Variação (%)
Barueri / SP		12497.1	2704.4	21.6%
CS	β	Pr	1 / Pr	P_{adm}
1.0	0.0	0.50000000	2	12497.1
2.0	2.3	0.01092918	91	6248.5
3.0	3.1	0.00106987	935	4165.7
4.0	3.5	0.00027105	3689	3124.3
5.0	3.7	0.00011117	8995	2499.4
6.0	3.8	0.00005967	16758	2082.8
7.0	4.0	0.00003775	26493	1785.3
8.0	4.0	0.00002657	37631	1562.1
9.0	4.1	0.00002014	49658	1388.6
10.0	4.2	0.00001609	62164	1249.7
11.0	4.2	0.00001336	74840	1136.1
12.0	4.2	0.00001143	87466	1041.4
13.0	4.3	0.00001001	99888	961.3
14.0	4.3	0.00000893	112002	892.6
15.0	4.3	0.00000808	123742	833.1

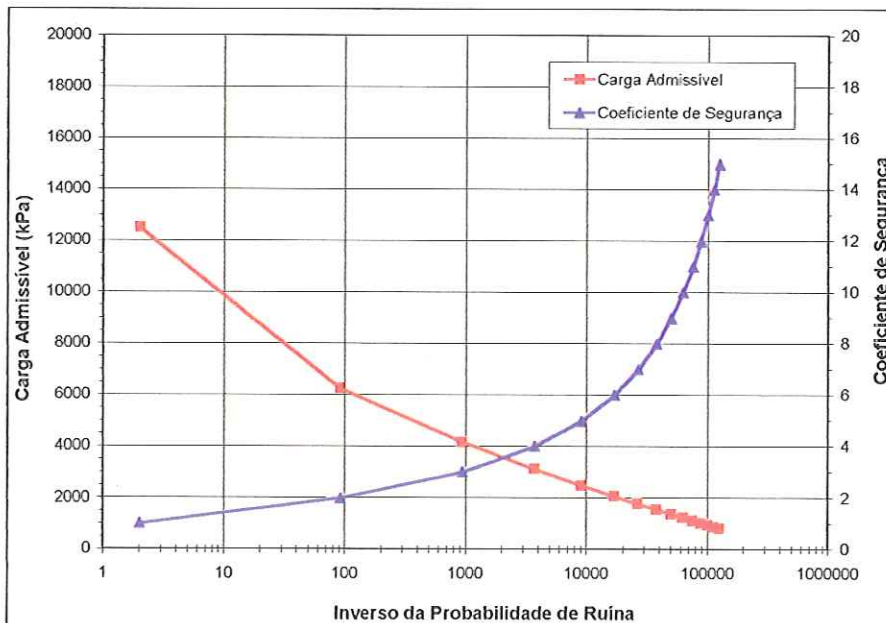


Figura 56. Carga admissível proposta - Barueri/SP.

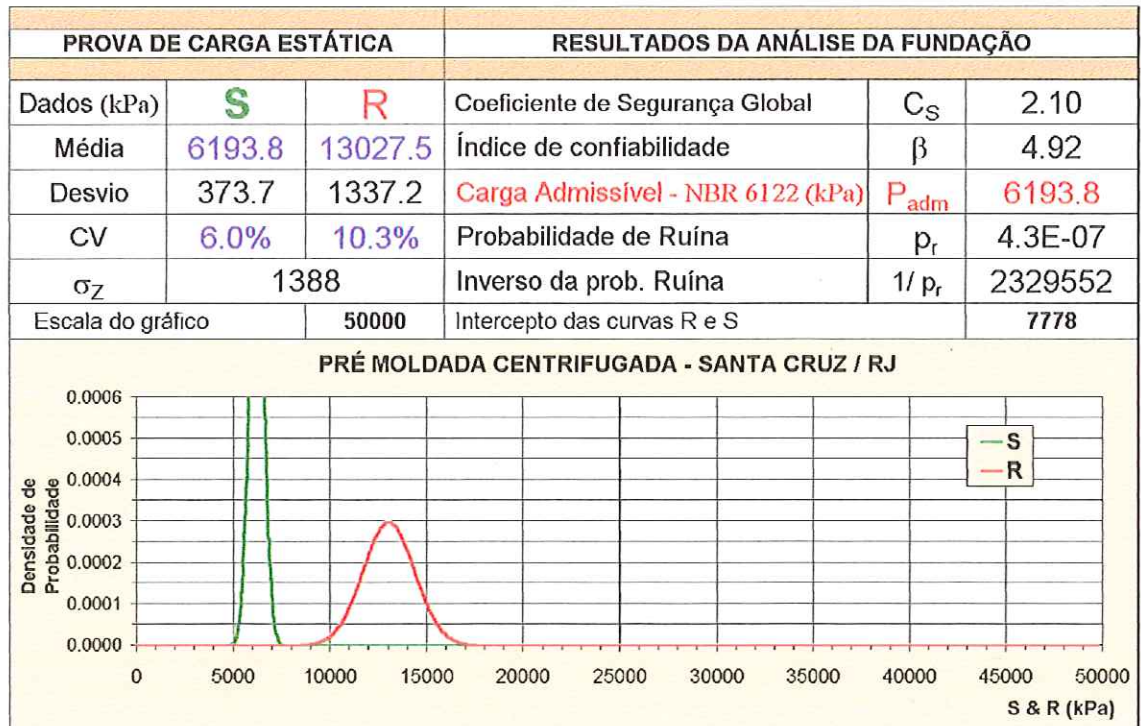


Figura 57. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 – Santa Cruz/RJ.

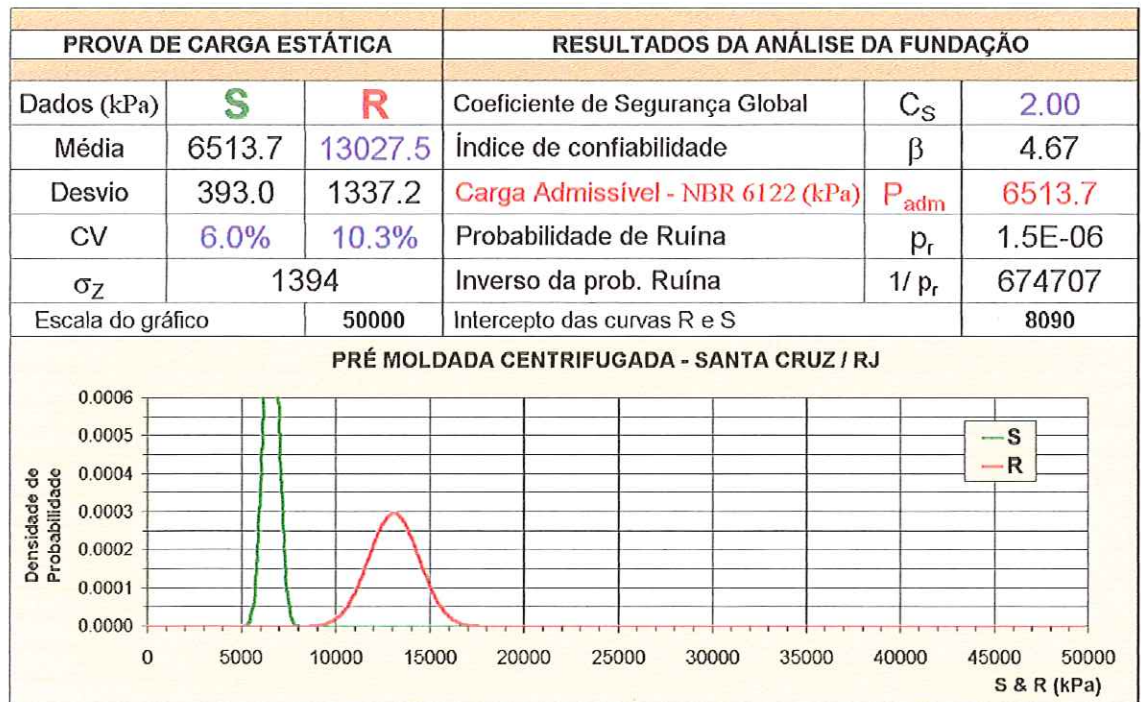


Figura 58. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$ - Santa Cruz/RJ.

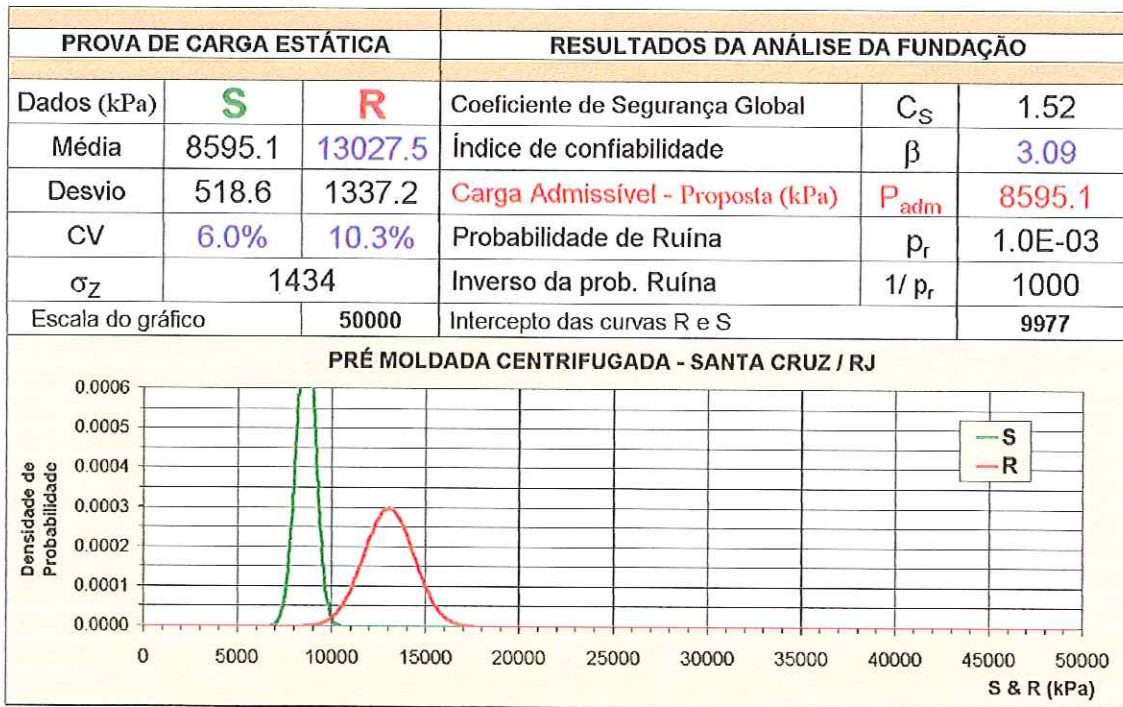


Figura 59. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$ - Santa Cruz/RJ.

Tabela 13. Índice de confiabilidade x coeficiente de segurança - Rio de Janeiro.

Localização		Resistência Média (kPa)	Desvio Padrão (kPa)	Coeficiente de Variação (%)
Santa Cruz / RJ		13027.5	1337.2	10.3%
CS	β	Pr	1 / Pr	P _{adm}
1.0	0.0	0.50000000	2	13027.5
2.0	4.7	0.00000148	674707	6513.7
3.0	6.4	0.00000000	10789455454	4342.5
4.0	7.2	0.00000000	4084897621198	3256.9
5.0	7.7	0.00000000	∞	2605.5
6.0	8.1	0.00000000	∞	2171.2
7.0	8.3	0.00000000	∞	1861.1
8.0	8.5	0.00000000	∞	1628.4
9.0	8.6	0.00000000	∞	1447.5
10.0	8.8	0.00000000	∞	1302.7
11.0	8.8	0.00000000	∞	1184.3
12.0	8.9	0.00000000	∞	1085.6
13.0	9.0	0.00000000	∞	1002.1
14.0	9.0	0.00000000	∞	930.5
15.0	9.1	0.00000000	∞	868.5

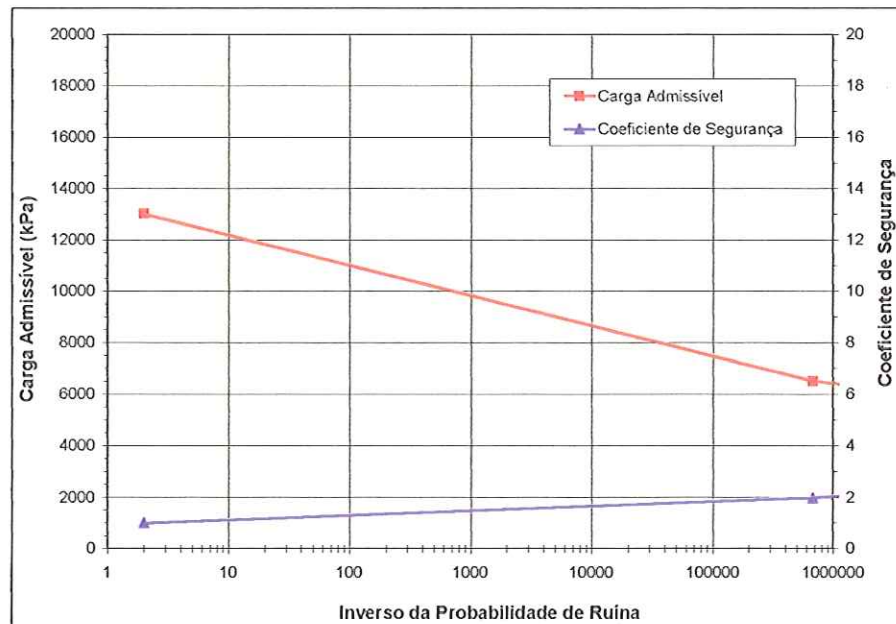


Figura 60. Carga admissível proposta - Santa Cruz/RJ.

Tabela 14. Resumo das análises realizadas para as fundações analisadas.

Localização	Análises	Resistência 1			Solicitação 1			CS	β	Pr	1 / Pr	P _{adm} (kPa)
		Média (kPa)	Desvio (kPa)	CV (%)	Média (kPa)	Desvio (kPa)	CV (%)					
ANGRA DOS REIS / RJ	Análise 1	14493.3	201.8	1.4%	6620.8	0.0	0.0%	2.2	38.93	0.00000	∞	6620.8
	Análise 2	14493.3	201.8	1.4%	7246.7	0.0	0.0%	2.0	35.85	0.00000	∞	7246.7
	Análise 3	14493.3	201.8	1.4%	13867.3	0.0	0.0%	1.0	3.09	0.00100	1000	13867.3
CUBATÃO / SP	Análise 1	17228.1	593.7	3.4%	7361.0	299.6	4.1%	2.3	14.84	0.00000	∞	7361.0
	Análise 2	17228.1	593.7	3.4%	8614.0	350.6	4.1%	2.0	12.49	0.00000	∞	8614.0
	Análise 3	17228.1	593.7	3.4%	14629.2	595.6	4.1%	1.2	3.09	0.00100	1000	14629.2
SUMARÉ / SP	Análise 1	16598.0	1685.0	10.2%	7188.0	599.2	8.3%	2.3	5.26	0.00000	13991607	7188.0
	Análise 2	16598.0	1685.0	10.2%	8299.0	691.8	8.3%	2.0	4.56	0.00000	383547	8299.0
	Análise 3	16598.0	1685.0	10.2%	10705.3	892.5	8.3%	1.6	3.09	0.00100	1000	10705.3
SANTOS / SP	Análise 1	11658.3	2214.3	19.0%	6415.2	492.1	7.7%	1.8	2.31	0.01040	96	6415.2
	Análise 2	11658.3	2214.3	19.0%	5829.2	447.1	7.7%	2.0	2.58	0.00493	203	5829.2
	Análise 3	11658.3	2214.3	19.0%	4724.2	362.4	7.7%	2.5	3.09	0.00100	1000	4724.2
DUQUE DE CAXIAS / RJ	Análise 1	13786.4	1004.0	7.3%	6230.9	302.3	4.9%	2.2	7.21	0.00000	∞	6230.9
	Análise 2	13786.4	1004.0	7.3%	6893.2	334.4	4.9%	2.0	6.51	0.00000	∞	6893.2
	Análise 3	13786.4	1004.0	7.3%	10319.2	500.7	4.9%	1.3	3.09	0.00100	1000	10319.2
BARUERI / SP	Análise 1	12497.1	2704.4	21.6%	6310.7	340.0	5.4%	2.0	2.27	0.01161	86	6310.7
	Análise 2	12497.1	2704.4	21.6%	6248.5	336.7	5.4%	2.0	2.29	0.01093	91	6248.5
	Análise 3	12497.1	2704.4	21.6%	4111.4	221.5	5.4%	3.0	3.09	0.00100	1000	4111.4
SANTA CRUZ / RJ	Análise 1	13027.5	1337.2	10.3%	6193.8	373.7	6.0%	2.1	4.92	0.00000	2329552	6193.8
	Análise 2	13027.5	1337.2	10.3%	6513.7	393.0	6.0%	2.0	4.67	0.00000	674707	6513.7
	Análise 3	13027.5	1337.2	10.3%	8595.1	518.6	6.0%	1.5	3.09	0.00100	1000	8595.1

Tabela 15. Tensões resistentes nas estacas analisadas.

Estaca	Local	Número	Estaca			Área (m ²)	Resis. Estrutural (kN)	Carga de Ruptura (kN)	Resistência 2 (kPa)
			D (m)	E (m)	L (m)				
20	ANGRA DOS REIS/RJ	3	0.50	0.09	18.00	0.1159	2868.6	2868.6	24745.6
21	ANGRA DOS REIS/RJ		0.50	0.09	15.40	0.1159	2868.6	2800.0	24153.6
22	ANGRA DOS REIS/RJ		0.50	0.09	13.10	0.1159	2868.6	2868.6	24745.6
1	CUBATÃO/SP	3	0.26	0.06	18.90	0.0377	932.9	932.9	24745.6
2	CUBATÃO/SP		0.26	0.06	21.12	0.0377	932.9	932.9	24745.6
7	CUBATÃO/SP		0.33	0.07	21.10	0.0572	1414.9	1414.9	24745.6
3	SUMARÉ/SP	3	0.26	0.06	10.50	0.0377	932.9	932.9	24745.6
4	SUMARÉ/SP		0.26	0.06	11.20	0.0377	932.9	932.9	24745.6
16	SUMARÉ/SP		0.42	0.08	14.97	0.0855	2114.5	2030.0	23756.2
8	SANTOS/SP	4	0.33	0.07	39.90	0.0572	1414.9	1150.0	20113.0
24	SANTOS/SP		0.50	0.09	26.50	0.1159	2868.6	2690.0	23204.7
25	SANTOS/SP		0.60	0.10	34.00	0.1571	3887.0	2730.0	17379.7
26	SANTOS/SP		0.60	0.10	34.00	0.1571	3887.0	2780.0	17698.0
15	DUQUE DE CAXIAS/RJ	5	0.42	0.08	21.10	0.0855	2114.5	2114.5	24745.6
23	DUQUE DE CAXIAS/RJ		0.50	0.09	15.80	0.1159	2868.6	2440.0	21048.1
45	DUQUE DE CAXIAS/RJ		0.60	0.10	29.80	0.1571	3887.0	3887.0	24745.6
46	DUQUE DE CAXIAS/RJ		0.60	0.10	27.10	0.1571	3887.0	3887.0	24745.6
47	DUQUE DE CAXIAS/RJ		0.60	0.10	28.70	0.1571	3887.0	3887.0	24745.6
32	BARUERI/SP	6	0.60	0.10	26.40	0.1571	3887.0	2930.0	18653.0
33	BARUERI/SP		0.60	0.10	19.90	0.1571	3887.0	3887.0	24745.6
34	BARUERI/SP		0.70	0.11	16.50	0.2039	5045.4	3080.0	15106.2
35	BARUERI/SP		0.50	0.09	20.20	0.1159	2868.6	2680.0	23118.4
36	BARUERI/SP		0.50	0.09	9.40	0.1159	2868.6	2868.6	24745.6
37	BARUERI/SP		0.50	0.09	18.70	0.1159	2868.6	2868.6	24745.6
11	SANTA CRUZ/RJ	8	0.33	0.07	23.00	0.0572	1414.9	1260.0	22036.8
17	SANTA CRUZ/RJ		0.42	0.08	23.15	0.0855	2114.5	1920.0	22468.9
28	SANTA CRUZ/RJ		0.60	0.10	29.50	0.1571	3887.0	3887.0	24745.6
29	SANTA CRUZ/RJ		0.60	0.10	27.40	0.1571	3887.0	3270.0	20817.5
30	SANTA CRUZ/RJ		0.60	0.10	38.85	0.1571	3887.0	3887.0	24745.6
31	SANTA CRUZ/RJ		0.60	0.10	28.75	0.1571	3887.0	3887.0	24745.6
48	SANTA CRUZ/RJ		0.60	0.10	29.00	0.1571	3887.0	3220.0	20499.2
51	SANTA CRUZ/RJ		0.70	0.11	30.10	0.2039	5045.4	4400.0	21580.3

Tabela 16. Tensões solicitantes nas estacas analisadas.

Estaca	Local	Número	Estaca			Área (m ²)	Admissível estrutural (kN)	Solicitação 2 (kPa)
			D (m)	E (m)	L (m)			
20	ANGRA DOS REIS/RJ	3	0.50	0.09	18.00	0.1159	1300.0	11214.2
21	ANGRA DOS REIS/RJ		0.50	0.09	15.40	0.1159	1300.0	11214.2
22	ANGRA DOS REIS/RJ		0.50	0.09	13.10	0.1159	1300.0	11214.2
1	CUBATÃO/SP	3	0.26	0.06	18.90	0.0377	400.0	10610.3
2	CUBATÃO/SP		0.26	0.06	21.12	0.0377	400.0	10610.3
7	CUBATÃO/SP		0.33	0.07	21.10	0.0572	600.0	10493.7
3	SUMARÉ/SP	3	0.26	0.06	10.50	0.0377	400.0	10610.3
4	SUMARÉ/SP		0.26	0.06	11.20	0.0377	400.0	10610.3
16	SUMARÉ/SP		0.42	0.08	14.97	0.0855	900.0	10532.3
8	SANTOS/SP	4	0.33	0.07	39.90	0.0572	600.0	10493.7
24	SANTOS/SP		0.50	0.09	26.50	0.1159	1300.0	11214.2
25	SANTOS/SP		0.60	0.10	34.00	0.1571	1700.0	10822.5
26	SANTOS/SP		0.60	0.10	34.00	0.1571	1700.0	10822.5
15	DUQUE DE CAXIAS/RJ	5	0.42	0.08	21.10	0.0855	900.0	10532.3
23	DUQUE DE CAXIAS/RJ		0.50	0.09	15.80	0.1159	1300.0	11214.2
45	DUQUE DE CAXIAS/RJ		0.60	0.10	29.80	0.1571	1700.0	10822.5
46	DUQUE DE CAXIAS/RJ		0.60	0.10	27.10	0.1571	1700.0	10822.5
47	DUQUE DE CAXIAS/RJ		0.60	0.10	28.70	0.1571	1700.0	10822.5
32	BARUERI/SP	6	0.60	0.10	26.40	0.1571	1700.0	10822.5
33	BARUERI/SP		0.60	0.10	19.90	0.1571	1700.0	10822.5
34	BARUERI/SP		0.70	0.11	16.50	0.2039	2300.0	11280.6
35	BARUERI/SP		0.50	0.09	20.20	0.1159	1300.0	11214.2
36	BARUERI/SP		0.50	0.09	9.40	0.1159	1300.0	11214.2
37	BARUERI/SP		0.50	0.09	18.70	0.1159	1300.0	11214.2
11	SANTA CRUZ/RJ	8	0.33	0.07	23.00	0.0572	600.0	10493.7
17	SANTA CRUZ/RJ		0.42	0.08	23.15	0.0855	900.0	10532.3
28	SANTA CRUZ/RJ		0.60	0.10	29.50	0.1571	1700.0	10822.5
29	SANTA CRUZ/RJ		0.60	0.10	27.40	0.1571	1700.0	10822.5
30	SANTA CRUZ/RJ		0.60	0.10	38.85	0.1571	1700.0	10822.5
31	SANTA CRUZ/RJ		0.60	0.10	28.75	0.1571	1700.0	10822.5
48	SANTA CRUZ/RJ		0.60	0.10	29.00	0.1571	1700.0	10822.5
51	SANTA CRUZ/RJ		0.70	0.11	30.10	0.2039	2300.0	11280.6

Tabela 17. Estatísticas dos grupos de provas de carga.

Local	Número	Estaca	D (m)	Resistência 2 (kPa)	Resistência 2			Solicitação 2 (kPa)	Solicitação 2		
					Média (kPa)	Desvio (kPa)	CV %		Média (kPa)	Desvio (kPa)	CV %
ANGRA DOS REIS / RJ	3	20	0.50	24745.6	24548.3	341.8	1.4%	11214.2	11214.2	0.0	0.0%
		21	0.50	24153.6				11214.2			
		22	0.50	24745.6				11214.2			
CUBATÃO / SP	3	1	0.26	24745.6	24745.6	0.0	0.0%	10610.3	10571.5	67.3	0.6%
		2	0.26	24745.6				10610.3			
		7	0.33	24745.6				10493.7			
SUMARÉ / SP	3	3	0.26	24745.6	24415.8	571.2	2.3%	10610.3	10584.3	45.0	0.4%
		4	0.26	24745.6				10610.3			
		16	0.42	23756.2				10532.3			
SANTOS / SP	4	8	0.33	20113.0	19598.9	2695.9	13.8%	10493.7	10838.2	294.7	2.7%
		24	0.50	23204.7				11214.2			
		25	0.60	17379.7				10822.5			
		26	0.60	17698.0				10822.5			
DUQUE DE CAXIAS / RJ	5	15	0.42	24745.6	24006.1	1653.6	6.9%	10532.3	10842.8	242.7	2.2%
		23	0.50	21048.1				11214.2			
		45	0.60	24745.6				10822.5			
		46	0.60	24745.6				10822.5			
		47	0.60	24745.6				10822.5			
BARUERI / SP	6	32	0.60	18653.0	21852.4	4061.1	18.6%	10822.5	11094.7	212.4	1.9%
		33	0.60	24745.6				10822.5			
		34	0.70	15106.2				11280.6			
		35	0.50	23118.4				11214.2			
		36	0.50	24745.6				11214.2			
		37	0.50	24745.6				11214.2			
SANTA CRUZ / RJ	8	11	0.33	22038.8	22705.0	1800.3	7.9%	10493.7	10802.4	238.7	2.2%
		17	0.42	22468.9				10532.3			
		28	0.60	24745.6				10822.5			
		29	0.60	20817.5				10822.5			
		30	0.60	24745.6				10822.5			
		31	0.60	24745.6				10822.5			
		48	0.60	20499.2				10822.5			
		51	0.70	21580.3				11280.6			

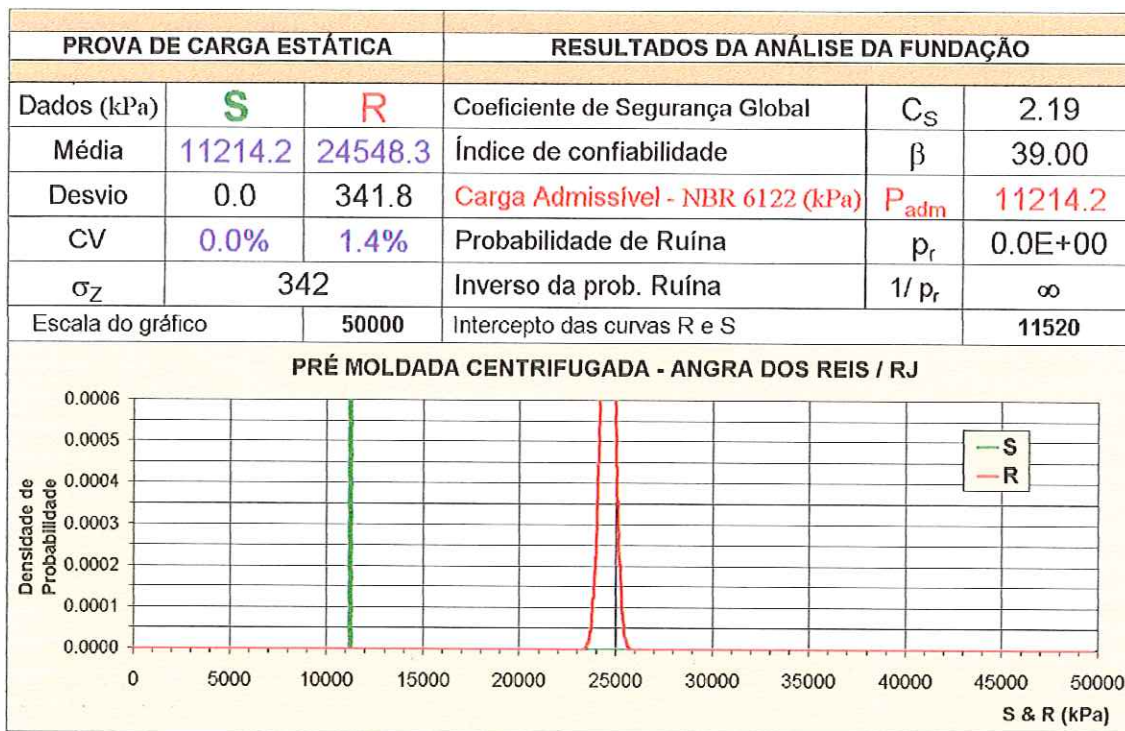


Figura 61. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 – Angra dos Reis/RJ.

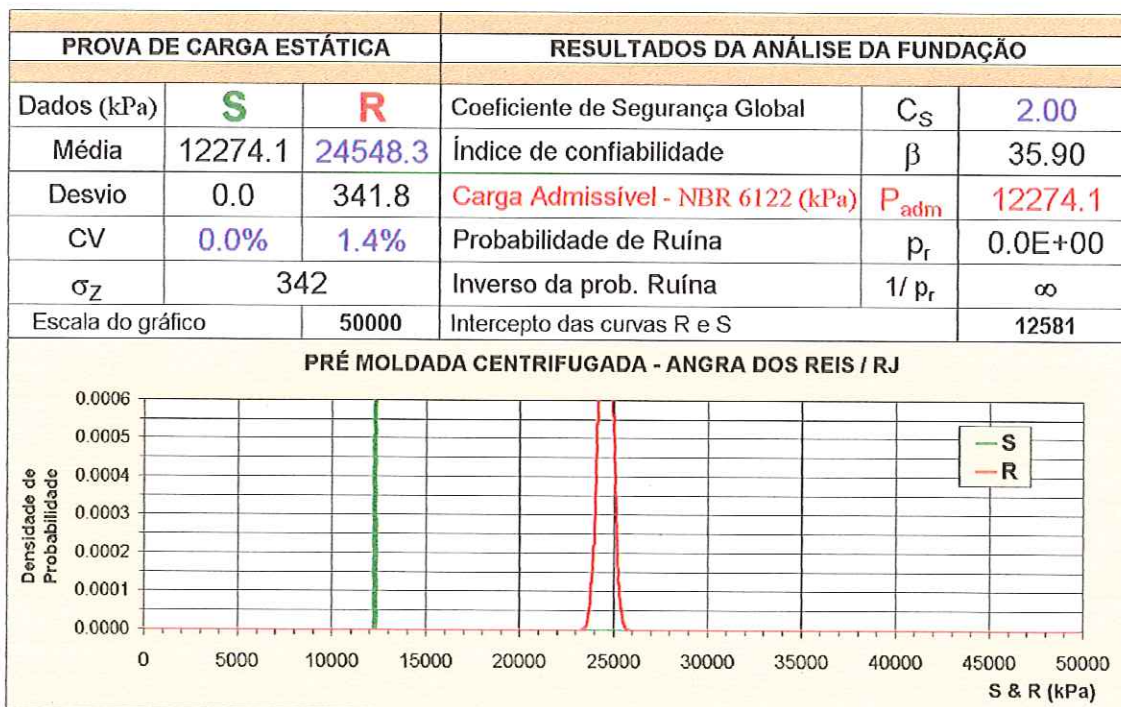


Figura 62. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$ - Angra dos Reis/RJ.

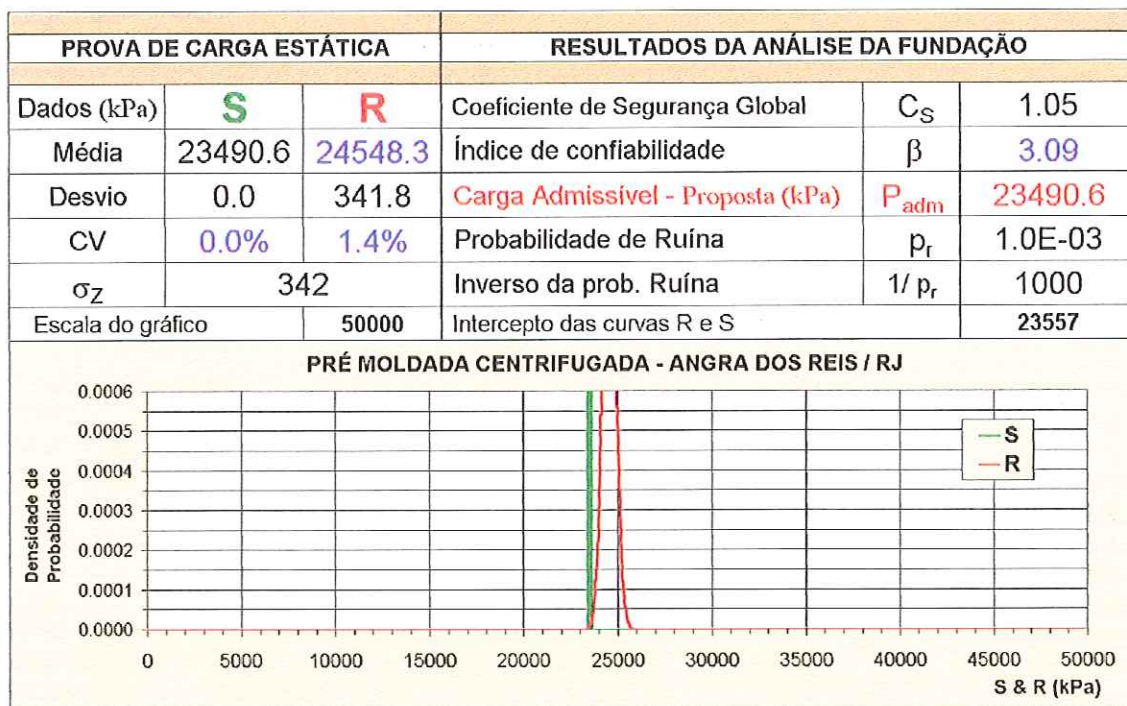


Figura 63. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$ - Angra dos Reis/RJ.

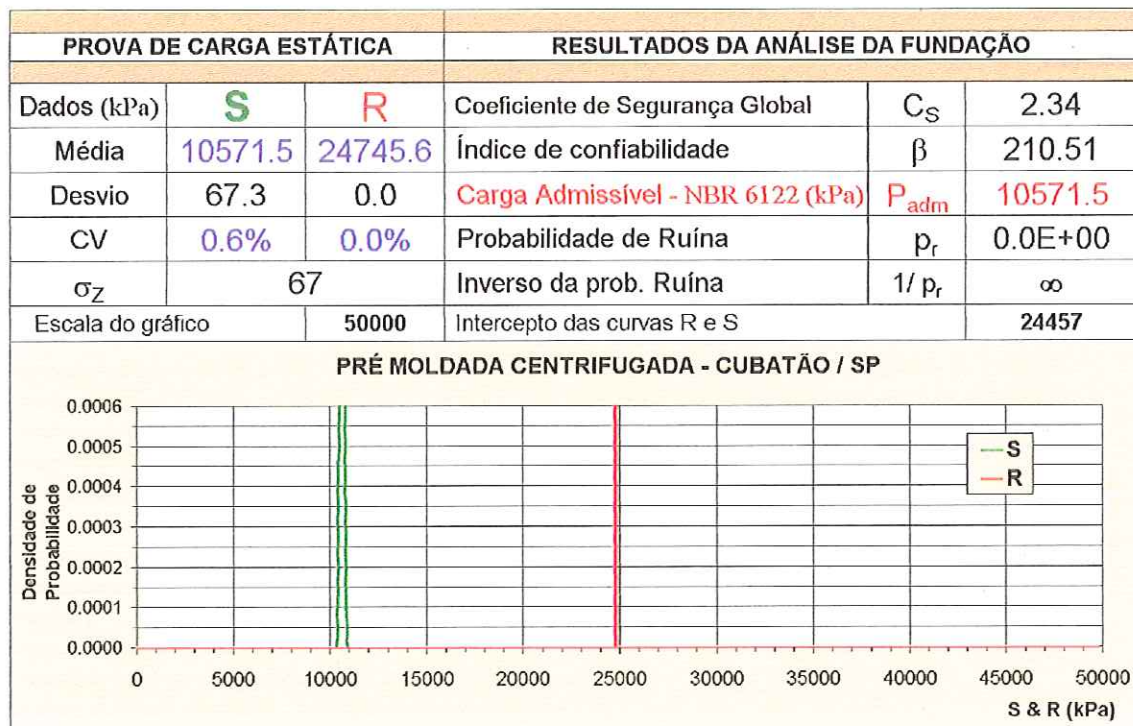


Figura 64. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 - Cubatão/SP.

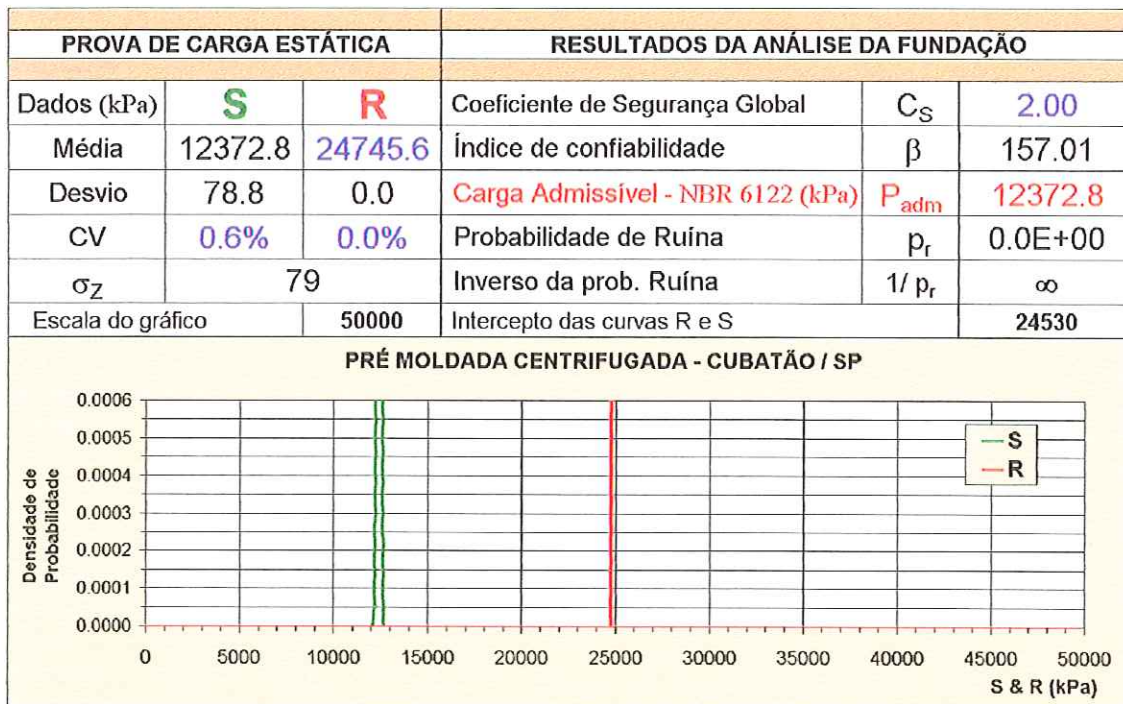


Figura 65. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$ - Cubatão/SP.

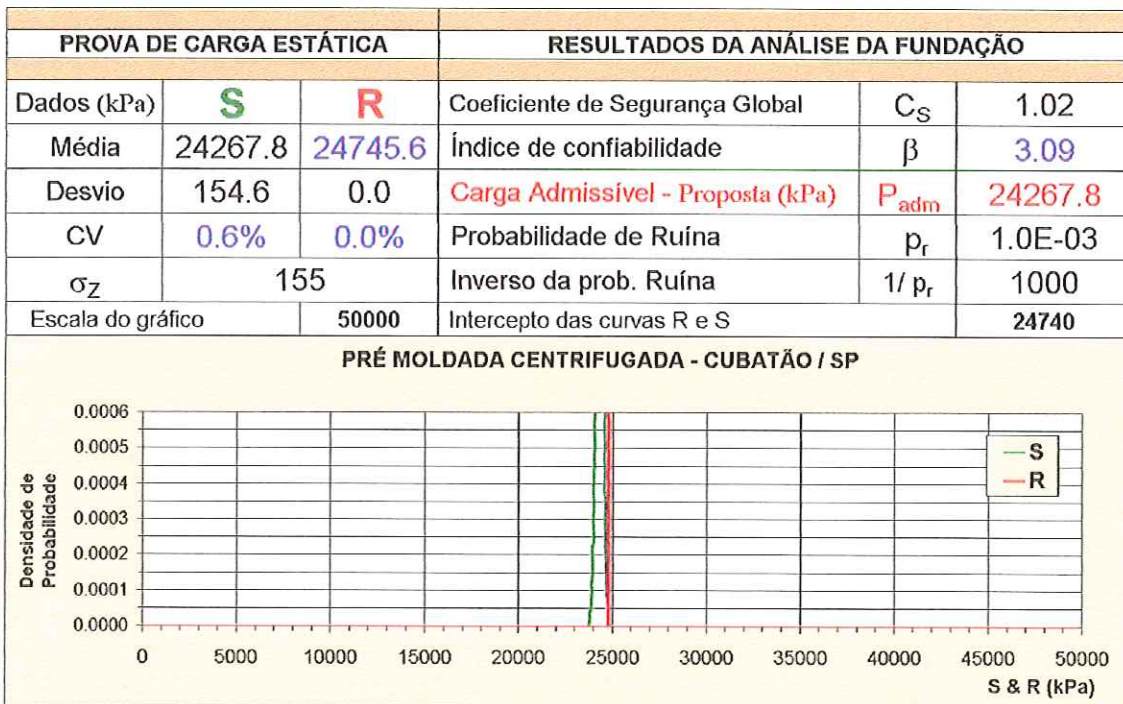


Figura 66. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$ - Cubatão/SP.

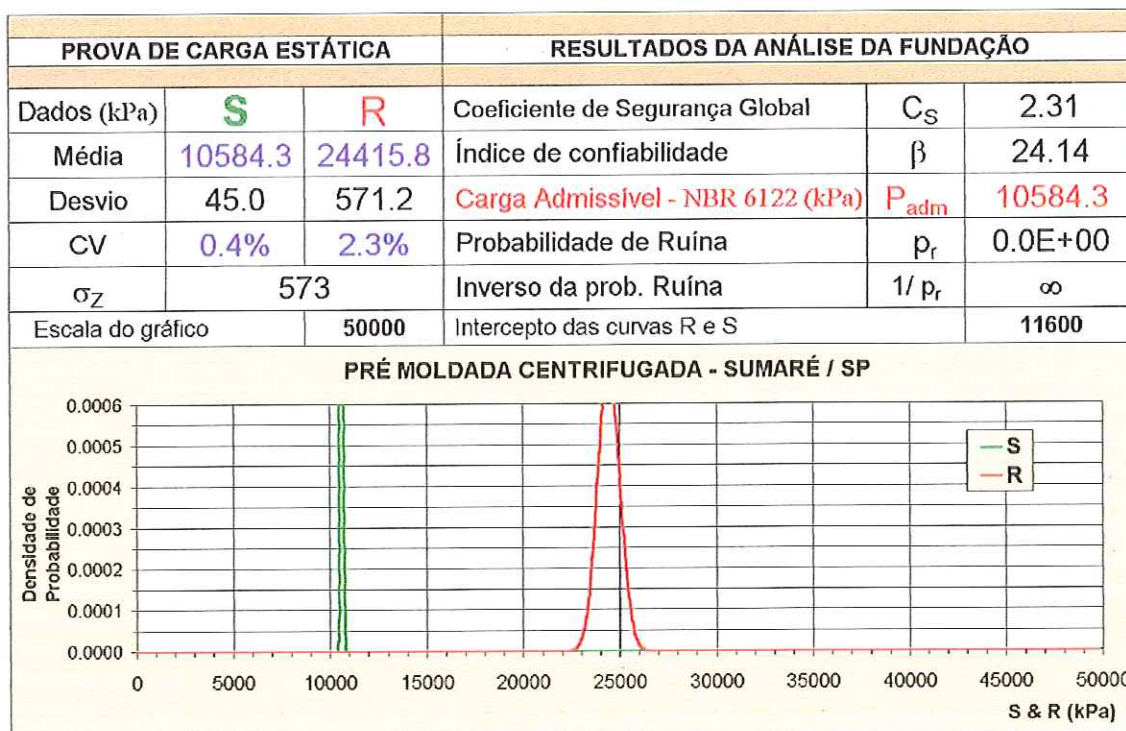


Figura 67. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 – Sumaré/SP.

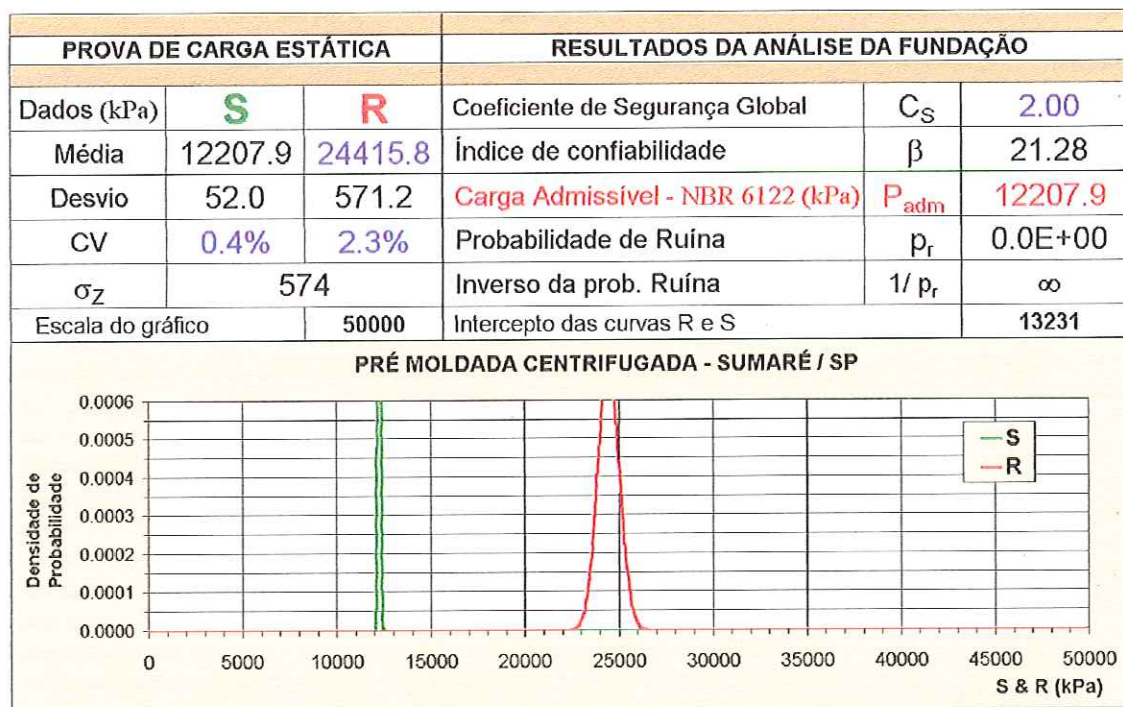


Figura 68. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$ - Sumaré/SP.

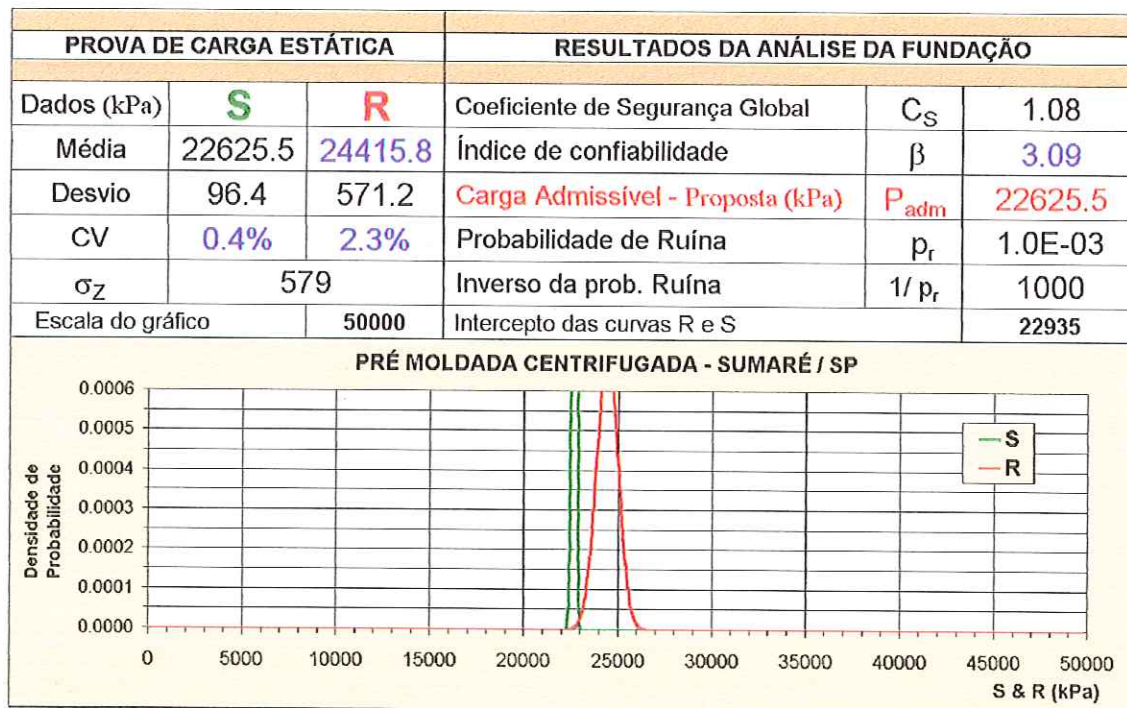
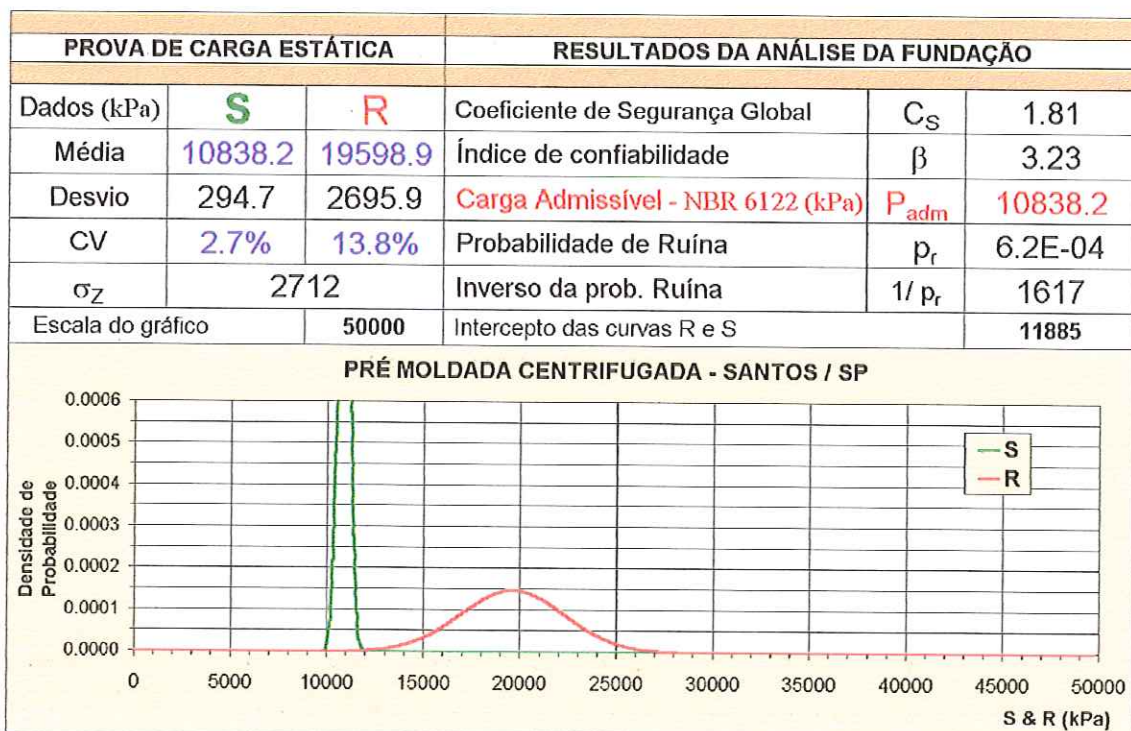
Figura 69. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$ - Sumaré/SP.

Figura 70. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 – Santos/SP.

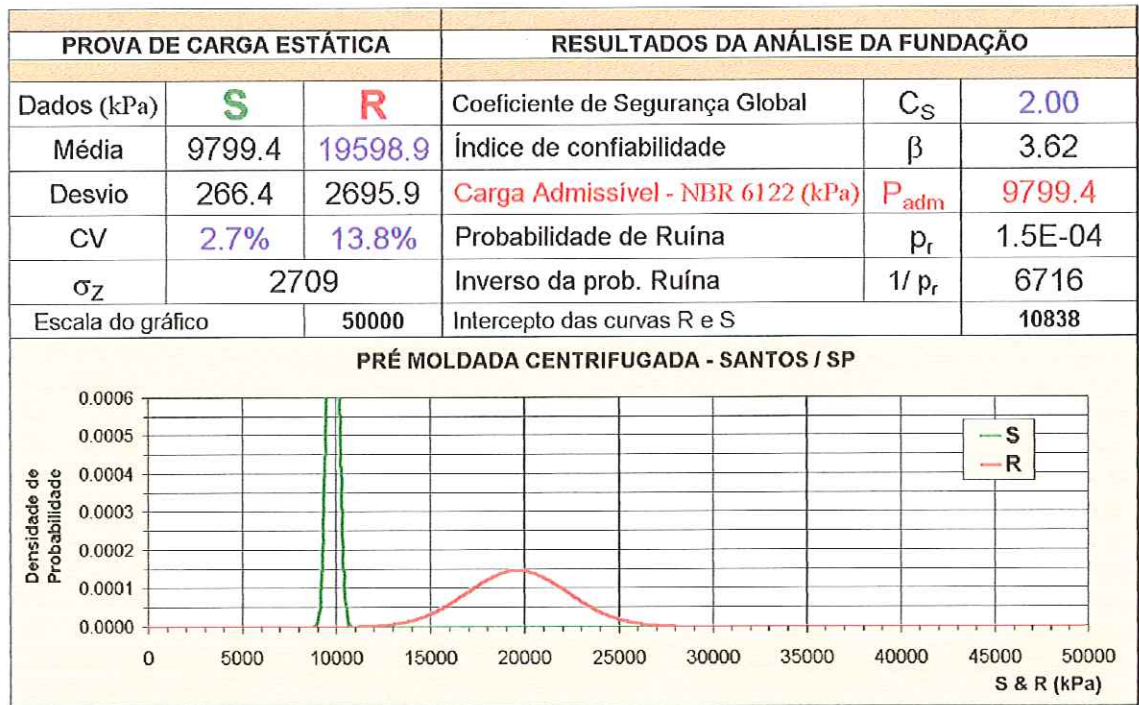


Figura 71. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$ - Santos/SP.

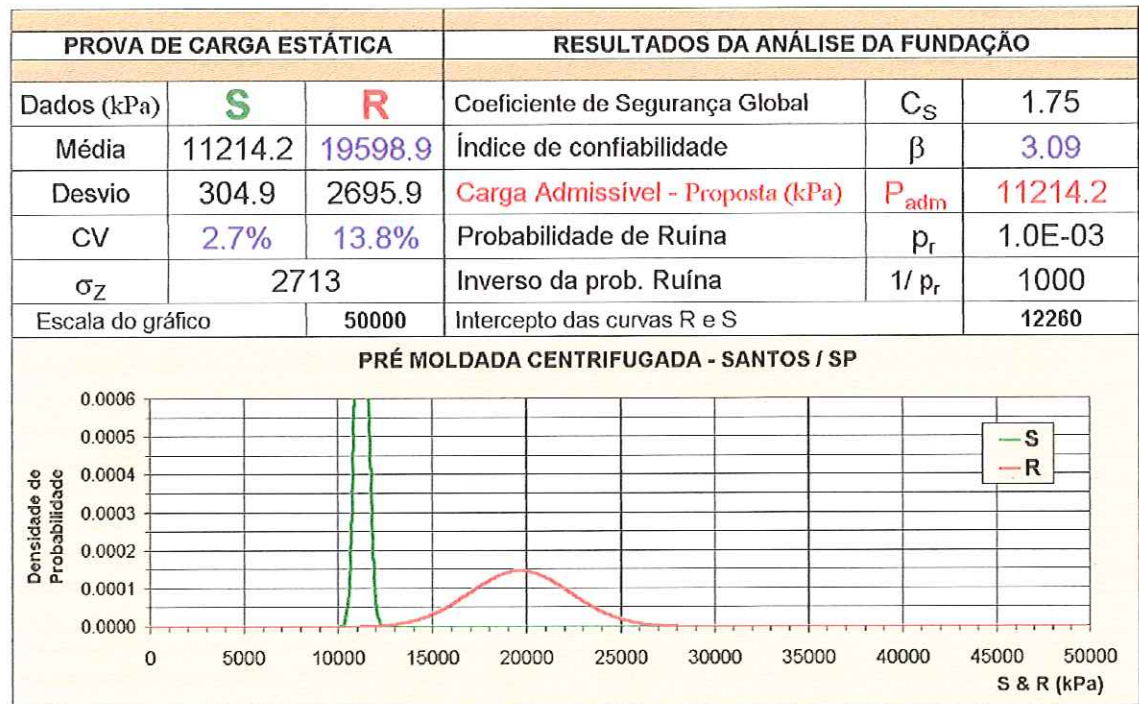


Figura 72. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$ - Santos/SP.

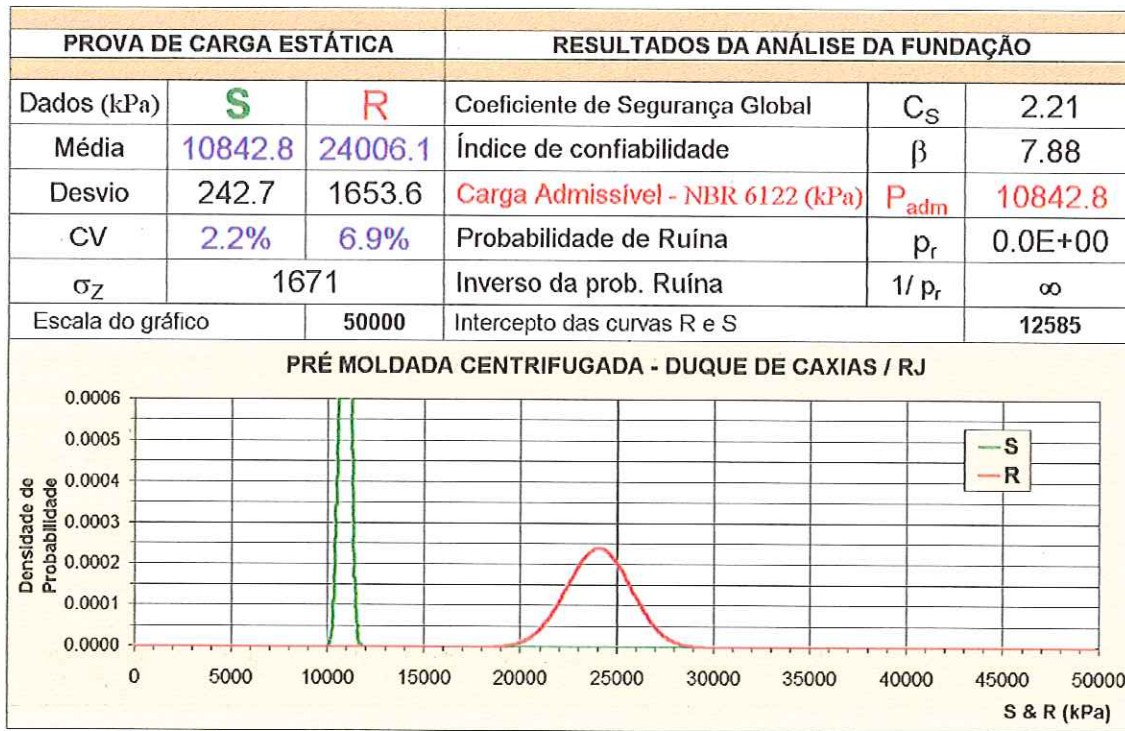


Figura 73. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 - Duque de Caxias/RJ.

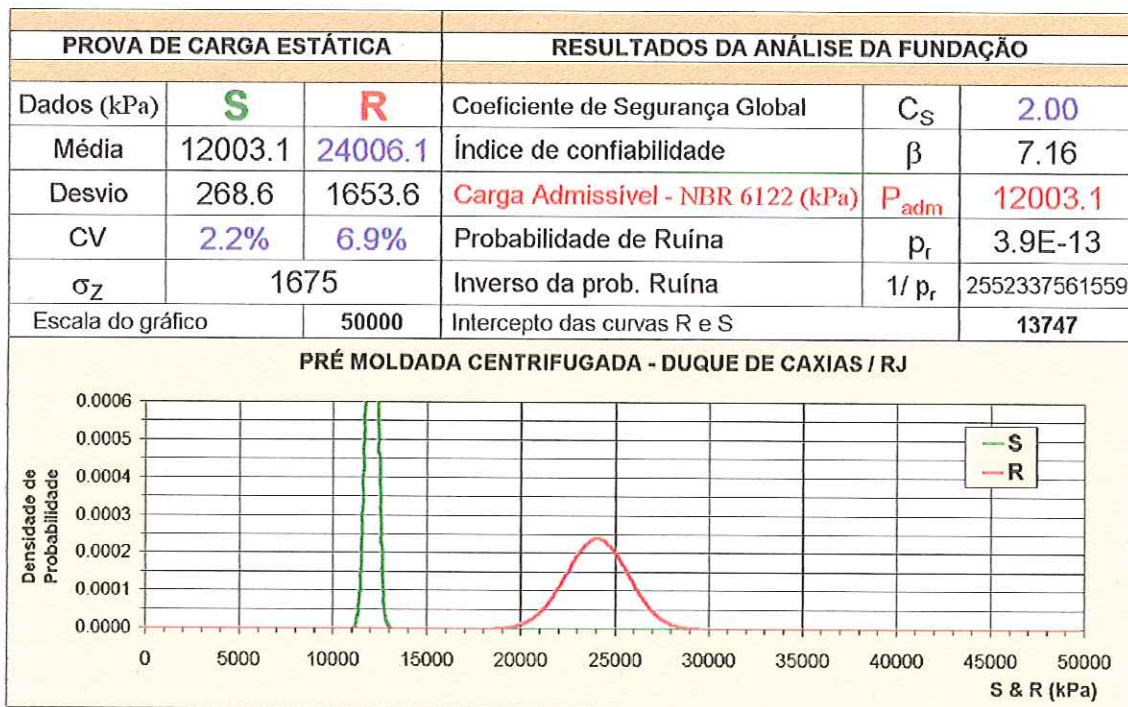


Figura 74. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$ - Duque de Caxias/RJ.

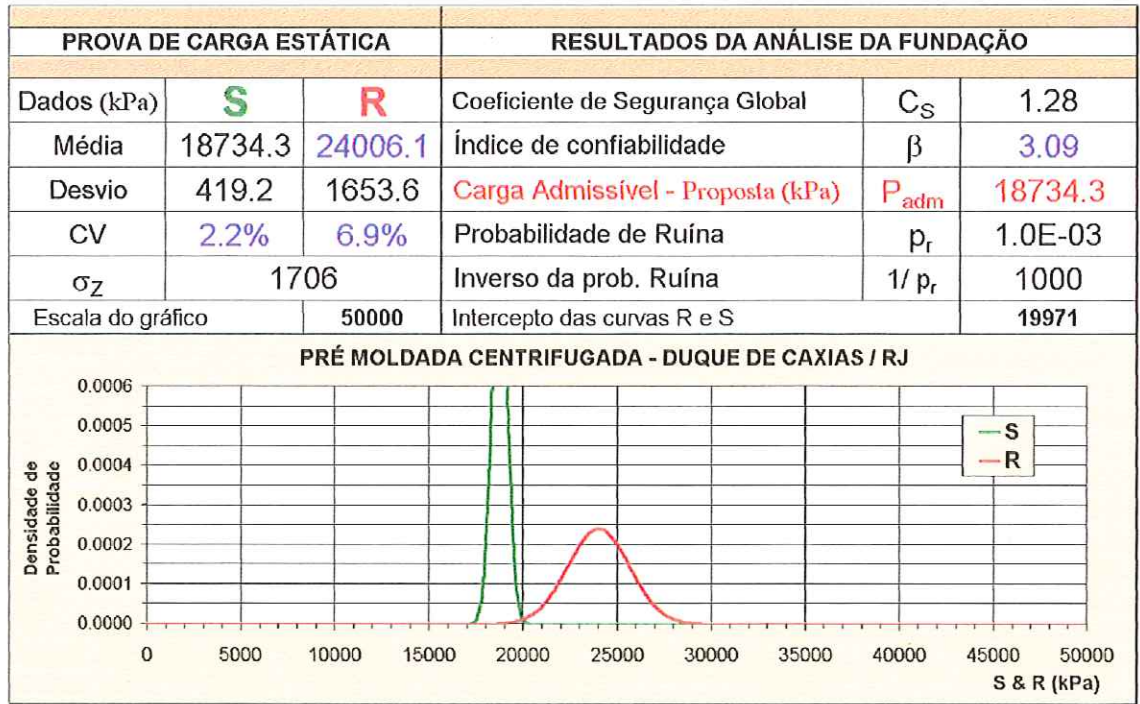


Figura 75. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$ - Duque de Caxias/RJ.

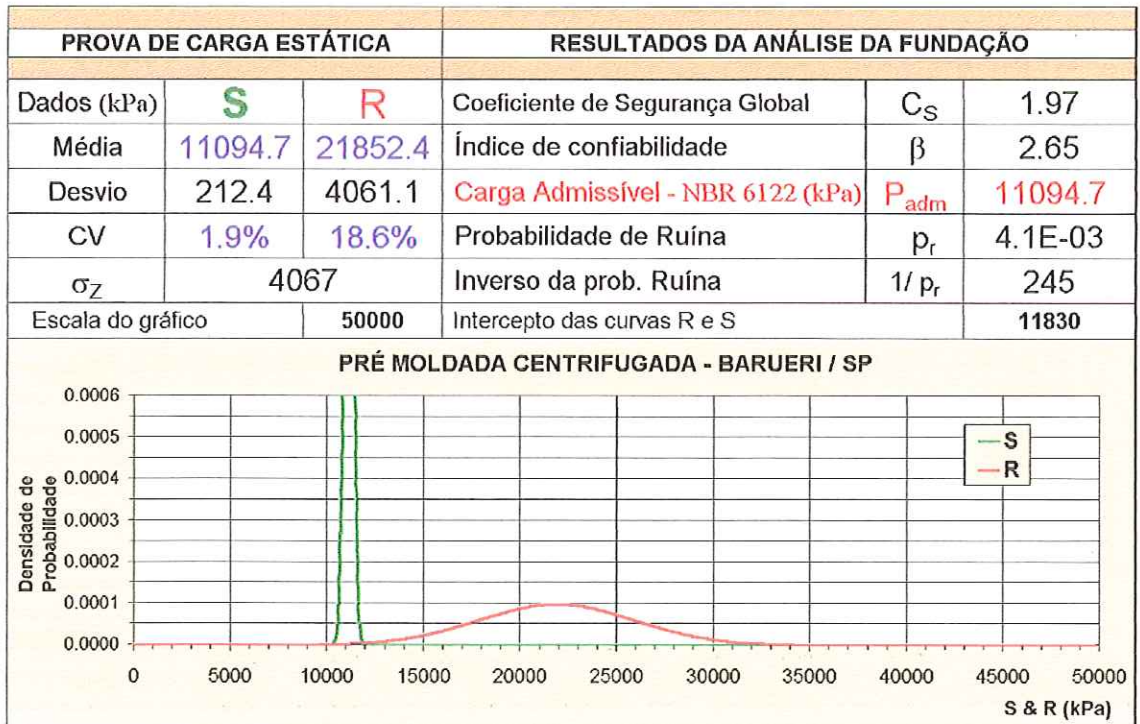


Figura 76. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 - Barueri/SP.

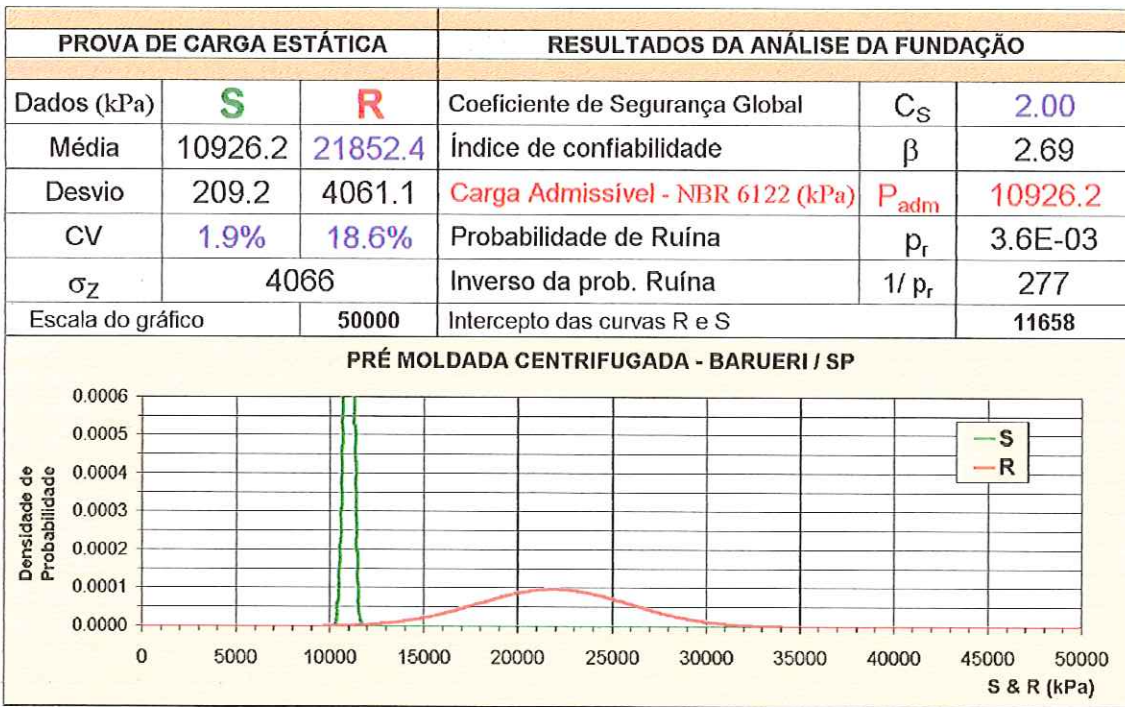


Figura 77. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$ - Barueri/SP.

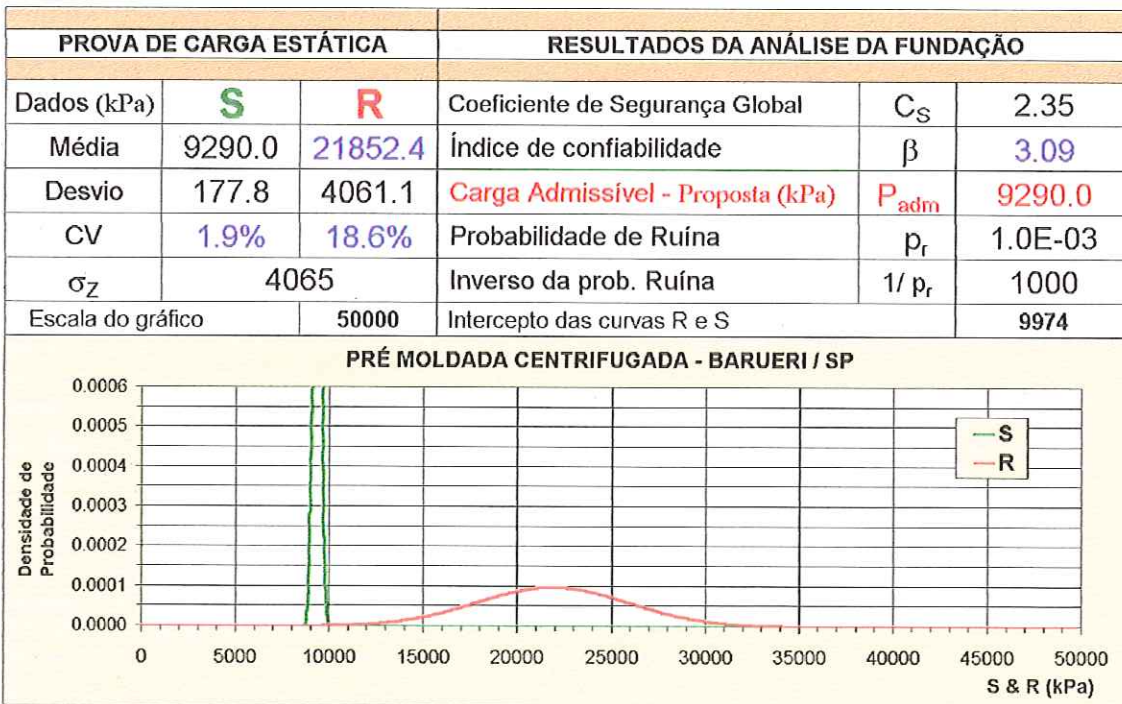


Figura 78. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$ - Barueri/SP.

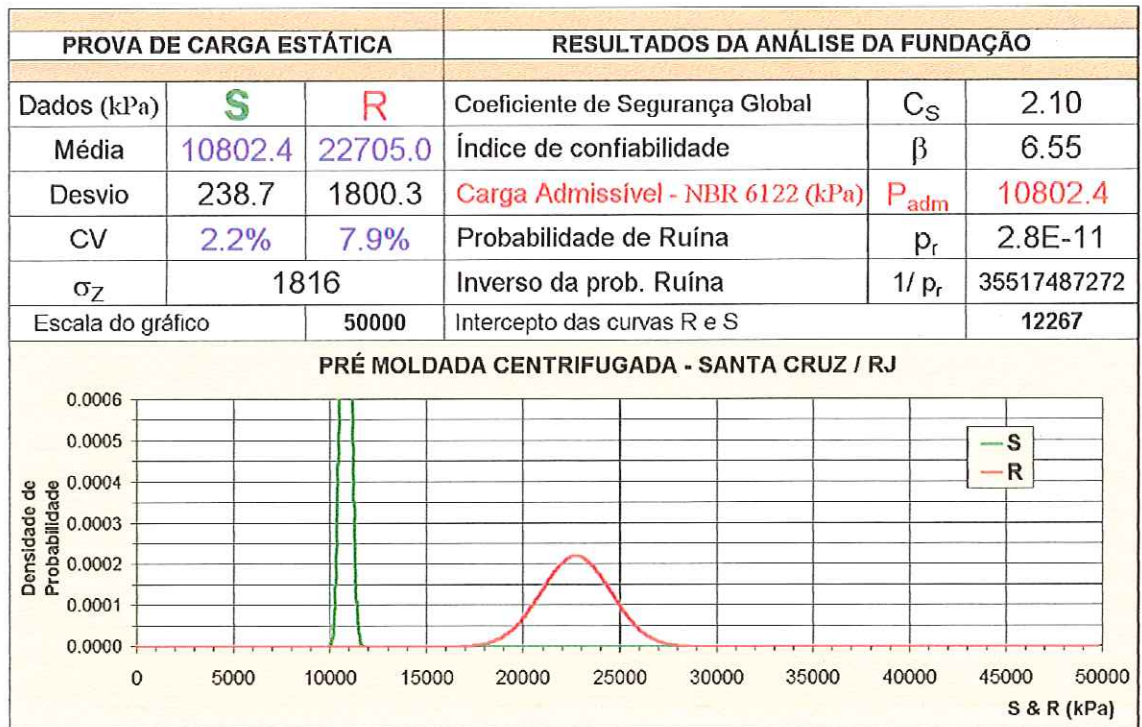


Figura 79. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 – Santa Cruz/RJ.

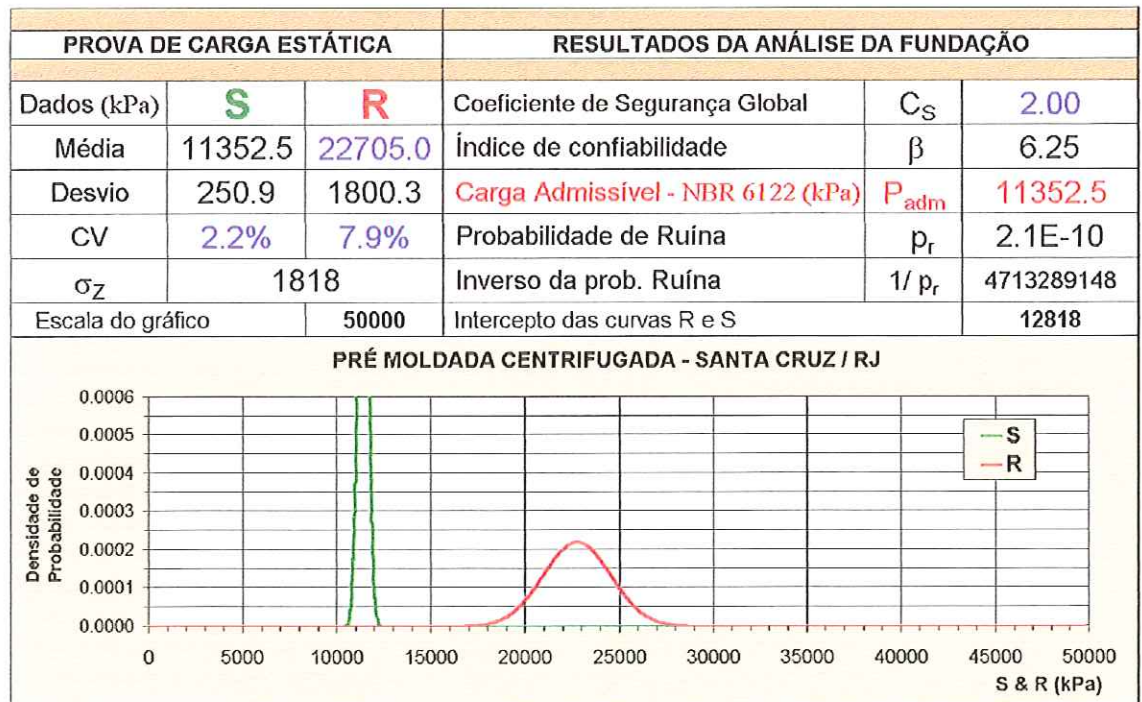


Figura 80. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$ - Santa Cruz/RJ.

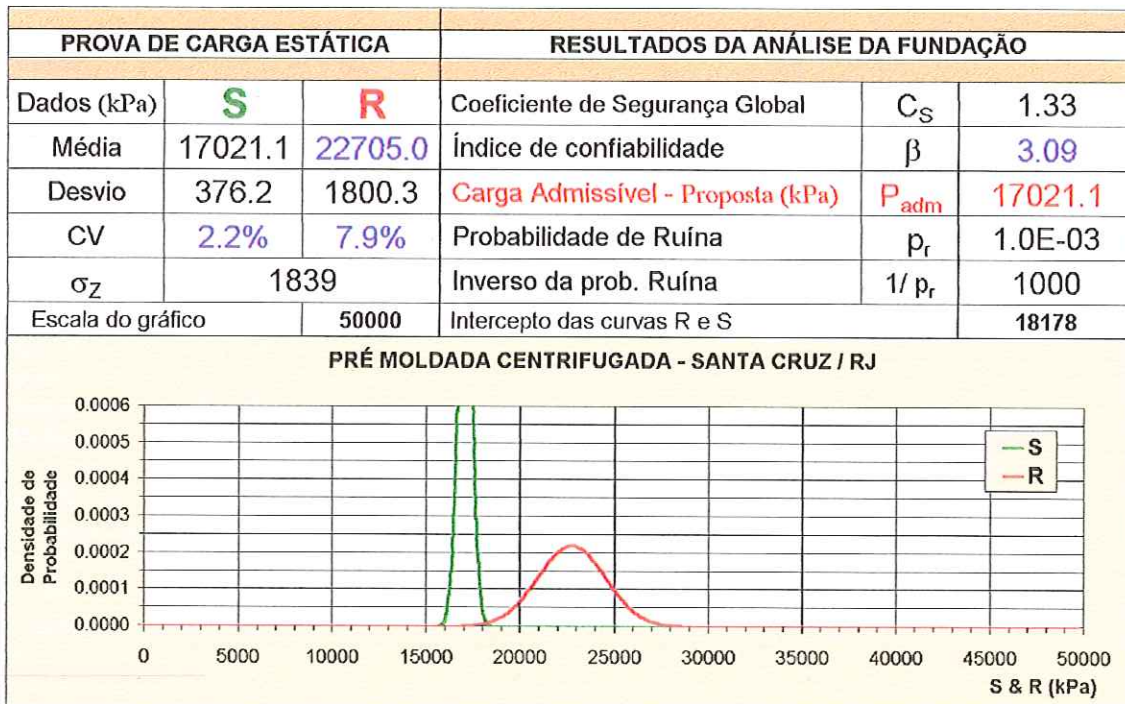


Figura 81. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$ - Santa Cruz/RJ.

Tabela 18. Resumo das análises realizadas para os grupos de provas de carga.

Localização	Análises	Resistência 2			Solicitação 2			CS	β	Pr	1 / Pr	P _{adm} (kPa)
		Média (kPa)	Desvio (kPa)	CV (%)	Média (kPa)	Desvio (kPa)	CV (%)					
ANGRA DOS REIS / RJ	Análise 1	24548.3	341.8	1.4%	11214.2	0.0	0.0%	2.2	39.00	0.00000	∞	11214.2
	Análise 2	24548.3	341.8	1.4%	12274.1	0.0	0.0%	2.0	35.90	0.00000	∞	12274.1
	Análise 3	24548.3	341.8	1.4%	23490.6	0.0	0.0%	1.0	3.09	0.00100	1000	23490.6
CUBATÃO / SP	Análise 1	24745.6	0.0	0.0%	10571.5	67.3	0.6%	2.3	210.51	0.00000	∞	10571.5
	Análise 2	24745.6	0.0	0.0%	12372.8	78.8	0.6%	2.0	157.01	0.00000	∞	12372.8
	Análise 3	24745.6	0.0	0.0%	24267.8	154.6	0.6%	1.0	3.09	0.00100	1000	24267.8
SUMARÉ / SP	Análise 1	24415.8	571.2	2.3%	10584.3	45.0	0.4%	2.3	24.14	0.00000	∞	10584.3
	Análise 2	24415.8	571.2	2.3%	12207.9	52.0	0.4%	2.0	21.28	0.00000	∞	12207.9
	Análise 3	24415.8	571.2	2.3%	22625.5	96.4	0.4%	1.1	3.09	0.00100	1000	22625.5
SANTOS / SP	Análise 1	19588.9	2695.9	13.8%	10838.2	294.7	2.7%	1.8	3.23	0.00062	1617	10838.2
	Análise 2	19588.9	2695.9	13.8%	9799.4	266.4	2.7%	2.0	3.62	0.00015	6716	9799.4
	Análise 3	19588.9	2695.9	13.8%	11214.2	304.9	2.7%	1.7	3.09	0.00100	1000	11214.2
DUQUE DE CAXIAS / RJ	Análise 1	24006.1	1653.6	6.9%	10842.8	242.7	2.2%	2.2	7.88	0.00000	∞	10842.8
	Análise 2	24006.1	1653.6	6.9%	12003.1	268.6	2.2%	2.0	7.16	0.00000	3 E+12	12003.1
	Análise 3	24006.1	1653.6	6.9%	18734.3	419.2	2.2%	1.3	3.09	0.00100	1000	18734.3
BARUERI / SP	Análise 1	21852.4	4061.1	18.6%	11094.7	212.4	1.9%	2.0	2.65	0.00408	245	11094.7
	Análise 2	21852.4	4061.1	18.6%	10926.2	209.2	1.9%	2.0	2.69	0.00361	277	10926.2
	Análise 3	21852.4	4061.1	18.6%	9290.0	177.8	1.9%	2.4	3.09	0.00100	1000	9290.0
SANTA CRUZ / RJ	Análise 1	22705.0	1800.3	7.9%	10802.4	238.7	2.2%	2.1	6.55	0.00000	4 E+10	10802.4
	Análise 2	22705.0	1800.3	7.9%	11352.5	250.9	2.2%	2.0	6.25	0.00000	5 E+09	11352.5
	Análise 3	22705.0	1800.3	7.9%	17021.1	376.2	2.2%	1.3	3.09	0.00100	1000	17021.1

Tabela 19. Resumo dos resultados das Análises 1 - resistência I e solicitação I.

Localização	Resistência 1			Solicitação 1			CS	β	Pr	1 / Pr	P _{adm} (kPa)
	Média (kPa)	Desvio (kPa)	CV (%)	Média (kPa)	Desvio (kPa)	CV (%)					
ANGRA DOS REIS / RJ	14493.3	201.8	1.4%	6620.8	0.0	0.0%	2.2	38.93	0.00000	∞	6620.8
CUBATÃO / SP	17228.1	593.7	3.4%	7361.0	299.6	4.1%	2.3	14.84	0.00000	∞	7361.0
SANTOS / SP	11658.3	2214.3	19.0%	6415.2	492.1	7.7%	1.8	2.31	0.01040	96	6415.2
SUMARÉ / SP	16598.0	1685.0	10.2%	7188.0	599.2	8.3%	2.3	5.26	0.00000	13991607	7188.0
DUQUE DE CAXIAS / RJ	13786.4	1004.0	7.3%	6230.9	302.3	4.9%	2.2	7.21	0.00000	∞	6230.9
SANTA CRUZ / RJ	13027.5	1337.2	10.3%	6193.8	373.7	6.0%	2.1	4.92	0.00000	2329552	6193.8
BARUERI / SP	12497.1	2704.4	21.6%	6310.7	340.0	5.4%	2.0	2.27	0.01161	86	6310.7

Tabela 20. Resumo dos resultados das Análises 2 - resistência I e solicitação I.

Localização	Resistência 1			Solicitação 1			CS	β	Pr	1 / Pr	P _{adm} (kPa)
	Média (kPa)	Desvio (kPa)	CV (%)	Média (kPa)	Desvio (kPa)	CV (%)					
ANGRA DOS REIS / RJ	14493.3	201.8	1.4%	7246.7	0.0	0.0%	2.0	35.85	0.00000	∞	7246.7
CUBATÃO / SP	17228.1	593.7	3.4%	8614.0	350.6	4.1%	2.0	12.49	0.00000	∞	8614.0
SANTOS / SP	11658.3	2214.3	19.0%	5829.2	447.1	7.7%	2.0	2.58	0.00493	203	5829.2
SUMARÉ / SP	16598.0	1685.0	10.2%	8299.0	691.8	8.3%	2.0	4.56	0.00000	383547	8299.0
DUQUE DE CAXIAS / RJ	13786.4	1004.0	7.3%	6893.2	334.4	4.9%	2.0	6.51	0.00000	∞	6893.2
SANTA CRUZ / RJ	13027.5	1337.2	10.3%	6513.7	393.0	6.0%	2.0	4.67	0.00000	674707	6513.7
BARUERI / SP	12497.1	2704.4	21.6%	6248.5	336.7	5.4%	2.0	2.29	0.01093	91.5	6248.5

Tabela 21. Resumo dos resultados das Análises 3 - resistência I e solicitação I.

Localização	Resistência 1			Solicitação 1			CS	β	Pr	1 / Pr	P _{adm} (kPa)
	Média (kPa)	Desvio (kPa)	CV (%)	Média (kPa)	Desvio (kPa)	CV (%)					
ANGRA DOS REIS / RJ	14493.3	201.8	1.4%	13867.3	0.0	0.0%	1.0	3.09	0.00100	1000	13867.3
CUBATÃO / SP	17228.1	593.7	3.4%	14629.2	595.6	4.1%	1.2	3.09	0.00100	1000	14629.2
SANTOS / SP	11658.3	2214.3	19.0%	4724.2	362.4	7.7%	2.5	3.09	0.00100	1000	4724.2
SUMARÉ / SP	16598.0	1685.0	10.2%	10705.3	892.5	8.3%	1.6	3.09	0.00100	1000	10705.3
DUQUE DE CAXIAS / RJ	13786.4	1004.0	7.3%	10319.2	500.7	4.9%	1.3	3.09	0.00100	1000	10319.2
SANTA CRUZ / RJ	13027.5	1337.2	10.3%	8595.1	518.6	6.0%	1.5	3.09	0.00100	1000	8595.1
BARUERI / SP	12497.1	2704.4	21.6%	4111.4	221.5	5.4%	3.0	3.09	0.00100	1000	4111.4

Tabela 22. Resumo dos resultados das Análises 1 - resistência 2 e solicitação 2.

Localização	Resistência 2			Solicitação 2			CS	β	Pr	1 / Pr	P _{adm} (kPa)
	Média (kPa)	Desvio (kPa)	CV (%)	Média (kPa)	Desvio (kPa)	CV (%)					
CUBATÃO / SP	24745.6	0.0	0.0%	10571.5	67.3	0.6%	2.3	210.51	0.00000	∞	10571.5
ANGRA DOS REIS / RJ	24548.3	341.8	1.4%	11214.2	0.0	0.0%	2.2	39.00	0.00000	∞	11214.2
SUMARÉ / SP	24415.8	571.2	2.3%	10584.3	45.0	0.4%	2.3	24.14	0.00000	∞	10584.3
DUQUE DE CAXIAS / RJ	24006.1	1653.6	6.9%	10842.8	242.7	2.2%	2.2	7.88	0.00000	∞	10842.8
SANTA CRUZ / RJ	22705.0	1800.3	7.9%	10802.4	238.7	2.2%	2.1	6.55	0.00000	4.E+10	10802.4
SANTOS / SP	19588.9	2695.9	13.8%	10838.2	294.7	2.7%	1.8	3.23	0.00062	1617	10838.2
BARUERI / SP	21852.4	4061.1	18.6%	11094.7	212.4	1.9%	2.0	2.65	0.00408	245	11094.7

Tabela 23. Resumo dos resultados das Análises 2 - resistência 2 e solicitação 2.

Localização	Resistência 2			Solicitação 2			CS	β	Pr	1 / Pr	P _{adm} (kPa)
	Média (kPa)	Desvio (kPa)	CV (%)	Média (kPa)	Desvio (kPa)	CV (%)					
CUBATÃO / SP	24745.6	0.0	0.0%	12372.8	78.8	0.6%	2.0	157.01	0.00000	∞	12372.8
ANGRA DOS REIS / RJ	24548.3	341.8	1.4%	12274.1	0.0	0.0%	2.0	35.90	0.00000	∞	12274.1
SUMARÉ / SP	24415.8	571.2	2.3%	12207.9	52.0	0.4%	2.0	21.28	0.00000	∞	12207.9
DUQUE DE CAXIAS / RJ	24006.1	1653.6	6.9%	12003.1	268.6	2.2%	2.0	7.16	0.00000	3.E+12	12003.1
SANTA CRUZ / RJ	22705.0	1800.3	7.9%	11352.5	250.9	2.2%	2.0	6.25	0.00000	5.E+09	11352.5
SANTOS / SP	19588.9	2695.9	13.8%	9799.4	266.4	2.7%	2.0	3.62	0.00015	6716	9799.4
BARUERI / SP	21852.4	4061.1	18.6%	10926.2	209.2	1.9%	2.0	2.69	0.00361	277	10926.2

Tabela 24. Resumo dos resultados das Análises 3 - resistência 2 e solicitação 2.

Localização	Resistência 2			Solicitação 2			CS	β	Pr	1 / Pr	P _{adm} (kPa)
	Média (kPa)	Desvio (kPa)	CV (%)	Média (kPa)	Desvio (kPa)	CV (%)					
CUBATÃO / SP	24745.6	0.0	0.0%	24267.8	154.6	0.6%	1.0	3.09	0.00100	1000	24267.8
ANGRA DOS REIS / RJ	24548.3	341.8	1.4%	23490.6	0.0	0.0%	1.0	3.09	0.00100	1000	23490.6
SUMARÉ / SP	24415.8	571.2	2.3%	22625.5	96.4	0.4%	1.1	3.09	0.00100	1000	22625.5
DUQUE DE CAXIAS / RJ	24006.1	1653.6	6.9%	18734.3	419.2	2.2%	1.3	3.09	0.00100	1000	18734.3
SANTA CRUZ / RJ	22705.0	1800.3	7.9%	17021.1	376.2	2.2%	1.3	3.09	0.00100	1000	17021.1
SANTOS / SP	19588.9	2695.9	13.8%	11214.2	304.9	2.7%	1.7	3.09	0.00100	1000	11214.2
BARUERI / SP	21852.4	4061.1	18.6%	9290.0	177.8	1.9%	2.4	3.09	0.00100	1000	9290.0

APÊNDICE D

ESTACAS ÔMEGA EXECUTADAS EM PAULÍNIA/SP

Tabela I. Curva carga x recalque das estacas ensaiadas.

Estágio	(Estaca 1) E - 368		(Estaca 2) E - 232A		(Estaca 3) E - 406		(Estaca 4) E - 01		(Estaca 5) E - 368	
	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)
1	119.8	0.07	60.8	0.06	129.9	0.02	60.8	0.28	119.8	0.05
2	240.4	0.19	120.4	0.16	240.4	0.15	120.4	0.41	240.4	0.18
3	360.9	0.36	180.1	0.25	360.9	0.31	180.1	0.45	360.9	0.28
4	481.5	0.71	239.7	0.45	481.5	0.54	239.7	0.64	481.5	0.43
5	602.0	1.20	299.3	0.65	602.0	0.91	299.3	0.88	602.0	0.60
6	722.6	2.05	358.9	0.99	722.6	1.84	358.9	1.07	722.6	0.77
7	843.1	4.23	418.6	1.15	843.1	2.66	418.6	1.41	843.1	0.91
8	963.7	6.61	478.2	1.34	963.7	5.66	478.2	1.67	963.7	1.22
9	1084.2	10.68	537.8	1.56	1084.2	9.51	537.8	1.95	1084.2	1.60
10	838.6	10.47	597.4	2.33	1204.8	19.29	597.4	2.88	1204.8	4.84
11	718.6	10.34	441.8	2.32	958.7	19.09	441.8	2.77	958.7	4.75
12	478.5	10.04	325.8	2.19	718.6	18.82	325.8	2.64	718.6	4.52
13	238.4	9.65	209.9	2.11	478.5	18.48	209.9	2.45	478.5	4.30
14	0.0	9.10	93.9	1.94	238.4	18.13	93.9	2.24	238.4	3.89
15	-	-	0.0	1.53	0.0	17.47	0.0	1.70	0.0	3.28
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Estágio	(Estaca 6) E - 184A		(Estaca 7) E324		(Estaca 8) E - 89C		(Estaca 9) E - 258		(Estaca 10) E - 18C	
	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)	Carga (kN)	Recalque (mm)
1	99.7	0.09	78.0	0.11	56.0	0.10	77.0	0.04	104.0	0.04
2	200.2	0.26	161.0	0.29	118.0	0.22	160.0	0.14	207.0	0.16
3	300.6	0.54	243.0	0.53	180.0	0.24	241.0	0.20	308.0	0.29
4	401.1	1.12	324.0	0.74	250.0	0.29	331.0	0.39	416.0	0.47
5	501.6	1.99	403.0	0.98	302.0	0.34	402.0	0.57	506.0	0.62
6	602.0	4.10	482.0	1.25	362.0	0.41	480.0	0.73	603.0	0.95
7	702.5	6.86	560.0	1.63	421.0	0.53	558.0	0.87	699.0	1.20
8	802.9	10.49	637.0	2.01	480.0	0.63	636.0	1.03	795.0	1.64
9	903.4	15.67	714.0	2.29	539.0	0.75	712.0	1.23	890.0	2.11
10	1003.9	23.43	790.0	3.65	597.0	0.83	789.0	1.49	984.0	2.40
11	798.6	23.23	637.0	3.35	655.0	0.90	865.0	1.74	1078.0	2.91
12	598.5	22.99	482.0	3.05	712.0	1.02	940.0	2.23	1173.0	3.31
13	398.4	22.58	324.0	2.72	789.0	1.26	1016.0	2.73	1267.0	4.38
14	198.4	22.04	161.0	2.27	597.0	1.11	1091.0	3.38	1367.0	4.56
15	0.0	21.02	0.0	1.66	480.0	1.04	1116.0	5.16	1457.0	4.89
16	-	-	-	-	362.0	0.87	1016.0	5.05	1078.0	4.53
17	-	-	-	-	241.0	0.74	870.0	4.86	795.0	4.07
18	-	-	-	-	118.0	0.64	712.0	4.54	506.0	3.55
19	-	-	-	-	0.0	0.50	558.0	4.22	207.0	2.90
20	-	-	-	-	-	-	402.0	3.91	0.0	2.37
21	-	-	-	-	-	-	241.0	3.46	-	-
22	-	-	-	-	-	-	0.0	2.70	-	-

Tabela 2. Dados publicados.

Estaca	PC	Tipo	Localização			Estaca		Carga Máxima (kN)	Carga de Serviço (kN)
			Cidade	Estado	Unidade	D (m)	L (m)		
E - 368 - estaca 1	PCC - 01	lento	Paulínia	SP	HDT	0.42	12.3	1084,2	600.0
E - 232A - estaca 2	PCC - 02	lento	Paulínia	SP	HDT	0.32	13.0	597,4	300.0
E - 406 - estaca 3	PCC - 03	lento	Paulínia	SP	HDT	0.42	12.6	1204,8	600.0
E - 01 - estaca 4	PCC - 04	lento	Paulínia	SP	HDT	0.32	13.0	597,4	300.0
E - 368 - estaca 5	PCC - 05	lento	Paulínia	SP	HDT	0.42	12.3	1204,8	600.0
E - 184A - estaca 6	PCC - 06	lento	Paulínia	SP	HDT	0.37	13.0	1003,9	500.0
E324 - estaca 7	PCC - 07	lento	Paulínia	SP	HDT	0.32	12.0	790,0	300.0
E - 89C - estaca 8	PCC - 08	lento	Paulínia	SP	URE	0.32	17.5	789,0	300.0
E - 258 - estaca 9	PCC - 09	lento	Paulínia	SP	HDT	0.32	12.5	1166,0	300.0
E - 18C - estaca 10	PCC - 10	lento	Paulínia	SP	URE	0.42	17,0	1457,0	600.0
Média			-	-		0,37	13,5	1068,5	440,00
Desvio Padrão			-	-		0,05	2,0	260,3	150,55
Coeficiente de Variação			-	-		13,6%	14,8%	24,4%	34,2%

Tabela 3. Cargas e tensões de serviço (solicitações).

PC	Estaca	Estaca			Carga Serviço (kN)	Solicitação (kPa)
		D (m)	L (m)	Área (m ²)		
PCC - 01	E - 368	0.42	12.3	0.1385	600.0	4330.7
PCC - 02	E - 232A	0.32	13.0	0.0804	300.0	3730.2
PCC - 03	E - 406	0.42	12.6	0.1385	600.0	4330.7
PCC - 04	E - 01	0.32	13.0	0.0804	300.0	3730.2
PCC - 05	E - 368	0.42	12.3	0.1385	600.0	4330.7
PCC - 06	E - 184A	0.37	13.0	0.1075	500.0	4650.3
PCC - 07	E324	0.32	12.0	0.0804	300.0	3730.2
PCC - 08	E - 89C	0.32	17.5	0.0804	300.0	3730.2
PCC - 09	E - 258	0.32	12.5	0.0804	300.0	3730.2
PCC - 10	E - 18C	0.42	17.0	0.1385	600.0	4330.7
Média		0,37	13,5	0,1064	440,0	4062,4
Desvio Padrão		0,05	2,0	0,03	150,6	362,9
Coeficiente de Variação		13,6%	14,8%	27,1%	34,2%	8,9%

Tabela 4. Resistências medidas nas provas de carga estáticas.

PC	Estaca	Estaca			P _{rup} (kN)	Resistência' (kPa)	CS "individual"
		D (m)	L (m)	Área (m ²)			
PCC - 01	E - 368	0.42	12.3	0.1385	1119.3	8079.2	1.87
PCC - 02	E - 232A	0.32	13.0	0.0804	698.4	8684.3	2.33
PCC - 03	E - 406	0.42	12.6	0.1385	1213.7	8760.5	2.02
PCC - 04	E - 01	0.32	13.0	0.0804	670.9	8342.5	2.24
PCC - 05	E - 368	0.42	12.3	0.1385	1206.1	8705.7	2.01
PCC - 06	E - 184A	0.37	13.0	0.1075	1093.3	10167.8	2.19
PCC - 07	E324	0.32	12.0	0.0804	860.4	10698.1	2.87
PCC - 08	E - 89C	0.32	17.5	0.0804	1207.3	15011.4	4.02
PCC - 09	E - 258	0.32	12.5	0.0804	1128.1	14026.2	3.76
PCC - 10	E - 18C	0.42	17.0	0.1385	1899.4	13709.6	3.17
Média		0.37	13.5	0.1064	1109.7	10618.5	2.6
Desvio Padrão		0.05	2.0	0.03	346.0	2649.0	0.8
Coeficiente de Variação		13.6%	14.8%	27.1%	31.2%	24.9%	29.1%

Tabela 5. Resistências limitadas.

PC	Estaca	Estaca			P _{rup} (kN)	Tensão Serviço (kPa)	3 x Tensão Serviço (kPa)	Resistência" (kPa)	CS "Limitado"
		D (m)	L (m)	Área (m ²)					
PCC - 01	E - 368	0.42	12.3	0.1385	1119.3	4330.7	12992.2	8079.2	1.9
PCC - 02	E - 232A	0.32	13.0	0.0804	698.4	3730.2	11190.6	8684.3	2.3
PCC - 03	E - 406	0.42	12.6	0.1385	1213.7	4330.7	12992.2	8760.5	2.0
PCC - 04	E - 01	0.32	13.0	0.0804	670.9	3730.2	11190.6	8342.5	2.2
PCC - 05	E - 368	0.42	12.3	0.1385	1206.1	4330.7	12992.2	8705.7	2.0
PCC - 06	E - 184A	0.37	13.0	0.1075	1093.3	4650.3	13950.8	10167.8	2.2
PCC - 07	E324	0.32	12.0	0.0804	860.4	3730.2	11190.6	10698.1	2.9
PCC - 08	E - 89C	0.32	17.5	0.0804	1207.3	3730.2	11190.6	11190.6	3.0
PCC - 09	E - 258	0.32	12.5	0.0804	1128.1	3730.2	11190.6	11190.6	3.0
PCC - 10	E - 18C	0.42	17.0	0.1385	1899.4	4330.7	12992.2	12992.2	3.0
Média		0.37	13.5	0.1064	1109.7	4,062.4	12187.3	9881.2	2.5
Desvio Padrão		0.05	2.0	0.03	346.0	362.9	1088.8	1617.3	0.5
Coeficiente de Variação		13.6%	14.8%	27.1%	31.2%	8.9%	8.9%	16.4%	18.9%

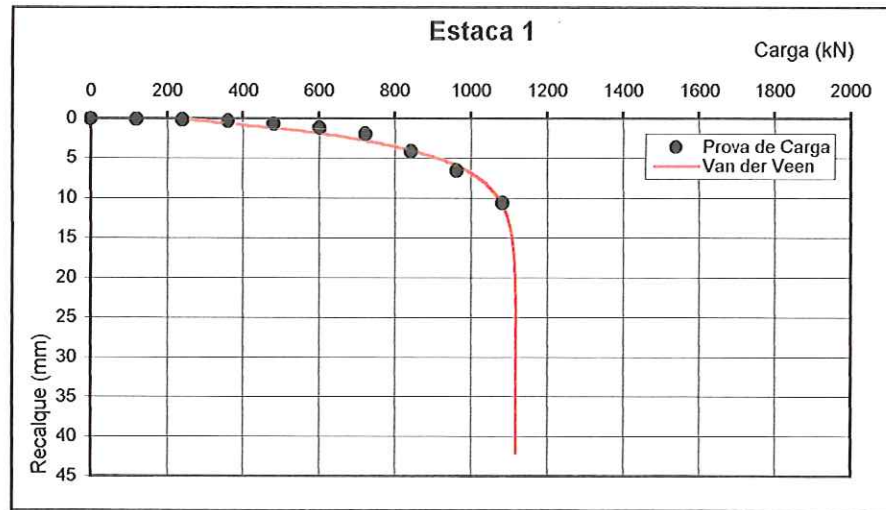


Figura 1. Prova de carga da Estaca 1 – Paulínia/SP.

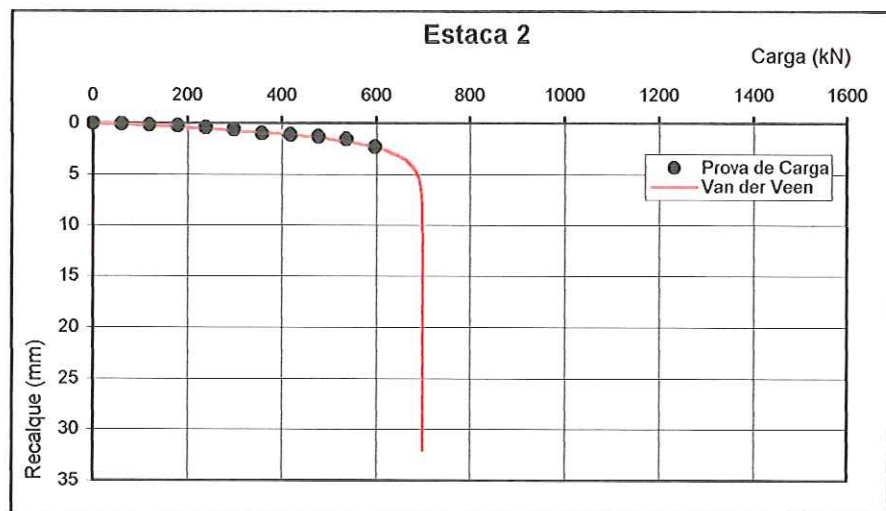


Figura 2. Prova de carga da Estaca 2 – Paulínia/SP.

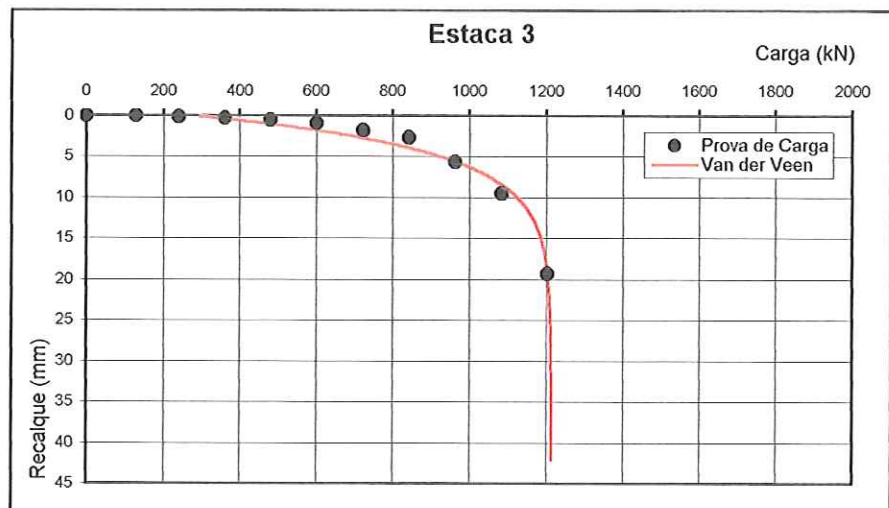


Figura 3. Prova de carga da Estaca 3 – Paulínia/SP.

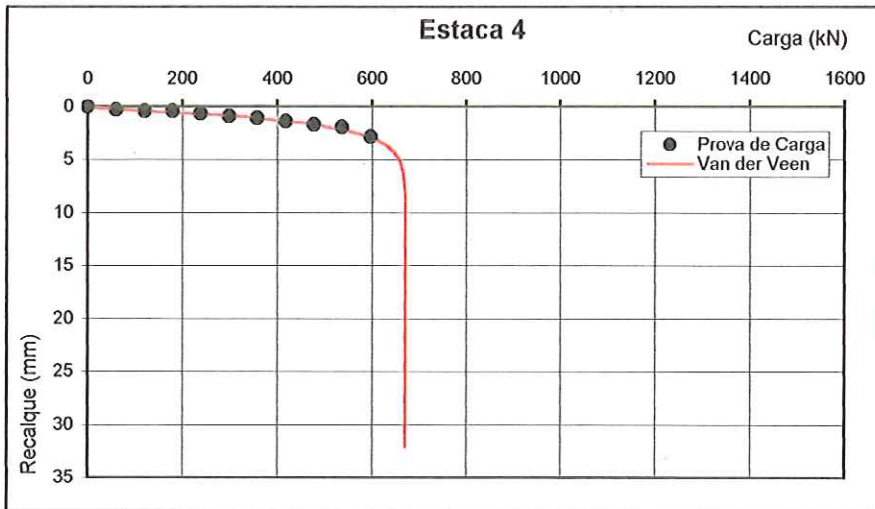


Figura 4. Prova de carga da Estaca 4 – Paulínia/SP.

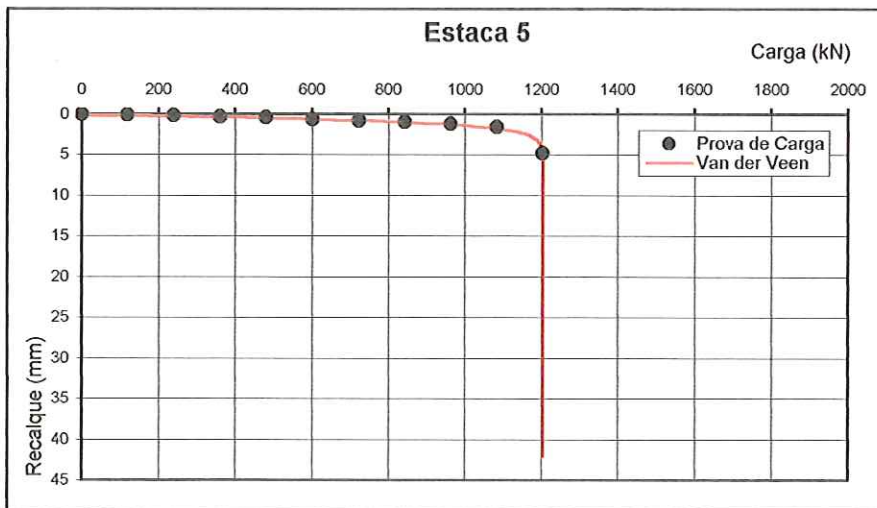


Figura 5. Prova de carga da Estaca 5 – Paulínia/SP.

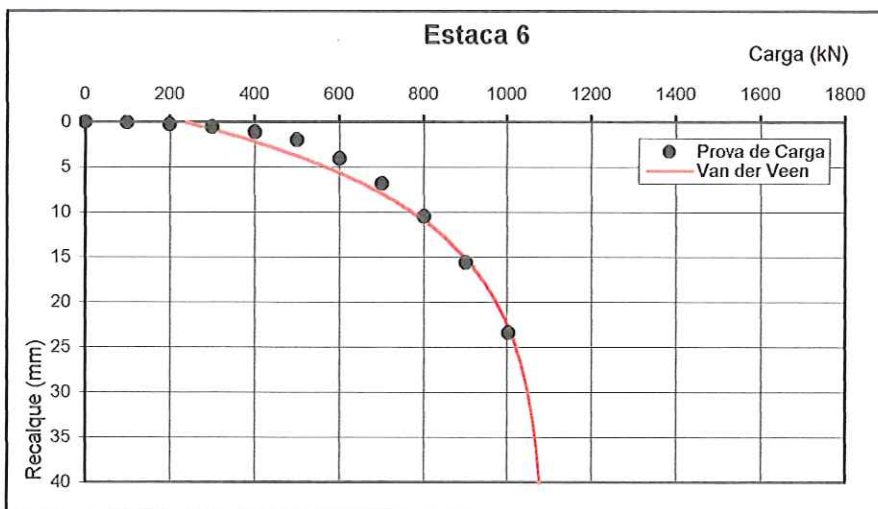


Figura 6. Prova de carga da Estaca 6 – Paulínia/SP.

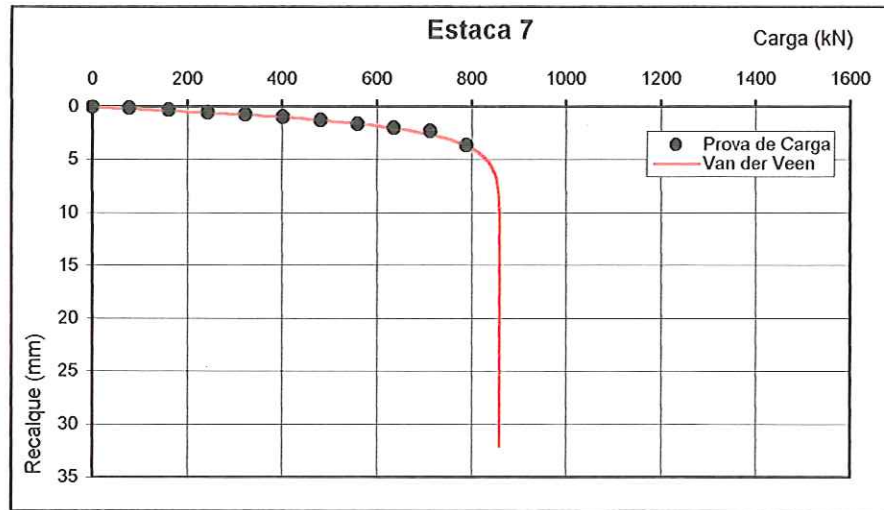


Figura 7. Prova de carga da Estaca 7 – Paulínia/SP.

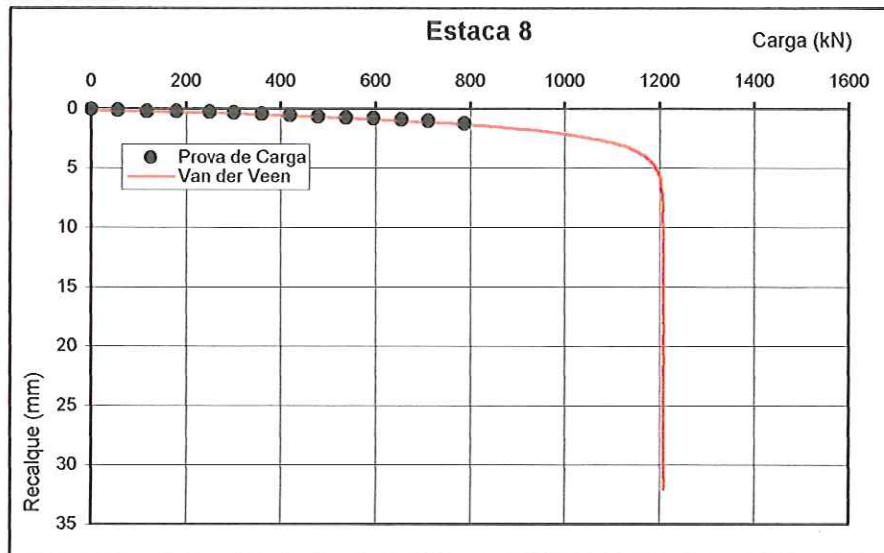


Figura 8. Prova de carga da Estaca 8 – Paulínia/SP.

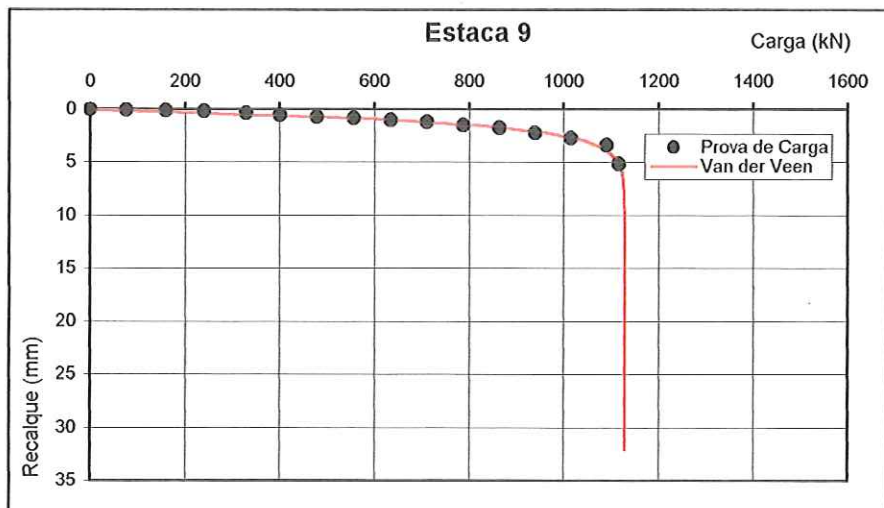


Figura 9. Prova de carga da Estaca 9 – Paulínia/SP.

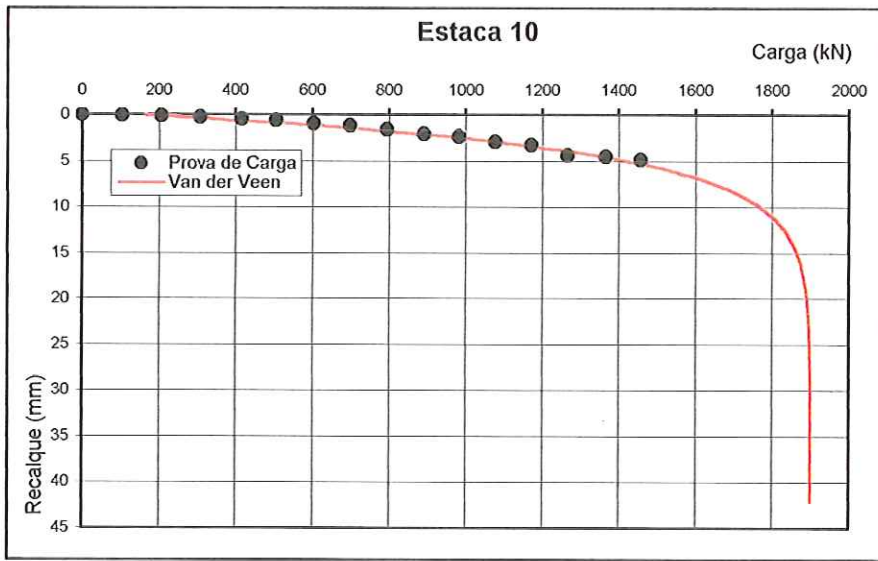


Figura 10. Prova de carga da Estaca 10 – Paulínia/SP.

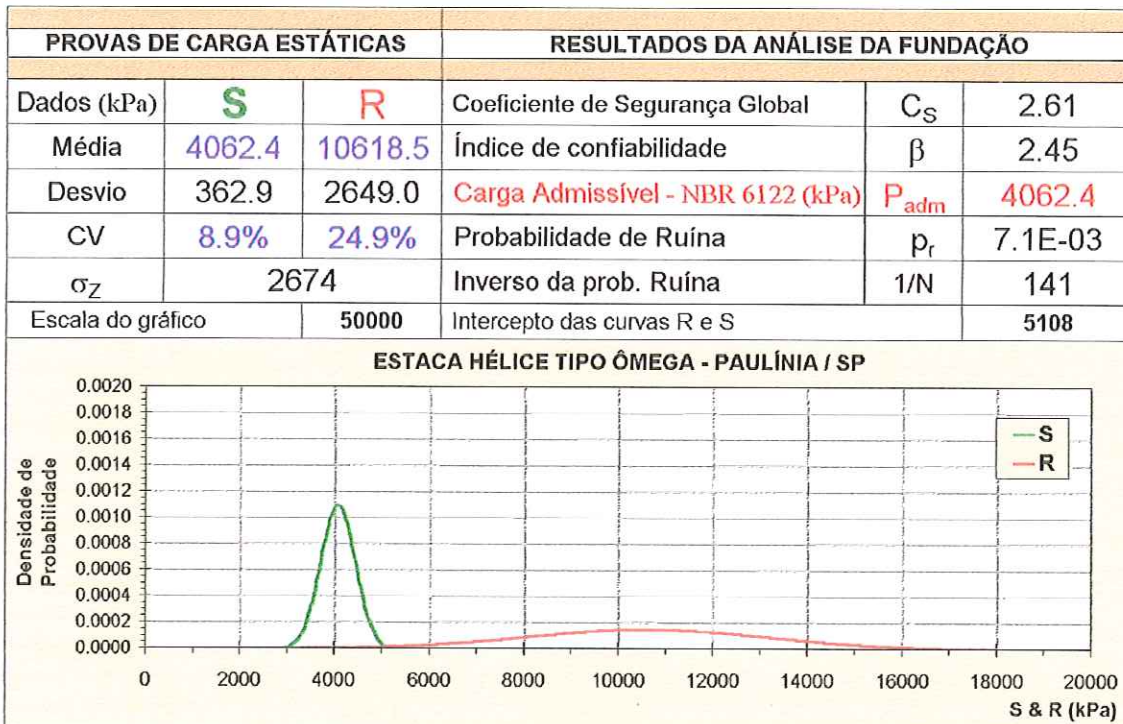


Figura 11. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996.

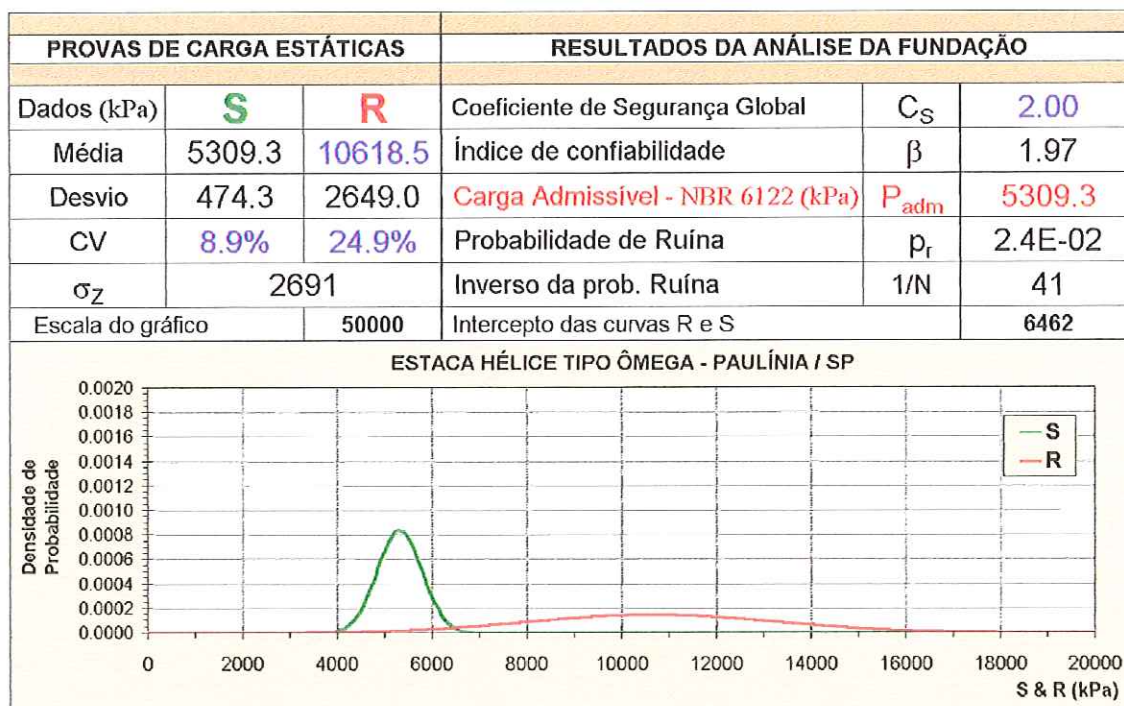


Figura 12. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$.

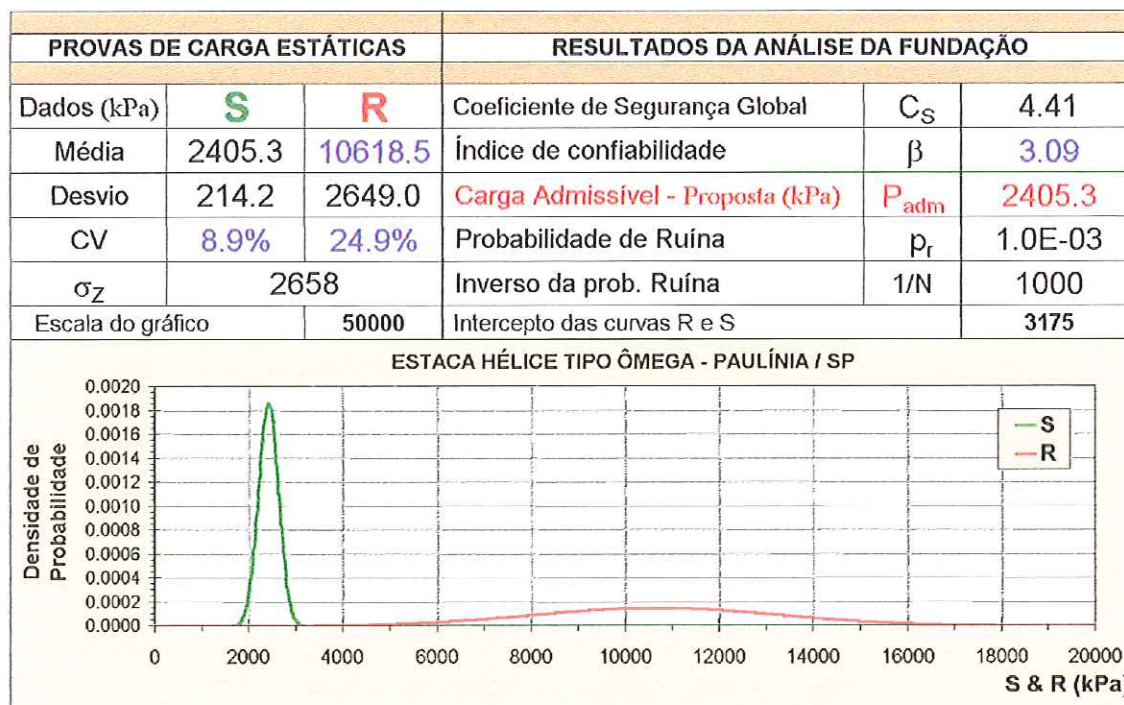


Figura 13. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$.

Tabela 6. Índice de confiabilidade x coeficiente de segurança - São Paulo.

Localização		Resistência Média (kPa)	Desvio Padrão (kPa)	Coeficiente de Variação (%)
Paulínia / SP		10618.5	2649.0	24.9%
CS	β	Pr	1 / Pr	P_{adm}
1.0	0.0	0.50000000	2	10618.5
2.0	2.0	0.02425484	41	5309.3
3.0	2.7	0.00398321	251	3539.5
4.0	3.0	0.00137501	727	2654.6
5.0	3.2	0.00069054	1448	2123.7
6.0	3.3	0.00042735	2340	1769.8
7.0	3.4	0.00030033	3330	1516.9
8.0	3.5	0.00022927	4362	1327.3
9.0	3.6	0.00018526	5398	1179.8
10.0	3.6	0.00015591	6414	1061.9
11.0	3.6	0.00013522	7396	965.3
12.0	3.7	0.00011998	8335	884.9
13.0	3.7	0.00010836	9228	816.8
14.0	3.7	0.00009926	10074	758.5
15.0	3.7	0.00009197	10874	707.9

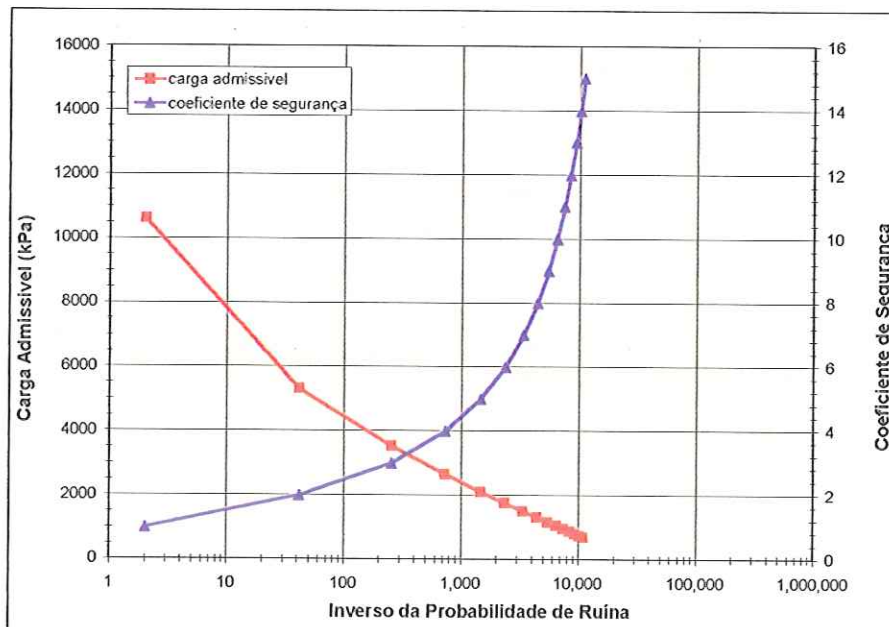


Figura 14. Carga admissível proposta - Paulínia/SP.

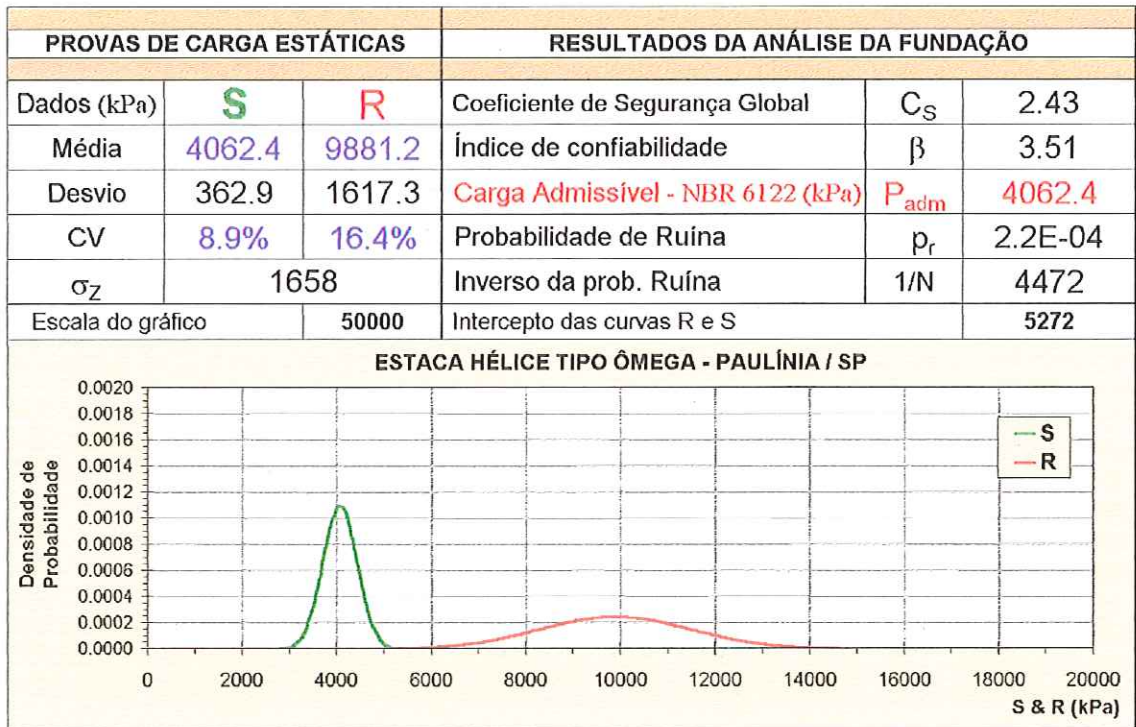


Figura 15. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996.

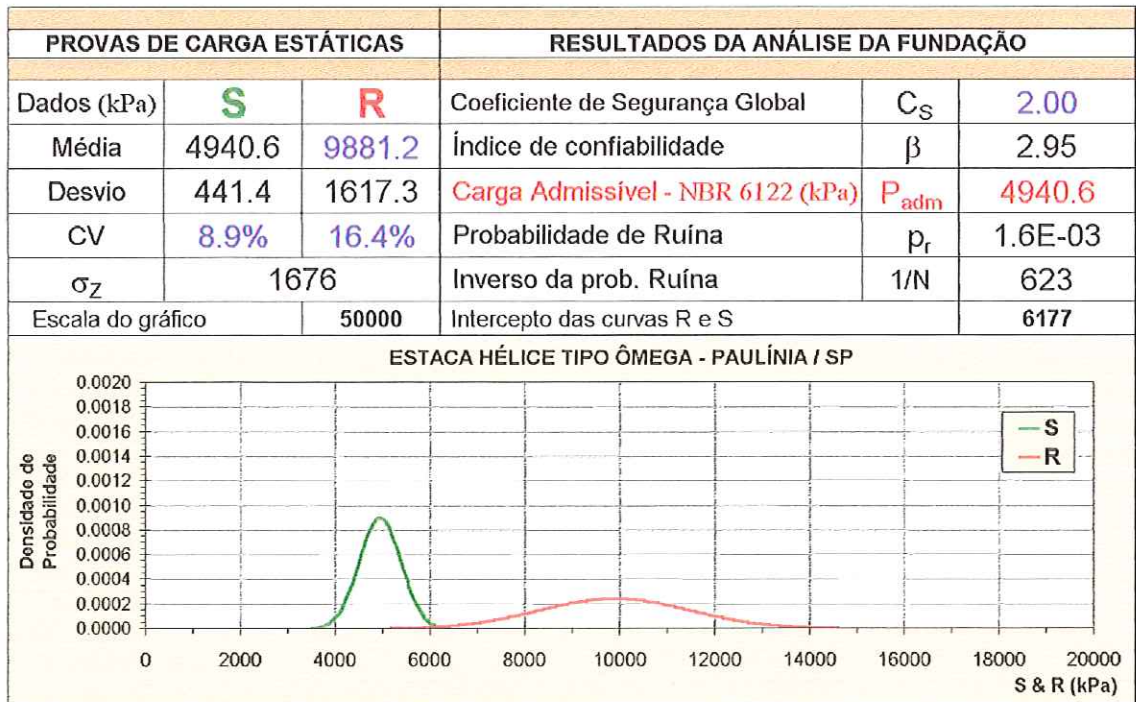


Figura 16. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$.

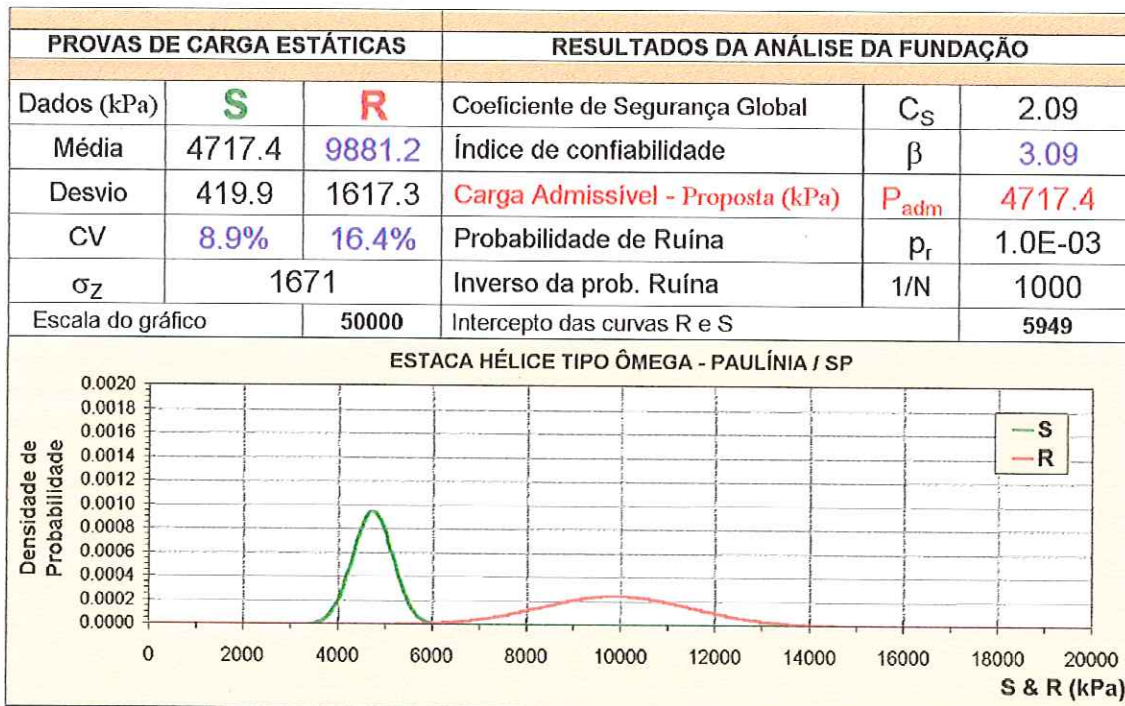


Figura 17. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$.

Tabela 7. Índice de confiabilidade x coeficiente de segurança - São Paulo.

Localização		Resistência Média (kPa)	Desvio Padrão (kPa)	Coeficiente de Variação (%)
Paulínia / SP		9881.2	1617.3	16.4%
CS	β	Pr	1 / Pr	P _{adm}
1.0	0.0	0.50000000	2	9881.2
2.0	2.9	0.00160402	623	4940.6
3.0	4.0	0.00003072	32556	3293.7
4.0	4.5	0.00000281	355519	2470.3
5.0	4.9	0.00000059	1691929	1976.2
6.0	5.1	0.00000020	5031442	1646.9
7.0	5.2	0.00000009	11218535	1411.6
8.0	5.3	0.00000005	20724987	1235.2
9.0	5.4	0.00000003	33644676	1097.9
10.0	5.5	0.00000002	49792332	988.1
11.0	5.5	0.00000001	68816503	898.3
12.0	5.6	0.00000001	90289723	823.4
13.0	5.6	0.00000001	113769219	760.1
14.0	5.7	0.00000001	138833040	705.8
15.0	5.7	0.00000001	165098811	658.7

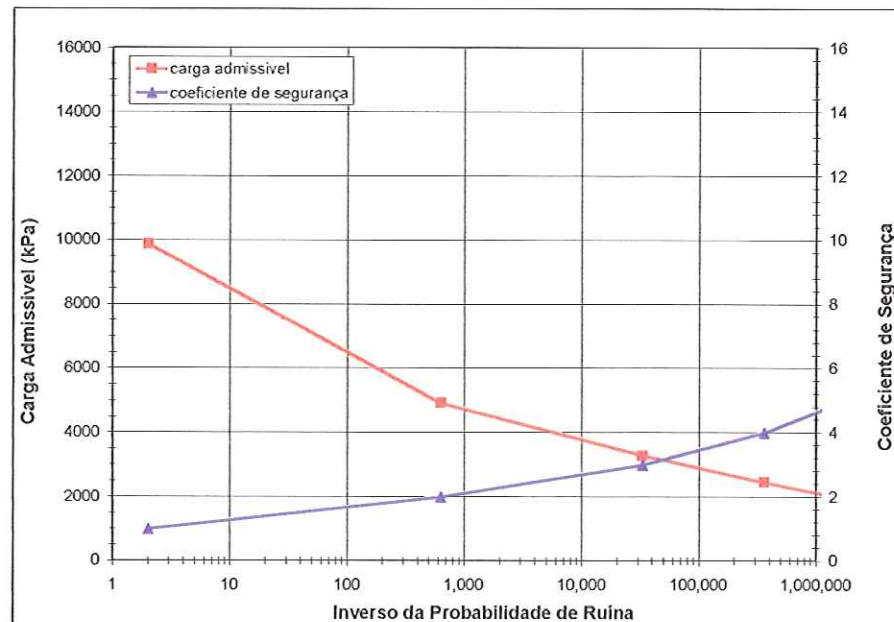


Figura 18. Carga admissível proposta - Paulínia/SP.



APÊNDICE **E**

ESTACAS DE CONCRETO PROTENDIDO CRAVADAS EM CAXIAS/RJ

Tabela 1. Resultados dos ensaios dinâmicos.

Estaca	Seção (m)	L (m)	Carga Mobilizada (kN)		Resistência (kN)	Solicitação (kN)	CS
			CASE	CAPWAP			
5FA3	0.215 x 0.215	16.00	1510	-	1510	547	2.76
E-4E4	0.215 x 0.215	17.20	-	1490	1490	547	2.72
E-106	0.215 x 0.215	19.50	-	1270	1270	547	2.32
E-1995	0.215 x 0.215	22.30	-	1420	1420	547	2.60
E-7F1	0.215 x 0.215	20.35	1700	1610	1610	547	2.94
E-235	0.235 x 0.235	23.20	1760	-	1760	711	2.48
E-548	0.235 x 0.235	20.95	1560	-	1560	711	2.19
E-529	0.235 x 0.235	21.25	1660	1660	1660	711	2.33
E-297	0.235 x 0.235	18.25	1320	1160	1160	711	1.63
E-1205	0.235 x 0.235	20.75	1790	-	1790	711	2.52
E-1094	0.235 x 0.235	14.70	1970	1800	1800	711	2.53
E-892	0.235 x 0.235	21.00	2000	-	2000	711	2.81
E-219	0.265 x 0.265	20.30	1560	-	1560	835	1.87
E-370	0.265 x 0.265	22.20	1890	-	1890	835	2.26
E-187	0.265 x 0.265	22.12	2430	2170	2170	835	2.60
E-278	0.265 x 0.265	21.30	1150	720	720	835	0.86
E-1153	0.265 x 0.265	21.80	2360	2290	2290	835	2.74
E-1 172	0.265 x 0.265	20.45	2180	-	2180	835	2.61
E-1216	0.265 x 0.265	22.15	1890	-	1890	835	2.26
E-988	0.265 x 0.265	19.80	2030	-	2030	835	2.43
E-1081	0.265 x 0.265	16.05	1690	1660	1660	835	1.99
E-216	0.265 x 0.265	22.50	-	2010	2010	835	2.41
E-1068	0.295 x 0.295	20.00	1910	2100	2100	1056	1.99

Tabela 2. Tensões resistentes e solicitantes nas estacas.

Estaca	Seção (m)	Área (m ²)	Resistência		Solicitação	
			(kN)	(kPa)	(kN)	(kPa)
5FA3	0.215 x 0.215	0.0462	1510	32666.3	547	11833.4
E-4E4	0.215 x 0.215	0.0462	1490	32233.6	547	11833.4
E-106	0.215 x 0.215	0.0462	1270	27474.3	547	11833.4
E-1995	0.215 x 0.215	0.0462	1420	30719.3	547	11833.4
E-7F1	0.215 x 0.215	0.0462	1610	34829.6	547	11833.4
E-235	0.235 x 0.235	0.0552	1760	31869.6	711	12874.6
E-548	0.235 x 0.235	0.0552	1560	28248.1	711	12874.6
E-529	0.235 x 0.235	0.0552	1660	30058.9	711	12874.6
E-297	0.235 x 0.235	0.0552	1160	21005.0	711	12874.6
E-1205	0.235 x 0.235	0.0552	1790	32412.9	711	12874.6
E-1094	0.235 x 0.235	0.0552	1800	32593.9	711	12874.6
E-892	0.235 x 0.235	0.0552	2000	36215.5	711	12874.6
E-219	0.265 x 0.265	0.0702	1560	22214.3	835	11890.4
E-370	0.265 x 0.265	0.0702	1890	26913.5	835	11890.4
E-187	0.265 x 0.265	0.0702	2170	30900.7	835	11890.4
E-278	0.265 x 0.265	0.0702	720	10252.8	835	11890.4
E-1153	0.265 x 0.265	0.0702	2290	32609.5	835	11890.4
E-1 172	0.265 x 0.265	0.0702	2180	31043.1	835	11890.4
E-1216	0.265 x 0.265	0.0702	1890	26913.5	835	11890.4
E-988	0.265 x 0.265	0.0702	2030	26907.1	835	11890.4
E-1081	0.265 x 0.265	0.0702	1660	23638.3	835	11890.4
E-216	0.265 x 0.265	0.0702	2010	28622.3	835	11890.4
E-1068	0.295 x 0.295	0.0870	2100	24131.0	1056	12134.4
Média (kPa)			28542.3		12188.1	
Desvio Padrão (kPa)			5594.0		467.9	
Coeficiente de Variação (%)			19.6%		383.9%	

Tabela 3. Provas de carga agrupadas em função da seção transversal da estaca.

Grupo	Estaca	Seção (m)	Resistência (kN)	Resistência			Solicitação (kN)	Solicitação		
				Média (kN)	Desvio (kN)	CV (%)		Média (kN)	Desvio (kN)	CV (%)
1°	5FA3	0.215 x 0.215	1510	1,460.0	126.1	8.6	547	547.0	0.0	0.0
	E-4E4	0.215 x 0.215	1490				547			
	E-106	0.215 x 0.215	1270				547			
	E-1995	0.215 x 0.215	1420				547			
	E-7F1	0.215 x 0.215	1610				547			
2°	E-235	0.235 x 0.235	1760	1,675.7	264.7	15.8	711	711.0	0.0	0.0
	E-548	0.235 x 0.235	1560				711			
	E-529	0.235 x 0.235	1660				711			
	E-297	0.235 x 0.235	1160				711			
	E-1205	0.235 x 0.235	1790				711			
	E-1094	0.235 x 0.235	1800				711			
	E-892	0.235 x 0.235	2000				711			
3°	E-219	0.265 x 0.265	1560	1,840.0	454.9	24.7	835	835.0	0.0	0.0
	E-370	0.265 x 0.265	1890				835			
	E-187	0.265 x 0.265	2170				835			
	E-278	0.265 x 0.265	720				835			
	E-1153	0.265 x 0.265	2290				835			
	E-1 172	0.265 x 0.265	2180				835			
	E-1216	0.265 x 0.265	1890				835			
	E-988	0.265 x 0.265	2030				835			
	E-1081	0.265 x 0.265	1660				835			
	E-216	0.265 x 0.265	2010				835			
4°	E-1068	0.295 x 0.295	2100	2,100.0	0.0	0.0	1056	1,056.0	0.0	0.0

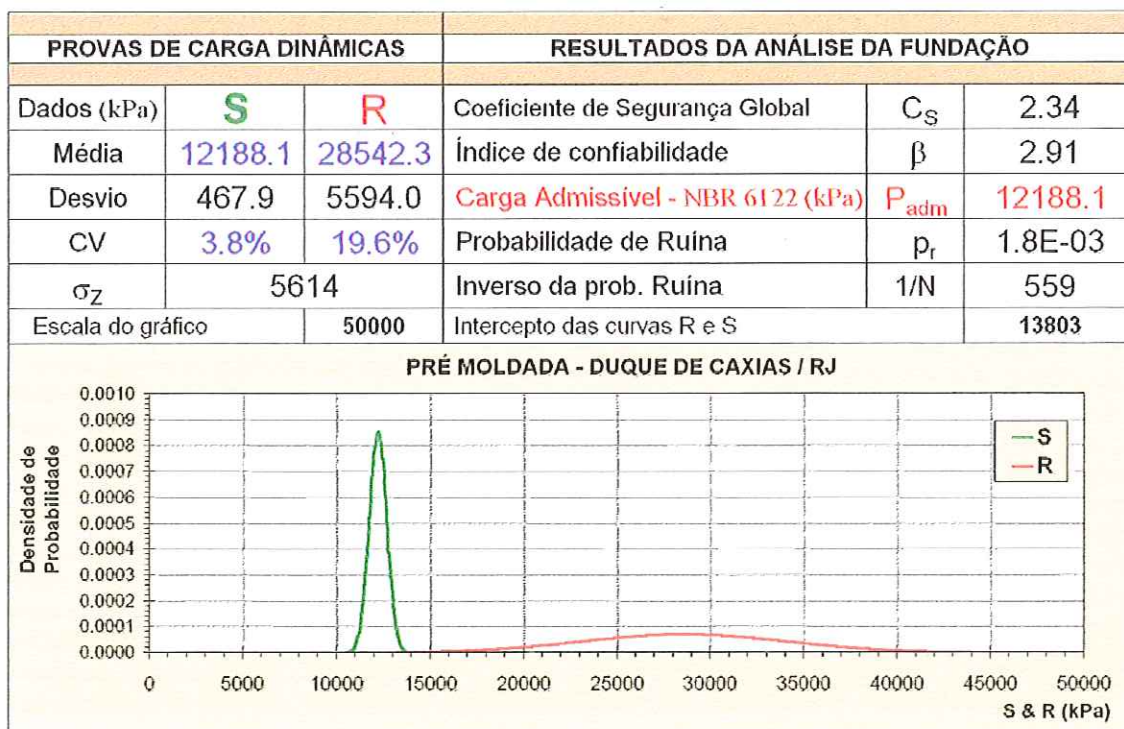


Figura 1. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 - Duque de Caxias/RJ.

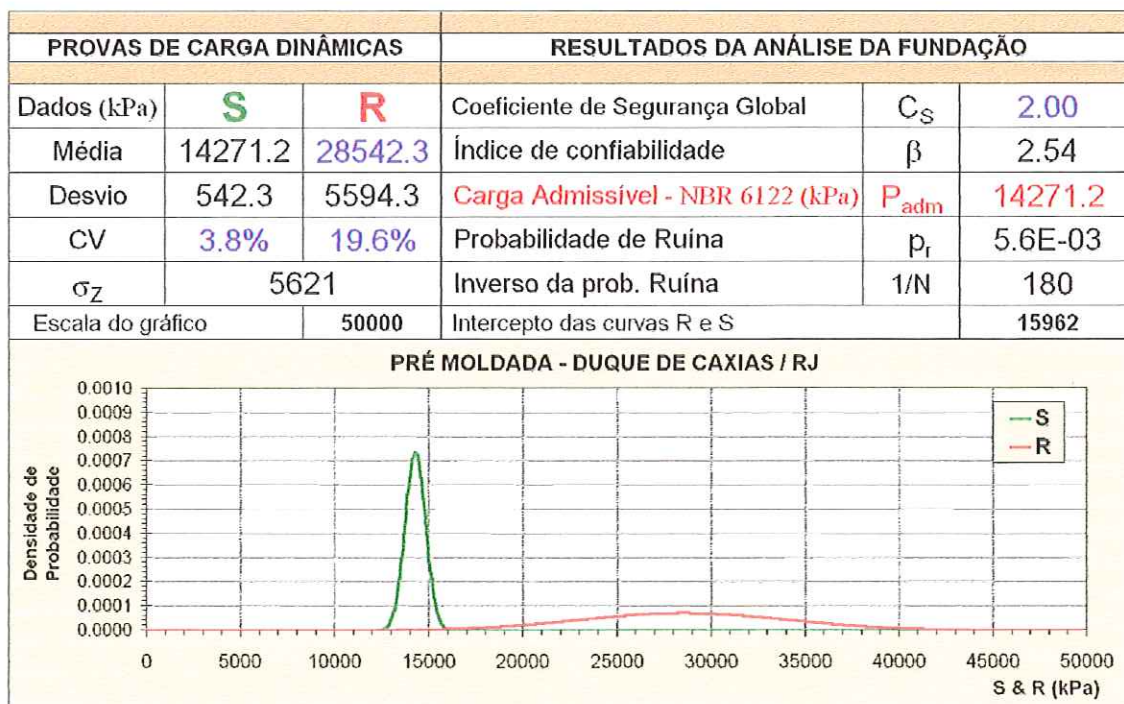


Figura 2. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$ - Duque de Caxias/RJ.

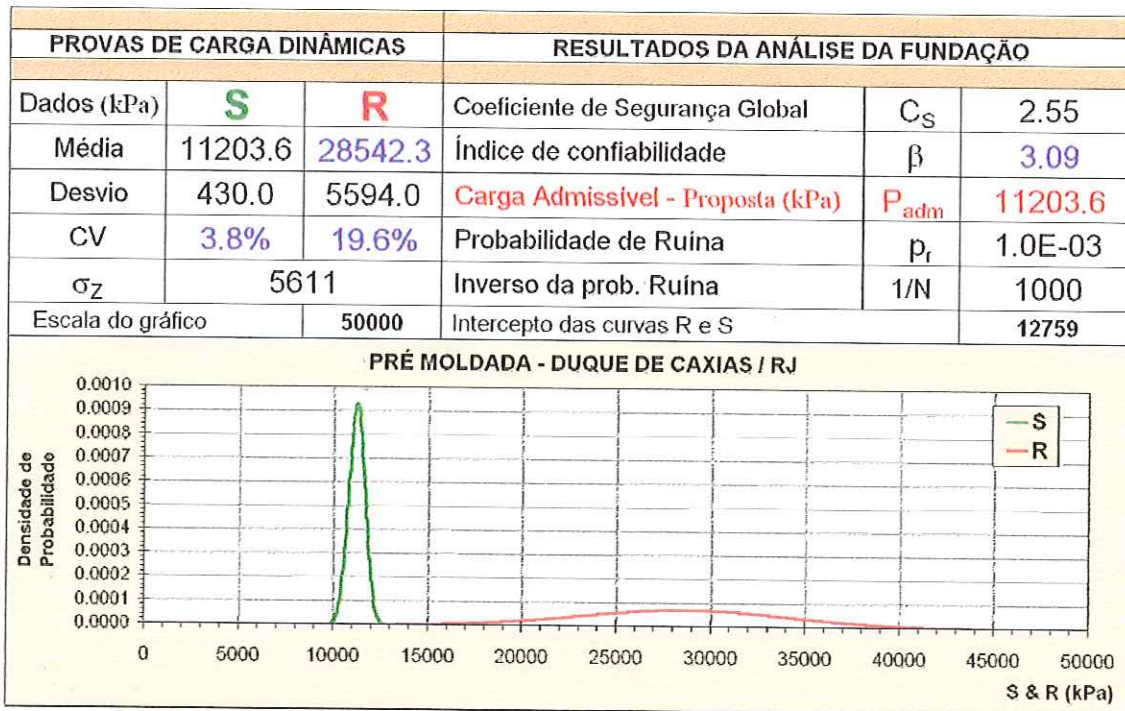


Figura 3. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$ - Duque de Caxias/RJ.

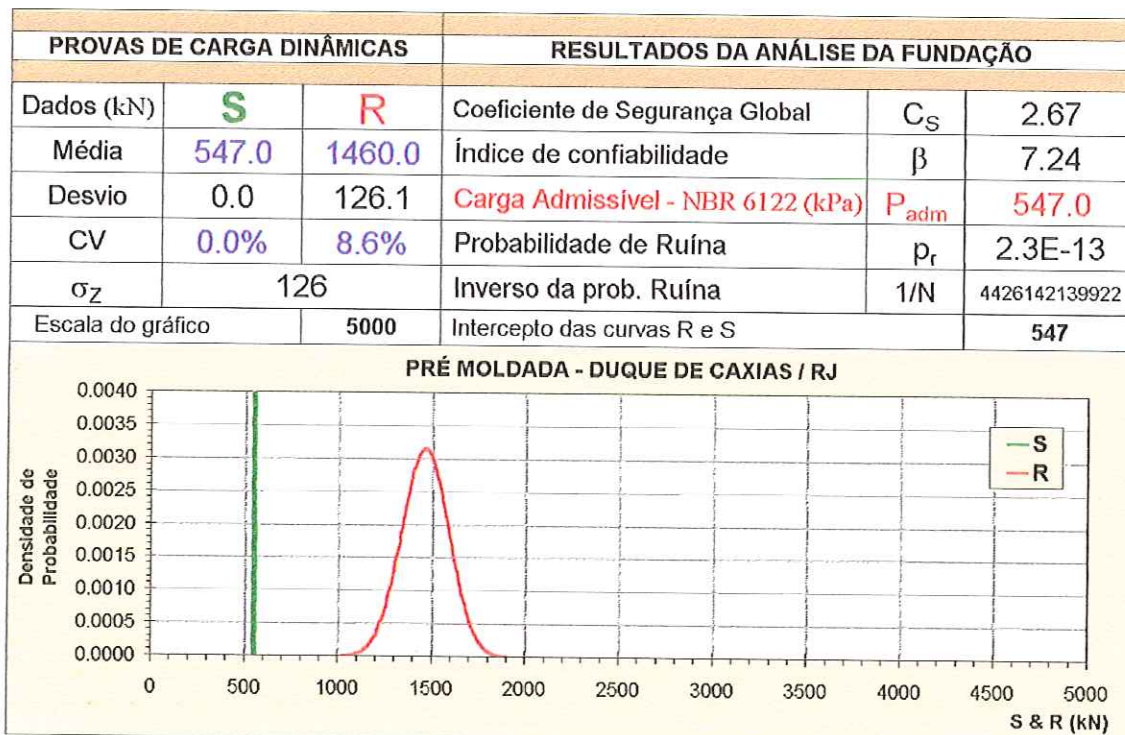


Figura 4. Análise 1 do Grupo 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996.

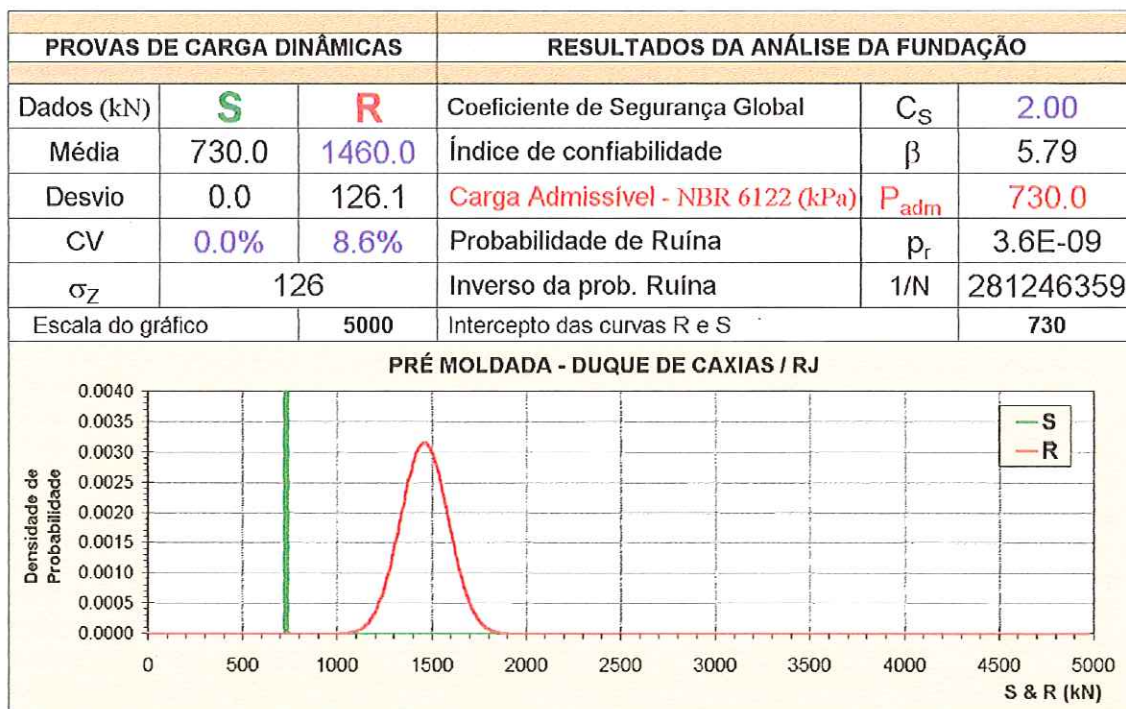


Figura 5. Análise 2 do Grupo 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$.

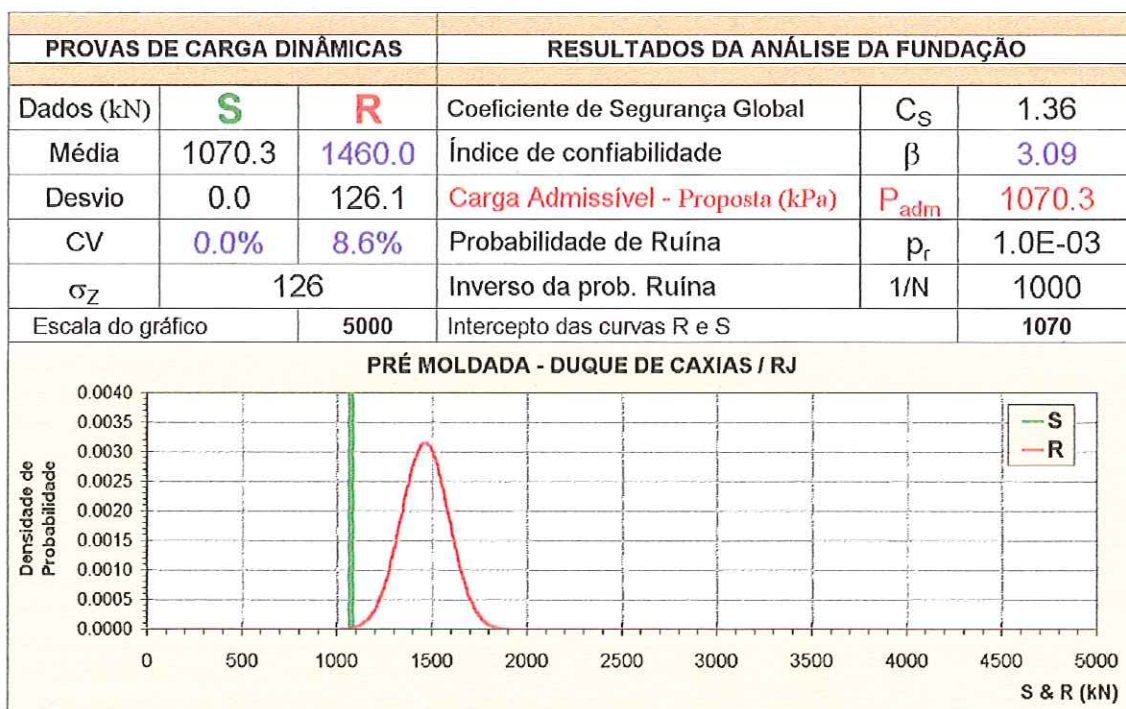


Figura 6. Análise 3 do Grupo 1 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$.

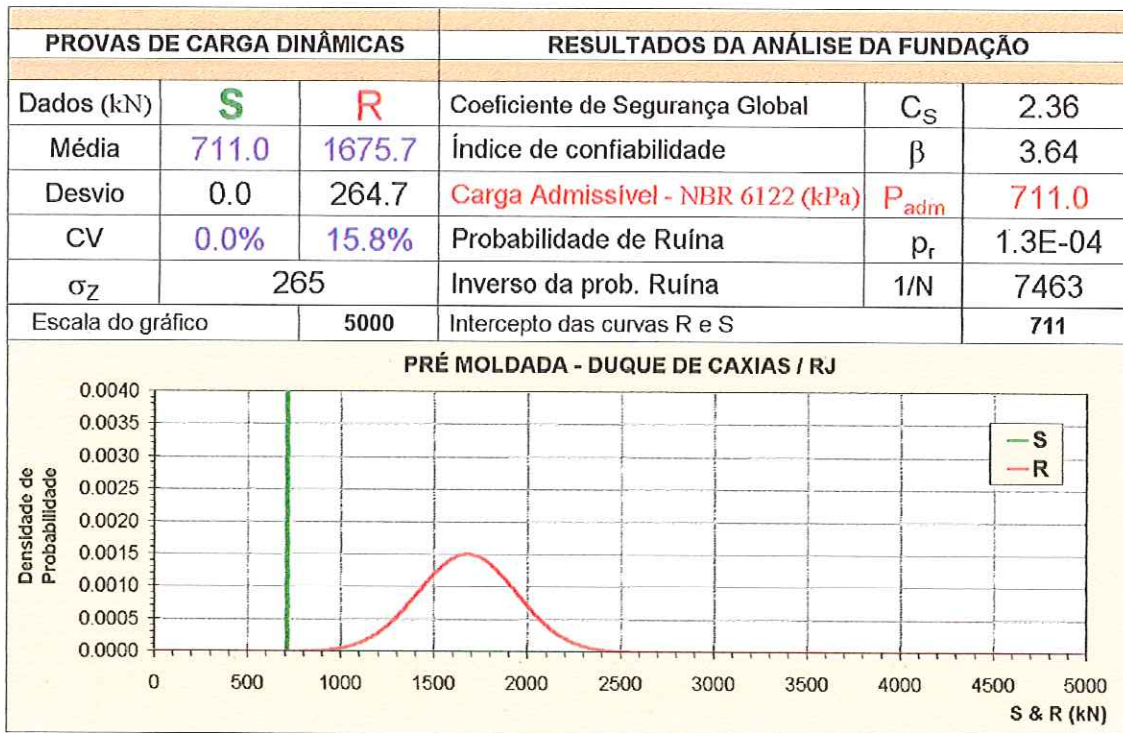
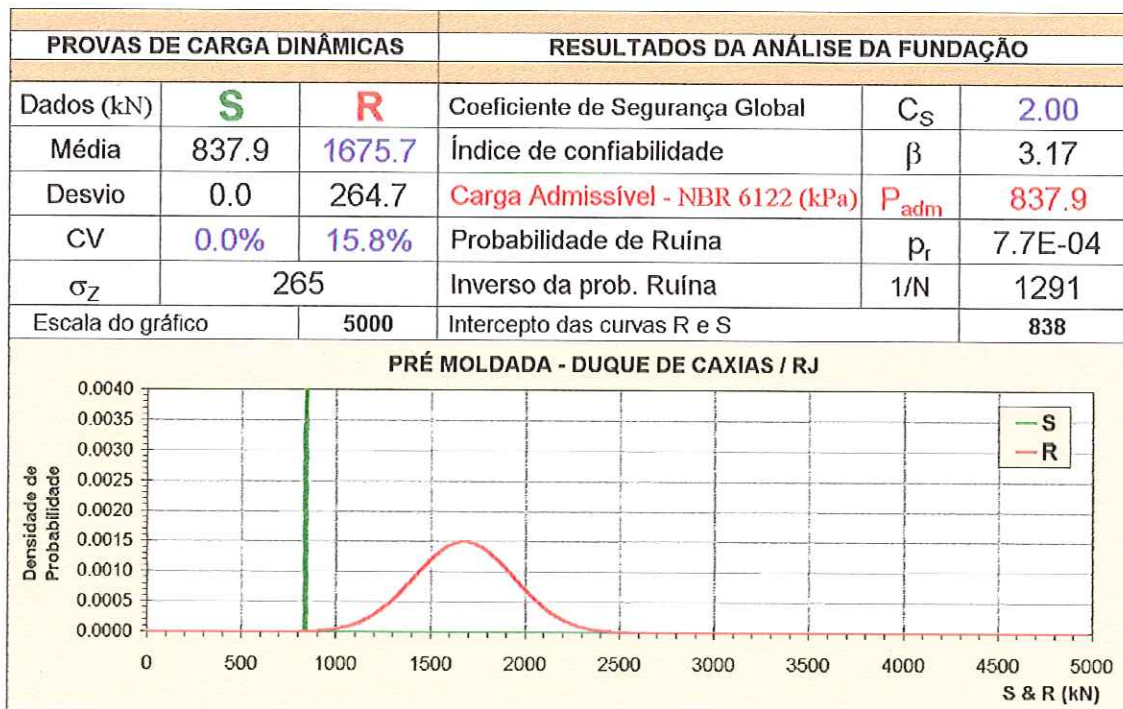


Figura 7. Análise 1 do Grupo 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996.

Figura 8. Análise 2 do Grupo 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$.

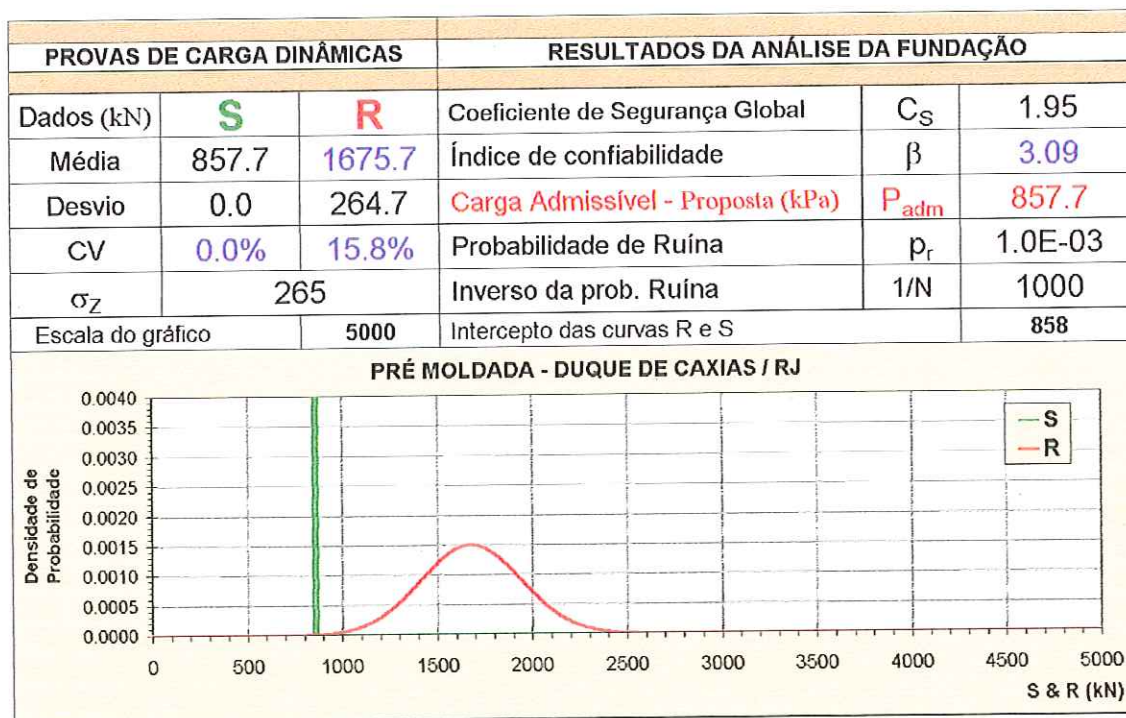


Figura 9. Análise 3 do Grupo 2 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$.

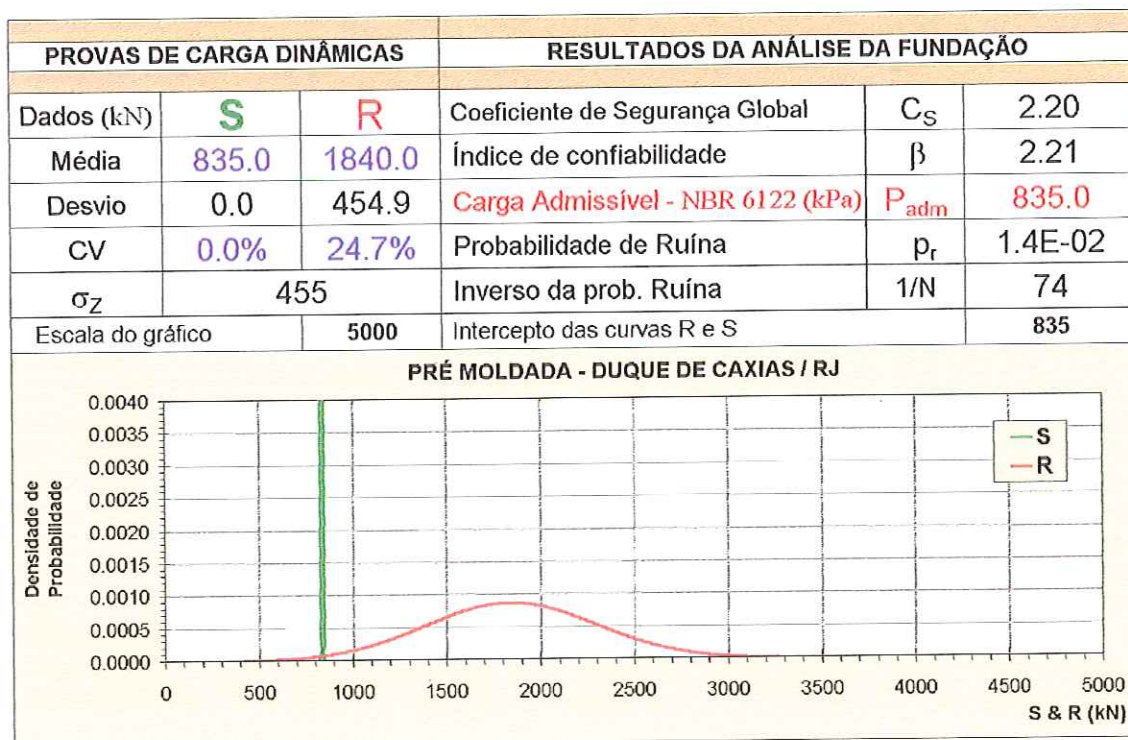


Figura 10. Análise 1 do Grupo 3 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996.

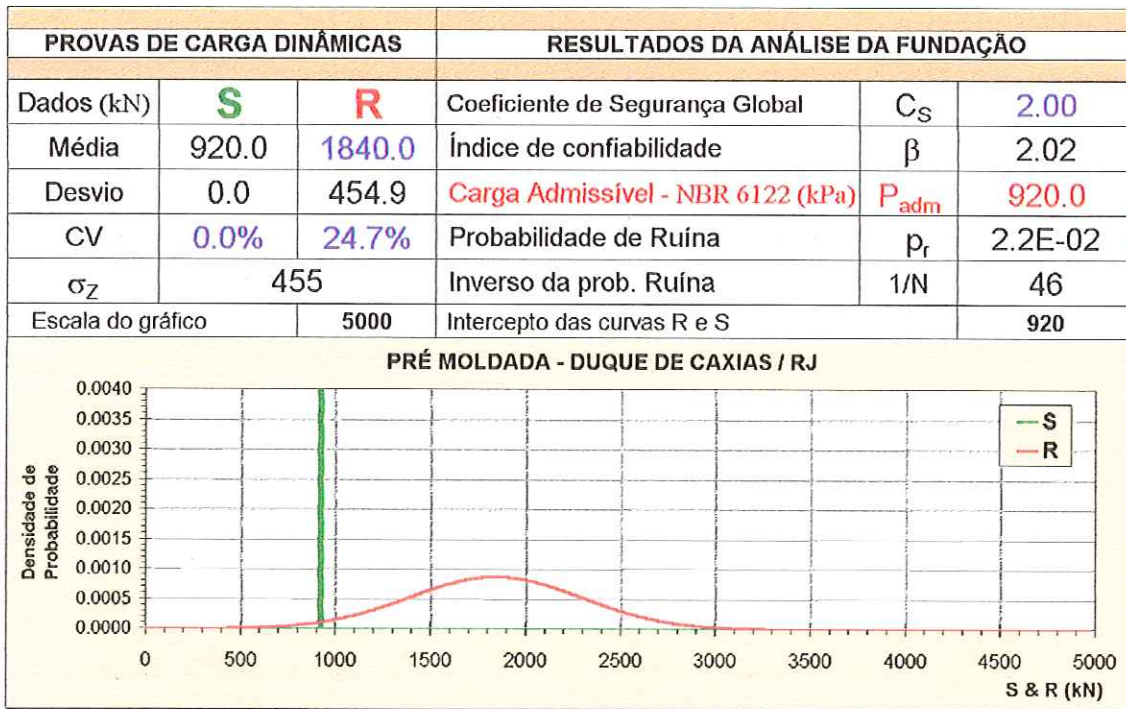


Figura 11. Análise 2 do Grupo 3 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$.

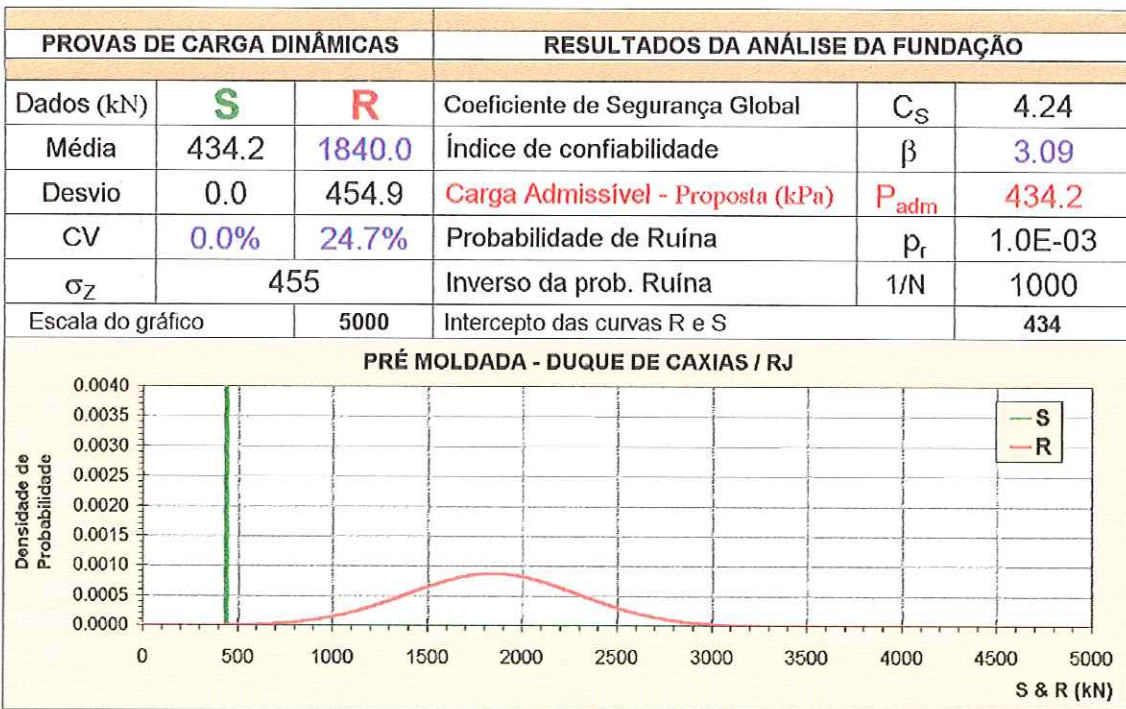


Figura 12. Análise 3 do Grupo 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$.

Tabela 4. Índice de confiabilidade x coeficiente de segurança - 1º grupo - Rio de Janeiro.

Localização		Resistência Média (kN)	Desvio Padrão (kN)	Coeficiente de Variação (%)
Duque de Caxias / RJ		1460.0	126.1	8.6%
CS	β	Pr	1 / Pr	P _{adm}
1.0	0.0	0.50000000	2	1460.0
2.0	5.8	0.00000000	281685343	730.0
3.0	7.7	0.00000000	1.69947E+14	486.7
4.0	8.7	0.00000000	1E+15	365.0
5.0	9.3	0.00000000	1E+16	292.0
6.0	9.6	0.00000000	1E+17	243.3
7.0	9.9	0.00000000	1E+18	208.6
8.0	10.1	0.00000000	1E+19	182.5
9.0	10.3	0.00000000	1E+20	162.2
10.0	10.4	0.00000000	1E+21	146.0
11.0	10.5	0.00000000	∞	132.7
12.0	10.6	0.00000000	∞	121.7
13.0	10.7	0.00000000	∞	112.3
14.0	10.7	0.00000000	∞	104.3
15.0	10.8	0.00000000	∞	97.3

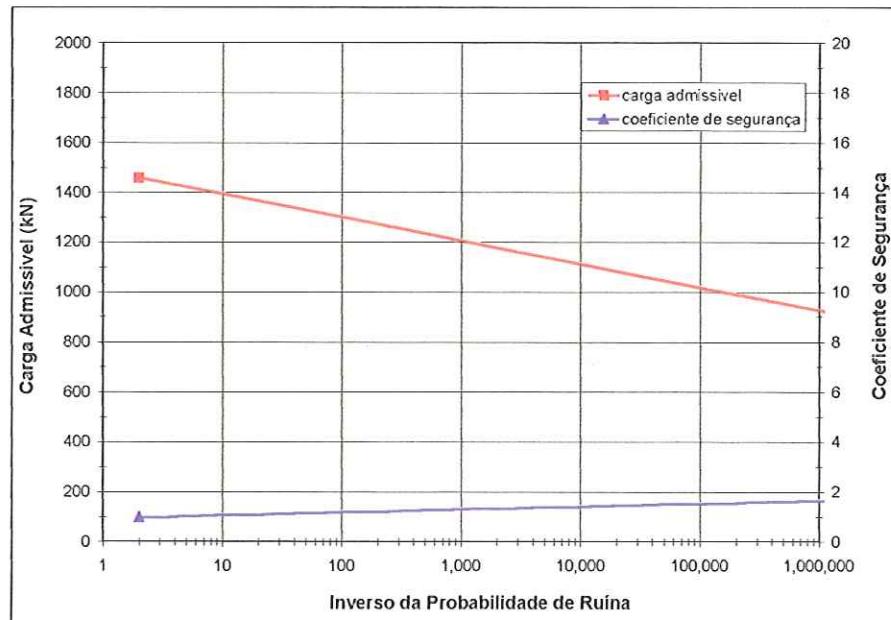


Figura 13. Carga admissível proposta - Grupo 1 - Duque de Caxias/RJ.

Tabela 5. Índice de confiabilidade x coeficiente de segurança - 2º grupo - Rio de Janeiro.

Localização		Resistência Média (kN)	Desvio Padrão (kN)	Coeficiente de Variação (%)
Duque de Caxias / RJ		1675.7	264.7	15.8%
CS	β	Pr	1 / Pr	P _{adm}
1.0	0.0	0.50000000	2	1675.7
2.0	3.2	0.00077473	1291	837.9
3.0	4.2	0.00001220	81949.4	558.6
4.0	4.7	0.00000103	971967.8	418.9
5.0	5.1	0.00000021	4874841.4	335.1
6.0	5.3	0.00000007	15073047.5	279.3
7.0	5.4	0.00000003	34661366.9	239.4
8.0	5.5	0.00000002	65669368.3	209.5
9.0	5.6	0.00000001	108877241.4	186.2
10.0	5.7	0.00000001	164038856.8	167.6
11.0	5.8	0.00000000	230221433.6	152.3
12.0	5.8	0.00000000	306112477.7	139.6
13.0	5.8	0.00000000	390247150.3	128.9
14.0	5.9	0.00000000	481157584.7	119.7
15.0	5.9	0.00000000	577461007.2	111.7

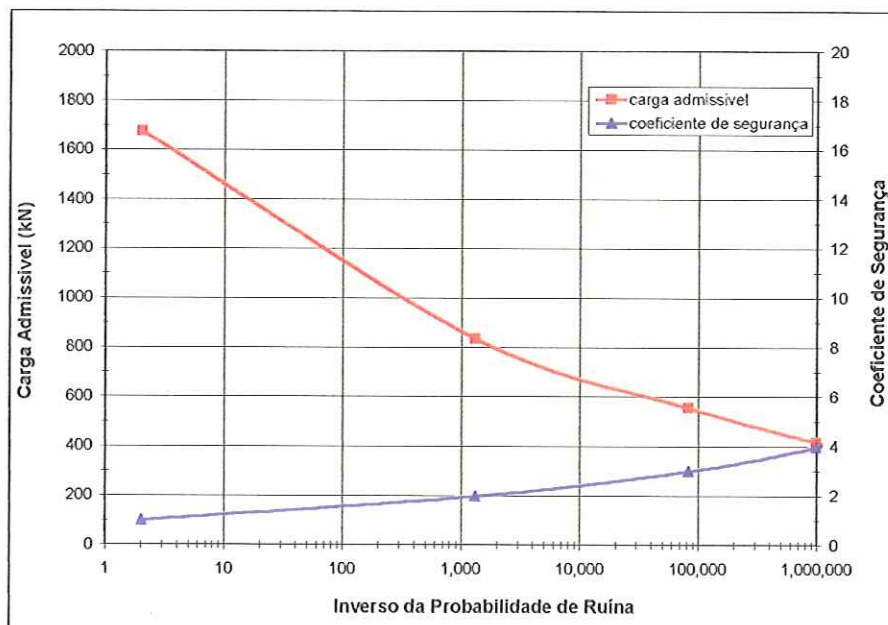


Figura 14. Carga admissível proposta - Grupo 2 - Duque de Caxias/RJ.

Tabela 6. Índice de confiabilidade x coeficiente de segurança - 3º grupo - Rio de Janeiro.

Localização		Resistência Média (kN)	Desvio Padrão (kN)	Coeficiente de Variação (%)
Duque de Caxias / RJ		1840.0	454.9	24.7%
CS	β	Pr	1 / Pr	P _{adm}
1.0	0.0	0.50000000	2	1840.0
2.0	2.0	0.02156629	46	920.0
3.0	2.7	0.00350300	285.5	613.3
4.0	3.0	0.00120821	827.7	460.0
5.0	3.2	0.00060641	1649.0	368.0
6.0	3.4	0.00037494	2667.1	306.7
7.0	3.5	0.00026319	3799.6	262.9
8.0	3.5	0.00020068	4983.0	230.0
9.0	3.6	0.00016197	6173.9	204.4
10.0	3.6	0.00013616	7344.2	184.0
11.0	3.7	0.00011797	8476.9	167.3
12.0	3.7	0.00010457	9562.6	153.3
13.0	3.7	0.00009437	10596.5	141.5
14.0	3.8	0.00008638	11577.1	131.4
15.0	3.8	0.00007997	12504.8	122.7

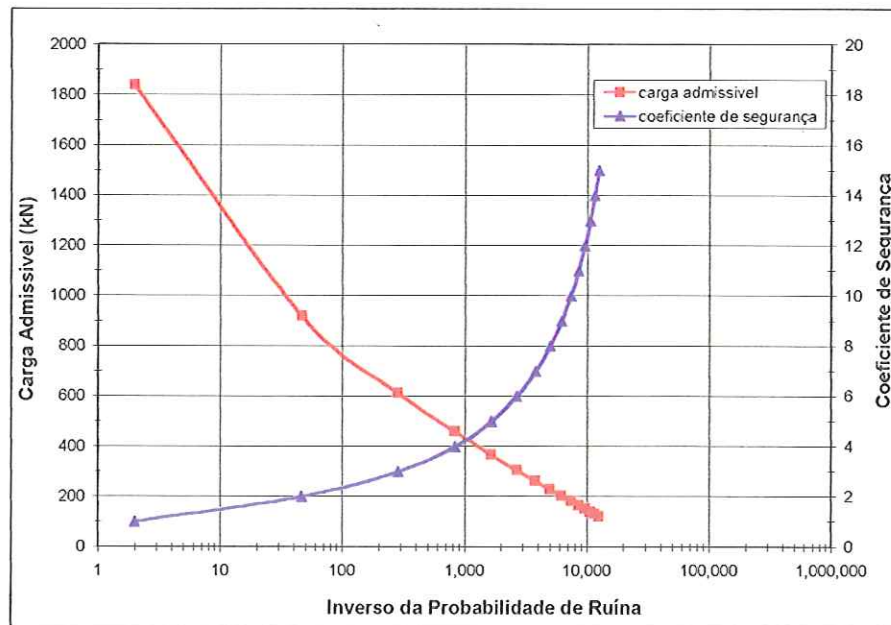


Figura 15. Carga admissível proposta - Grupo 3 - Duque de Caxias/RJ.

APÊNDICE **F**

ESTACAS METÁLICAS CRAVADAS NA FORMAÇÃO TREMEMBÉ

Tabela I. Valores de N_{SPT} .

Prof. (m)	SP-01	SP-02	SP-03	SP-04	SP-05	SP-06	SP-07	SP-08	SP-09	SP-10	SP-11	SP-12	SP-13	SP-14	SP-15	SP-16	SP-17	SP-18	SP-19	Mínimo	Média	Máximo	Desvio	CV (%)
1	11	3	3	3	4	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	1	1	1	1,0	3,0	11,0	2,1	70,3
2	4	2	4	4	3	2	3	2	2	4	2	3	4	4	4	2	2	1	2	1,0	2,8	4,0	1,0	35,7
3	5	3	3	3	4	3	3	1	5	4	5	5	5	4	4	5	2	15	4	1,0	4,4	15,0	2,8	64,4
4	4	4	5	5	5	4	6	2	5	5	13	10	32	17	14	35	6	8	7	2,0	9,8	35,0	9,2	93,5
5	5	12	6	6	8	4	7	2	12	10	11	24	28	18	16	33	16	14	9	2,0	12,7	33,0	8,3	65,5
6	10	32	22	33	23	5	8	18	26	31	13	33	13	29	30	9	17	12	7	5,0	19,5	33,0	9,9	50,7
7	32	39	25	30	35	12	14	20	21	22	14	27	9	9	11	8	9	8	8	8,0	18,6	39,0	10,2	55,0
8	36	33	19	13	28	25	29	41	17	19	14	13	7	10	11	7	8	6	7	6,0	18,1	41,0	10,9	60,4
9	37	18	22	14	25	27	40	35	17	17	13	12	8	14	16	11	10	8	8	8,0	18,5	40,0	10,0	53,8
10	34	18	14	12	44	23	27	18	16	10	10	13	9	15	18	12	11	13	13	9,0	17,4	44,0	9,0	51,9
11	36	18	15	13	22	27	22	23	15	14	9	7	19	19	18	5	14	20	12	5,0	17,3	36,0	7,2	41,9
12	32	23	19	34	33	50	33	37	15	16	14	15	14	12	14	15	14	30	16	12,0	22,9	50,0	10,9	47,4
13	40	23	30	13	17	38	19	33	16	28	21	19	15	11	12	16	23	29	27	11,0	22,5	40,0	8,5	37,9
14	45	7	25	18	19	37	19	20	15	30	26	22	19	9	10	30	24	25	40	7,0	23,2	45,0	10,1	43,8
15	46	9	22	15	17	39	22	22	13	28	32	27	25	12	12	33	28	28	43	9,0	24,9	46,0	10,6	42,7
16	70	11	14	9	14	37	24	23	9	29	38	31	28	28	31	31	30	33	47	9,0	28,3	70,0	14,5	51,4
17	72	25	13	11	16	47	32	9	14	36	45	35	29	30	32	38	34	39	57	9,0	32,3	72,0	16,2	50,0
18	68	32	14	17	7	43	41	33	23	39	54	42	26	42	51	51	32	42	55	7,0	37,5	68,0	15,5	41,3
19	68	37	17	11	11	48	45	46	36		53	45	33	43	57	50	36	56	63	11,0	41,8	66,0	16,1	38,5
20	74	43	17	16	17			46	44		63	49	37	53	56	50	39	52	60	16,0	44,8	74,0	16,7	37,3
21									56											56,0	56,0	56,0	0,0	0,0

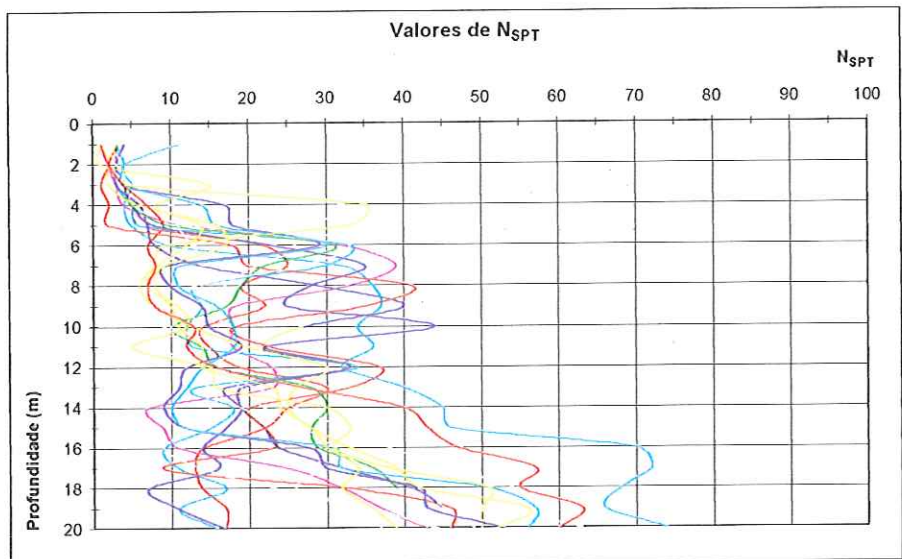


Figura 1. Variação do N_{SPT} ao longo da profundidade.

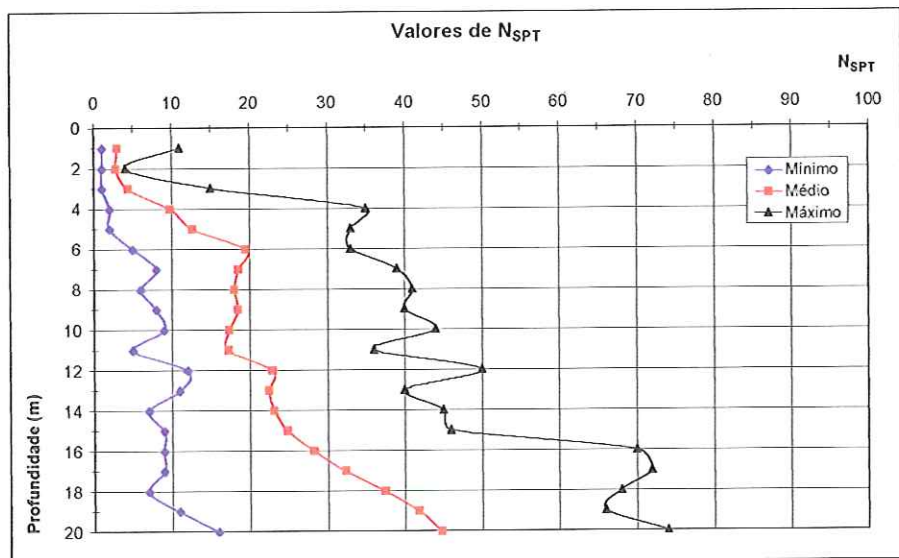


Figura 2. N_{SPT} mínimo, médio e máximo ao longo da profundidade.

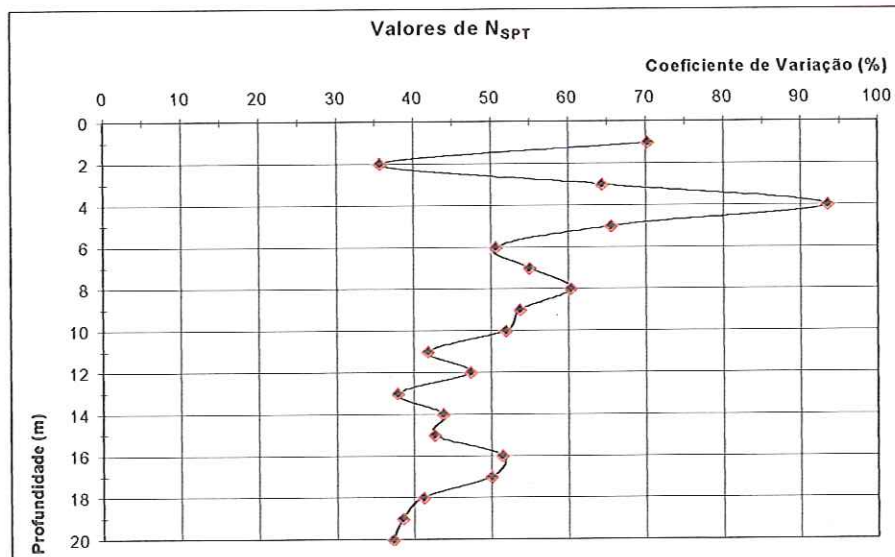


Figura 3. Coeficiente de variação da resistência N_{SPT} ao longo da profundidade.

Tabela 2. Resistência Lateral (kPa) - Método Aoki-Velloso.

Prof. (m)	SP-01	SP-02	SP-03	SP-04	SP-05	SP-06	SP-07	SP-08	SP-09	SP-10	SP-11	SP-12	SP-13	SP-14	SP-15	SP-16	SP-17	SP-18	SP-19	Mínimo	Média	Máximo	Desvio	CV (%)	
1	10.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	10.0	3.2	299.5	
2	30.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.5	30.0	6.2	65.6	
3	40.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	10.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	10.0	20.0	10.0	10.0	19.5	40.0	6.2	31.9	
4	60.0	30.0	30.0	30.0	30.0	20.0	30.0	20.0	30.0	30.0	40.0	40.0	70.0	50.0	40.0	70.0	20.0	70.0	30.0	20.0	38.9	70.0	17.0	43.6	
5	70.0	50.0	50.0	50.0	50.0	30.0	40.0	20.0	50.0	50.0	70.0	80.0	140.0	90.0	80.0	150.0	60.0	100.0	50.0	20.0	67.4	150.0	33.8	50.2	
6	100.0	140.0	90.0	110.0	100.0	40.0	60.0	50.0	100.0	100.0	110.0	230.0	200.0	150.0	130.0	220.0	150.0	150.0	90.0	40.0	122.1	230.0	52.8	43.2	
7	210.0	320.0	210.0	270.0	230.0	60.0	90.0	140.0	160.0	160.0	180.0	380.0	260.0	190.0	180.0	280.0	210.0	200.0	130.0	60.0	202.1	380.0	76.1	37.7	
8	370.0	510.0	320.0	380.0	310.0	110.0	150.0	250.0	240.0	210.0	250.0	480.0	300.0	210.0	210.0	300.0	240.0	230.0	170.0	110.0	275.8	510.0	103.8	37.6	
9	460.0	640.0	400.0	450.0	370.0	170.0	230.0	340.0	300.0	260.0	320.0	550.0	330.0	240.0	240.0	340.0	280.0	250.0	180.0	170.0	334.2	640.0	122.8	36.7	
10	550.0	680.0	460.0	510.0	460.0	270.0	320.0	400.0	340.0	290.0	370.0	610.0	350.0	300.0	310.0	380.0	300.0	270.0	220.0	220.0	388.9	680.0	125.2	32.2	
11	640.0	730.0	530.0	540.0	540.0	390.0	390.0	480.0	380.0	360.0	400.0	640.0	390.0	360.0	380.0	410.0	330.0	320.0	290.0	290.0	447.4	730.0	122.9	27.5	
12	720.0	780.0	620.0	600.0	610.0	540.0	500.0	590.0	440.0	430.0	450.0	660.0	430.0	430.0	450.0	440.0	370.0	380.0	360.0	360.0	515.8	780.0	122.9	23.8	
13	810.0	830.0	750.0	680.0	690.0	650.0	600.0	730.0	510.0	520.0	490.0	710.0	460.0	490.0	510.0	490.0	420.0	450.0	410.0	410.0	589.5	830.0	136.0	23.1	
14	920.0	870.0	890.0	760.0	780.0	740.0	680.0	840.0	570.0	630.0	550.0	760.0	510.0	540.0	570.0	570.0	480.0	510.0	500.0	480.0	666.8	920.0	147.6	22.1	
15	1040.0	890.0	1000.0	840.0	870.0	830.0	760.0	920.0	610.0	750.0	620.0	820.0	560.0	580.0	610.0	680.0	540.0	580.0	600.0	540.0	742.1	1040.0	158.0	21.3	
16	1180.0	910.0	1050.0	890.0	950.0	920.0	850.0	1010.0	640.0	860.0	710.0	890.0	630.0	640.0	690.0	790.0	610.0	660.0	710.0	610.0	820.5	1180.0	163.0	19.9	
17	1360.0	970.0	1080.0	920.0	1030.0	1020.0	960.0	1070.0	680.0	990.0	810.0	970.0	700.0	740.0	790.0	900.0	690.0	750.0	840.0	680.0	908.9	1360.0	171.4	18.9	
18	1540.0	1110.0	1120.0	960.0	1080.0	1130.0	1110.0	1150.0	780.0	1140.0	940.0	1070.0	800.0	870.0	940.0	1040.0	780.0	850.0	990.0	780.0	1021.1	1540.0	179.3	17.6	
19	1700.0	1290.0	1160.0	990.0	1100.0	1240.0	1260.0	1300.0	930.0		1070.0	1180.0	930.0	1010.0	1120.0	1180.0	860.0	970.0	1130.0	860.0	1134.4	1700.0	192.7	17.0	
20	1880.0	1500.0	1200.0	1020.0	1140.0			1470.0	1130.0		1220.0	1300.0	1020.0	1160.0	1320.0	1340.0	960.0	1110.0	1290.0	960.0	1255.0	1880.0	226.4	18.0	
21									1390.0												1390.0	1390.0	1390.0	0.0	0.0

Tabela 3. Resistência Ponta (kPa) - Método Aoki-Velloso.

Prof. (m)	SP-01	SP-02	SP-03	SP-04	SP-05	SP-06	SP-07	SP-08	SP-09	SP-10	SP-11	SP-12	SP-13	SP-14	SP-15	SP-16	SP-17	SP-18	SP-19	Mínimo	Média	Máximo	Desvio	CV (%)	
1	1380.0	380.0	380.0	380.0	500.0	600.0	600.0	600.0	600.0	600.0	400.0	400.0	400.0	600.0	600.0	600.0	200.0	200.0	200.0	200.0	508.3	1380.0	257.9	50.9	
2	500.0	250.0	500.0	500.0	380.0	400.0	600.0	400.0	400.0	800.0	320.0	600.0	670.0	800.0	800.0	400.0	400.0	210.0	400.0	210.0	491.1	800.0	178.1	36.3	
3	630.0	380.0	380.0	380.0	500.0	600.0	600.0	200.0	1000.0	800.0	810.0	930.0	630.0	800.0	800.0	1000.0	400.0	4070.0	650.0	200.0	818.9	4070.0	819.3	100.0	
4	500.0	500.0	630.0	630.0	630.0	800.0	910.0	400.0	1000.0	1000.0	2600.0	1260.0	4020.0	3400.0	2800.0	7000.0	1630.0	1350.0	1440.0	400.0	1710.5	7000.0	1653.1	96.6	
5	1390.0	3330.0	920.0	1040.0	1300.0	800.0	880.0	500.0	1780.0	2000.0	2830.0	8230.0	4740.0	3600.0	3200.0	8490.0	5490.0	2980.0	3090.0	500.0	2978.4	8490.0	2345.0	78.7	
6	3430.0	10970.0	7540.0	11310.0	6790.0	1000.0	1010.0	8230.0	4430.0	6200.0	4460.0	11310.0	4460.0	5800.0	6000.0	3090.0	5830.0	4110.0	2400.0	1000.0	5703.7	11310.0	3128.9	54.9	
7	9930.0	13370.0	8570.0	10290.0	4400.0	2400.0	1760.0	7090.0	12000.0	4400.0	4800.0	9260.0	3090.0	1800.0	2200.0	3660.0	2310.0	2310.0	2460.0	1760.0	5584.2	13370.0	3819.4	68.4	
8	4530.0	11100.0	4660.0	4460.0	3520.0	5000.0	3650.0	8200.0	9710.0	3800.0	4800.0	4460.0	1900.0	2000.0	2200.0	4000.0	1870.0	750.0	1400.0	750.0	4316.3	11100.0	2743.0	63.6	
9	4650.0	2260.0	4100.0	4340.0	3140.0	7330.0	5030.0	7000.0	3400.0	3760.0	3710.0	4110.0	1600.0	6960.0	8550.0	5530.0	1260.0	1010.0	2170.0	1010.0	4205.8	8550.0	2141.3	50.9	
10	4270.0	2260.0	4800.0	1510.0	5530.0	7890.0	7000.0	10290.0	3790.0	3430.0	2670.0	1970.0	1530.0	8570.0	10290.0	2910.0	1380.0	1630.0	4460.0	1380.0	4535.8	10290.0	2955.3	65.2	
11	4530.0	2260.0	5140.0	1630.0	2770.0	7520.0	12570.0	11430.0	8570.0	5760.0	2570.0	1320.0	2390.0	10640.0	9870.0	1000.0	1760.0	2510.0	3930.0	1000.0	5166.8	12570.0	3782.3	73.2	
12	4020.0	2510.0	6510.0	6640.0	5220.0	10000.0	18860.0	21140.0	8570.0	9140.0	2540.0	1890.0	1760.0	4110.0	4800.0	1710.0	1760.0	3770.0	2010.0	1710.0	6155.8	21140.0	5543.3	90.1	
13	5030.0	2890.0	10290.0	4460.0	5830.0	7600.0	10680.0	18860.0	9140.0	16000.0	2640.0	2390.0	1890.0	3770.0	4110.0	1830.0	2890.0	3270.0	3390.0	1830.0	6165.3	18860.0	4850.0	78.7	
14	5660.0	880.0	8190.0	6170.0	6510.0	7400.0	10860.0	11430.0	5230.0	17140.0	3270.0	2770.0	2390.0	1230.0	1830.0	3430.0	3020.0	3140.0	5030.0	880.0	5556.8	17140.0	4103.6	73.8	
15	5780.0	1130.0	2770.0	4100.0	5830.0	7800.0	12570.0	12570.0	1920.0	16000.0	4020.0	3390.0	3140.0	1370.0	1370.0	3770.0	3520.0	3520.0	5410.0	1130.0	5282.1	16000.0	4170.8	79.3	
16	8800.0	1860.0	1760.0	1130.0	4800.0	7400.0	13710.0	7890.0	2380.0	16570.0	4780.0	3900.0	3520.0	3200.0	3540.0	3540.0	3770.0	4150.0	5910.0	1130.0	5400.5	16570.0	4024.1	74.5	
17	9050.0	8570.0	1630.0	1380.0	4790.0	9400.0	18290.0	3090.0	4800.0	20570.0	5660.0	4400.0	6290.0	3430.0	3660.0	4340.0	4270.0	4800.0	7170.0	1380.0	6615.3	20570.0	5047.5	78.3	
18	8550.0	10970.0	1760.0	2140.0	880.0	8600.0	16120.0	12070.0	7890.0	22290.0	6790.0	5280.0	7330.0	4800.0	5830.0	4690.0	4020.0	5280.0	6910.0	880.0	7484.2	22290.0	5135.7	68.6	
19	8300.0	12690.0	2140.0	1380.0	1360.0	9600.0	5660.0	5260.0	12340.0		6660.0	5660.0	4150.0	4910.0	6510.0	4800.0	4530.0	7040.0	7920.0	1380.0	6162.8	12690.0	3206.3	52.0	
20	9300.0	14740.0	2140.0	2010.0	2140.0			6400.0	15090.0		7920.0	6790.0	4650.0	6060.0	6630.0	5710.0	4900.0	6540.0	7540.0	2010.0	6785.0	15090.0	3798.4	56.0	
21									19200.0												19200.0	19200.0	19200.0	0.0	0.0

Tabela 4. Resistência Total (kPa) - Método Aoki-Velloso.

Prof. (m)	SP-01	SP-02	SP-03	SP-04	SP-05	SP-06	SP-07	SP-08	SP-09	SP-10	SP-11	SP-12	SP-13	SP-14	SP-15	SP-16	SP-17	SP-18	SP-19	Mínimo	Média	Máximo	Desvio	CV (%)
1	1390.0	380.0	380.0	380.0	510.0	600.0	600.0	600.0	600.0	600.0	400.0	400.0	400.0	600.0	600.0	600.0	200.0	200.0	200.0	200.0	507.4	1390.0	259.7	51.2
2	530.0	260.0	510.0	510.0	390.0	410.0	610.0	410.0	410.0	810.0	330.0	610.0	680.0	810.0	810.0	410.0	400.0	210.0	400.0	210.0	500.5	810.0	179.7	35.9
3	670.0	400.0	400.0	400.0	520.0	820.0	620.0	210.0	1020.0	820.0	830.0	950.0	650.0	820.0	820.0	1020.0	410.0	4090.0	660.0	210.0	838.4	4090.0	819.9	97.8
4	560.0	530.0	660.0	660.0	660.0	820.0	940.0	420.0	1030.0	1030.0	2640.0	1300.0	4090.0	3450.0	2840.0	7070.0	1650.0	1420.0	1470.0	420.0	1749.5	7070.0	1664.1	95.1
5	1460.0	3380.0	970.0	1090.0	1350.0	830.0	920.0	520.0	1830.0	2050.0	2900.0	8310.0	4880.0	3690.0	3280.0	8640.0	5550.0	3060.0	3140.0	520.0	3045.8	8640.0	2369.5	77.8
6	3530.0	11110.0	7630.0	11420.0	6890.0	1040.0	1070.0	8280.0	4530.0	6300.0	4570.0	11540.0	4660.0	5950.0	6130.0	3310.0	5980.0	4260.0	2480.0	1040.0	5825.8	11540.0	3144.2	54.0
7	10140.0	13680.0	8780.0	10560.0	4630.0	2460.0	1850.0	7230.0	12160.0	4560.0	4980.0	9640.0	3350.0	1990.0	2380.0	3920.0	2520.0	2510.0	2590.0	1850.0	5786.3	13690.0	3857.4	66.7
8	4900.0	11610.0	4980.0	4840.0	3830.0	5110.0	3800.0	8450.0	9950.0	4010.0	5050.0	4940.0	2200.0	2210.0	2410.0	4300.0	2110.0	980.0	1570.0	980.0	4592.1	11610.0	2787.7	60.7
9	5110.0	2900.0	4500.0	4790.0	3510.0	7500.0	5260.0	7340.0	3700.0	4020.0	4030.0	4660.0	1930.0	7200.0	8790.0	5870.0	1540.0	1260.0	2350.0	1260.0	4540.0	8790.0	2118.5	46.7
10	4820.0	2940.0	5260.0	2020.0	5990.0	8160.0	7320.0	10690.0	4130.0	3720.0	3040.0	2580.0	1880.0	8870.0	10600.0	3290.0	1680.0	1900.0	4680.0	1680.0	4924.7	10690.0	2921.8	59.3
11	5170.0	2990.0	5670.0	2170.0	3310.0	7910.0	12960.0	11910.0	8950.0	6120.0	2970.0	1960.0	2780.0	11000.0	10250.0	1410.0	2090.0	2830.0	4220.0	1410.0	5614.2	12960.0	3750.4	66.8
12	4740.0	3290.0	7130.0	7240.0	5830.0	10540.0	19360.0	21730.0	9010.0	9570.0	2990.0	2550.0	2190.0	4540.0	5250.0	2150.0	2130.0	4150.0	2370.0	2130.0	6671.6	21730.0	5558.4	83.3
13	5840.0	3720.0	11040.0	5140.0	6520.0	8250.0	11460.0	19590.0	9650.0	16520.0	3130.0	3100.0	2350.0	4260.0	4620.0	2320.0	3310.0	3720.0	3800.0	2320.0	6754.7	19590.0	4888.1	72.4
14	6580.0	1750.0	9080.0	6930.0	7290.0	8140.0	11540.0	12270.0	5800.0	17770.0	3820.0	3530.0	2900.0	1770.0	2400.0	4000.0	3500.0	3650.0	5530.0	1750.0	6223.7	17770.0	4149.5	66.7
15	6820.0	2020.0	3770.0	4940.0	6700.0	8630.0	13330.0	13490.0	2530.0	16750.0	4640.0	4210.0	3700.0	1950.0	1980.0	4450.0	4060.0	4100.0	6010.0	1950.0	6004.2	16750.0	4217.2	70.2
16	9980.0	2770.0	2810.0	2020.0	5750.0	8320.0	14560.0	8900.0	3020.0	17430.0	5490.0	4790.0	4150.0	3840.0	4230.0	4330.0	4360.0	4810.0	6620.0	2020.0	6221.1	17430.0	4070.0	65.4
17	10410.0	9540.0	2710.0	2300.0	5820.0	10420.0	19250.0	4160.0	5480.0	21560.0	6470.0	5370.0	6990.0	4170.0	4450.0	5240.0	4960.0	5650.0	8010.0	2300.0	7524.2	21560.0	5090.4	67.7
18	10090.0	12080.0	2880.0	3100.0	1960.0	9730.0	17230.0	13220.0	8670.0	23430.0	7730.0	6350.0	8130.0	5670.0	6770.0	5730.0	4800.0	6130.0	7900.0	1960.0	8505.3	23430.0	5193.4	61.1
19	10000.0	13980.0	3300.0	2370.0	2480.0	10840.0	6920.0	6560.0	13270.0		7730.0	6840.0	5080.0	5920.0	7630.0	5980.0	5390.0	8010.0	9050.0	2370.0	7297.2	13980.0	3259.5	44.7
20	11180.0	16240.0	3340.0	3030.0	3260.0			7870.0	16220.0		9140.0	8090.0	5670.0	7240.0	7950.0	7050.0	5860.0	7650.0	8830.0	3030.0	8040.0	16240.0	3897.6	48.5
21								20590.0												20590.0	20590.0	20590.0	0.0	0.0

Tabela 5. Resistência Lateral (kPa) - Método Décourt-Quaresma.

Prof. (m)	SP-01	SP-02	SP-03	SP-04	SP-05	SP-06	SP-07	SP-08	SP-09	SP-10	SP-11	SP-12	SP-13	SP-14	SP-15	SP-16	SP-17	SP-18	SP-19	Mínimo	Média	Máximo	Desvio	CV (%)	
1	46.7	20.0	20.0	20.0	23.3	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	21.6	46.7	6.1	28.4	
2	70.0	40.0	43.3	43.3	43.3	40.0	40.0	40.0	40.0	43.3	40.0	40.0	43.3	43.3	43.3	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	42.8	70.0	6.8	15.8
3	96.7	60.0	63.3	63.3	66.7	60.0	60.0	60.0	66.7	66.7	66.7	66.7	70.0	66.7	66.7	66.7	60.0	100.0	63.3	60.0	67.9	100.0	11.2	16.5	
4	120.0	83.3	90.0	90.0	93.3	83.3	90.0	80.0	93.3	93.3	120.0	110.0	186.7	133.3	123.3	193.3	90.0	136.7	96.7	80.0	110.9	193.3	32.8	29.6	
5	146.7	133.3	120.0	120.0	130.0	106.7	123.3	100.0	143.3	136.7	166.7	200.0	290.0	203.3	186.7	313.3	153.3	193.3	136.7	100.0	163.3	313.3	57.6	35.3	
6	190.0	250.0	203.3	240.0	216.7	133.3	160.0	170.0	240.0	250.0	220.0	320.0	343.3	310.0	296.7	353.3	220.0	243.3	170.0	133.3	238.4	353.3	62.8	26.3	
7	306.7	390.0	296.7	350.0	343.3	183.3	216.7	246.7	320.0	333.3	276.7	420.0	383.3	350.0	343.3	390.0	260.0	280.0	206.7	183.3	310.4	420.0	66.9	21.5	
8	436.7	510.0	370.0	403.3	446.7	276.7	323.3	393.3	386.7	406.7	333.3	473.3	416.7	393.3	390.0	423.3	296.7	310.0	240.0	240.0	380.5	510.0	69.1	18.1	
9	570.0	580.0	453.3	460.0	540.0	376.7	466.7	520.0	453.3	473.3	386.7	523.3	453.3	450.0	453.3	470.0	340.0	346.7	276.7	276.7	452.3	580.0	79.3	17.5	
10	693.3	650.0	510.0	510.0	696.7	463.3	566.7	590.0	516.7	516.7	430.0	576.7	493.3	510.0	523.3	520.0	386.7	400.0	330.0	330.0	520.2	696.7	96.9	18.6	
11	823.3	720.0	570.0	563.3	780.0	583.3	650.0	676.7	576.7	573.3	470.0	610.0	566.7	583.3	593.3	546.7	443.3	476.7	380.0	380.0	587.7	823.3	109.7	18.7	
12	940.0	806.7	643.3	686.7	900.0	740.0	770.0	810.0	636.7	636.7	526.7	670.0	623.3	633.3	650.0	606.7	500.0	586.7	443.3	443.3	674.2	940.0	128.6	19.1	
13	1083.3	893.3	753.3	740.0	966.7	876.7	843.3	930.0	700.0	740.0	606.7	743.3	683.3	680.0	700.0	670.0	586.7	683.3	543.3	543.3	759.1	1083.3	139.4	18.4	
14	1243.3	926.7	846.7	810.0	1040.0	1010.0	816.7	1006.7	760.0	850.0	703.3	826.7	756.7	720.0	743.3	780.0	676.7	776.7	686.7	676.7	846.3	1243.3	146.6	17.3	
15	1406.7	966.7	930.0	870.0	1106.7	1150.0	1000.0	1090.0	813.3	953.3	820.0	926.7	850.0	770.0	793.3	900.0	780.0	880.0	840.0	770.0	939.3	1406.7	158.4	16.9	
16	1583.3	1013.3	986.7	910.0	1163.3	1283.3	1090.0	1176.7	853.3	1080.0	956.7	1040.0	953.3	873.3	906.7	1013.3	890.0	1000.0	1006.7	853.3	1040.0	1583.3	172.0	16.5	
17	1760.0	1106.7	1040.0	956.7	1226.7	1450.0	1206.7	1216.7	910.0	1190.0	1116.7	1166.7	1060.0	983.3	1023.3	1150.0	1013.3	1140.0	1183.3	910.0	1152.6	1760.0	191.4	16.6	
18	1936.7	1223.3	1096.7	1023.3	1260.0	1603.3	1353.3	1336.7	996.7	1330.0	1293.3	1316.7	1156.7	1133.3	1200.0	1326.7	1130.0	1290.0	1360.0	996.7	1282.5	1936.7	211.6	16.5	
19	2113.3	1356.7	1163.3	1070.0	1306.7	1773.3	1513.3	1500.0	1126.7		1470.0	1476.7	1276.7	1286.7	1376.7	1503.3	1260.0	1466.7	1536.7	1070.0	1420.9	2113.3	243.3	17.1	
20	2290.0	1510.0	1230.0	1133.3	1373.3			1663.3	1283.3		1646.7	1650.0	1410.0	1463.3	1553.3	1680.0	1400.0	1643.3	1713.3	1133.3	1540.2	2290.0	265.8	17.3	
21									1460.0												1460.0	1460.0	1460.0	0.0	0.0

Tabela 6. Resistência Ponta (kPa) - Método Décourt-Quaresma.

Prof. (m)	SP-01	SP-02	SP-03	SP-04	SP-05	SP-06	SP-07	SP-08	SP-09	SP-10	SP-11	SP-12	SP-13	SP-14	SP-15	SP-16	SP-17	SP-18	SP-19	Mínimo	Média	Máximo	Desvio	CV (%)
1	720.0	320.0	400.0	400.0	400.0	320.0	360.0	320.0	320.0	400.0	320.0	360.0	400.0	400.0	400.0	320.0	320.0	280.0	320.0	280.0	372.6	720.0	93.4	25.1
2	800.0	360.0	400.0	400.0	440.0	360.0	360.0	280.0	440.0	440.0	440.0	440.0	480.0	440.0	440.0	440.0	320.0	840.0	400.0	280.0	448.4	840.0	140.2	31.3
3	520.0	400.0	480.0	480.0	480.0	400.0	480.0	320.0	520.0	520.0	840.0	720.0	1640.0	1000.0	880.0	1720.0	480.0	1040.0	560.0	320.0	709.5	1720.0	398.9	56.2
4	560.0	760.0	560.0	560.0	680.0	440.0	640.0	320.0	880.0	760.0	1160.0	1560.0	2600.0	1560.0	1360.0	2920.0	1000.0	1480.0	800.0	320.0	1084.2	2920.0	702.5	64.8
5	760.0	1920.0	1320.0	1760.0	1440.0	520.0	840.0	960.0	1720.0	1840.0	1480.0	2680.0	2920.0	2560.0	2400.0	3080.0	1560.0	1360.0	920.0	520.0	1686.3	3080.0	753.5	44.7
6	1880.0	3320.0	2120.0	2760.0	2640.0	840.0	1160.0	1640.0	2360.0	2520.0	1520.0	3360.0	2000.0	2240.0	2280.0	2000.0	1680.0	1360.0	960.0	840.0	2033.7	3360.0	712.1	35.0
7	3120.0	4160.0	2640.0	3040.0	3440.0	1680.0	2040.0	3160.0	2560.0	2880.0	1640.0	2920.0	1160.0	1920.0	2080.0	960.0	1360.0	1040.0	880.0	880.0	2246.3	4160.0	949.6	42.3
8	4200.0	3600.0	2640.0	2280.0	3520.0	2560.0	3320.0	3840.0	2200.0	2320.0	1640.0	2080.0	960.0	1320.0	1520.0	1040.0	1080.0	880.0	920.0	880.0	2206.3	4200.0	1082.0	49.0
9	4280.0	2760.0	2200.0	1560.0	3880.0	3000.0	3840.0	3760.0	2000.0	1840.0	1480.0	1520.0	960.0	1560.0	1800.0	1200.0	1160.0	1080.0	1120.0	960.0	2157.9	4280.0	1089.4	50.5
10	4280.0	2160.0	2040.0	1560.0	3640.0	3080.0	3560.0	3040.0	1920.0	1640.0	1280.0	1280.0	1440.0	1920.0	2080.0	1120.0	1400.0	1640.0	1320.0	1120.0	2126.3	4280.0	934.3	43.9
11	4080.0	2360.0	1920.0	2360.0	3960.0	4000.0	3280.0	3120.0	1840.0	1600.0	1320.0	1400.0	1680.0	1840.0	2000.0	1280.0	1560.0	2520.0	1640.0	1280.0	2303.2	4080.0	937.7	40.7
12	4320.0	2560.0	2560.0	2400.0	2880.0	4600.0	2960.0	3720.0	1840.0	2320.0	1760.0	1640.0	1920.0	1680.0	1760.0	1440.0	2040.0	3040.0	2200.0	1440.0	2507.4	4600.0	901.0	35.9
13	4680.0	2120.0	2960.0	2600.0	2760.0	5000.0	2840.0	3600.0	1840.0	2960.0	2440.0	2240.0	1920.0	1280.0	1440.0	2440.0	2440.0	3240.0	3320.0	1280.0	2743.2	5000.0	958.4	34.9
14	5240.0	1560.0	3080.0	1840.0	2120.0	4560.0	2400.0	3000.0	1760.0	3440.0	3160.0	2720.0	2360.0	1280.0	1360.0	3160.0	3000.0	3160.0	4400.0	1280.0	2821.1	5240.0	1088.0	38.6
15	5640.0	1080.0	2440.0	1680.0	2000.0	4520.0	2600.0	2600.0	1480.0	3480.0	3840.0	3200.0	2880.0	1960.0	2120.0	3760.0	3280.0	3440.0	5200.0	1080.0	3010.5	5640.0	1229.0	40.8
16	5840.0	1800.0	1960.0	1400.0	1880.0	4920.0	3120.0	2160.0	1440.0	3720.0	4600.0	3720.0	3280.0	2800.0	3000.0	4080.0	3680.0	4000.0	5600.0	1400.0	3315.8	5840.0	1342.7	40.5
17	6000.0	2720.0	1640.0	1480.0	1480.0	5080.0	3880.0	2600.0	1840.0	4160.0	5320.0	4320.0	3320.0	4000.0	4520.0	4760.0	3840.0	4560.0	5880.0	1480.0	3757.9	6000.0	1446.4	38.5
18	6000.0	3760.0	1760.0	1560.0	1360.0	5520.0	4720.0	3520.0	2920.0	4560.0	5800.0	4880.0	3520.0	4600.0	5280.0	5520.0	4080.0	5240.0	6000.0	1360.0	4242.1	6000.0	1481.8	34.9
19	6000.0	4480.0	1920.0	1760.0	1400.0	5560.0	5240.0	5000.0	4120.0		6000.0	5440.0	3840.0	5400.0	6000.0	6000.0	4280.0	5680.0	6000.0	1400.0	4673.3	6000.0	1536.2	32.9
20	6000.0	4920.0	2040.0	1720.0	1800.0			5520.0	5200.0		6000.0	5720.0	4280.0	5720.0	6000.0	6000.0	4560.0	6000.0	6000.0	1720.0	4842.5	6000.0	1579.6	32.6
21								5760.0												5760.0	5760.0	5760.0	0.0	0.0

Tabela 7. Resistência Total (kPa) - Método Décourt-Quaresma.

Prof. (m)	SP-01	SP-02	SP-03	SP-04	SP-05	SP-06	SP-07	SP-08	SP-09	SP-10	SP-11	SP-12	SP-13	SP-14	SP-15	SP-16	SP-17	SP-18	SP-19	Mínimo	Média	Máximo	Desvio	CV (%)
1	786.7	340.0	420.0	420.0	423.3	340.0	380.0	340.0	340.0	420.0	340.0	380.0	420.0	420.0	420.0	340.0	340.0	300.0	340.0	300.0	394.2	786.7	99.0	25.1
2	870.0	400.0	443.3	443.3	483.3	400.0	400.0	320.0	480.0	483.3	480.0	480.0	523.3	483.3	483.3	480.0	360.0	880.0	440.0	320.0	491.2	880.0	144.4	29.4
3	616.7	460.0	543.3	543.3	546.7	460.0	540.0	380.0	586.7	586.7	906.7	786.7	1710.0	1066.7	946.7	1786.7	540.0	1140.0	623.3	380.0	777.4	1786.7	401.8	51.7
4	680.0	843.3	650.0	650.0	773.3	523.3	730.0	400.0	973.3	853.3	1280.0	1670.0	2786.7	1693.3	1483.3	3113.3	1090.0	1616.7	896.7	400.0	1195.1	3113.3	733.4	61.4
5	906.7	2053.3	1440.0	1880.0	1570.0	626.7	963.3	1060.0	1863.3	1976.7	1646.7	2880.0	3210.0	2763.3	2586.7	3393.3	1713.3	1553.3	1056.7	626.7	1849.6	3393.3	801.0	43.3
6	2070.0	3570.0	2323.3	3000.0	2856.7	973.3	1320.0	1810.0	2600.0	2770.0	1740.0	3680.0	2343.3	2550.0	2576.7	2353.3	1900.0	1603.3	1130.0	973.3	2272.1	3680.0	749.0	33.0
7	3426.7	4550.0	2936.7	3390.0	3783.3	1863.3	2256.7	3406.7	2880.0	3213.3	1916.7	3340.0	1543.3	2270.0	2423.3	1350.0	1620.0	1320.0	1086.7	1086.7	2556.7	4550.0	974.0	38.1
8	4636.7	4110.0	3010.0	2683.3	3966.7	2836.7	3643.3	4233.3	2586.7	2726.7	1973.3	2553.3	1376.7	1713.3	1910.0	1463.3	1376.7	1190.0	1160.0	1160.0	2586.8	4636.7	1113.1	43.0
9	4850.0	3340.0	2653.3	2020.0	4420.0	3376.7	4306.7	4280.0	2453.3	2313.3	1866.7	2043.3	1413.3	2010.0	2253.3	1670.0	1500.0	1426.7	1396.7	1396.7	2610.2	4850.0	1138.4	43.6
10	4973.3	2810.0	2550.0	2070.0	4336.7	3543.3	4126.7	3630.0	2436.7	2156.7	1710.0	1856.7	1933.3	2430.0	2603.3	1640.0	1786.7	2040.0	1650.0	1640.0	2646.5	4973.3	1001.6	37.8
11	4903.3	3080.0	2490.0	2923.3	4740.0	4563.3	3930.0	3796.7	2416.7	2173.3	1790.0	2010.0	2246.7	2423.3	2593.3	1826.7	2003.3	2996.7	2020.0	1790.0	2890.9	4903.3	1013.9	35.1
12	5260.0	3386.7	3203.3	3086.7	3780.0	5340.0	3730.0	4530.0	2476.7	2956.7	2286.7	2310.0	2543.3	2313.3	2410.0	2046.7	2540.0	3626.7	2643.3	2046.7	3181.6	5340.0	987.5	31.0
13	5763.3	3013.3	3713.3	3340.0	3726.7	5876.7	3683.3	4530.0	2540.0	3700.0	3046.7	2983.3	2603.3	1960.0	2140.0	3110.0	3026.7	3923.3	3863.3	1960.0	3502.3	5876.7	1037.4	29.6
14	6483.3	2486.7	3926.7	2650.0	3160.0	5570.0	3316.7	4006.7	2520.0	4290.0	3863.3	3546.7	3116.7	2000.0	2103.3	3940.0	3676.7	3936.7	5086.7	2000.0	3667.4	6483.3	1154.4	31.5
15	7046.7	2046.7	3370.0	2550.0	3106.7	5670.0	3600.0	3690.0	2293.3	4433.3	4660.0	4126.7	3730.0	2730.0	2913.3	4860.0	4060.0	4320.0	6040.0	2046.7	3949.8	7046.7	1302.0	33.0
16	7423.3	2813.3	2946.7	2310.0	3043.3	6203.3	4210.0	3336.7	2293.3	4780.0	5556.7	4760.0	4233.3	3673.3	3906.7	5093.3	4570.0	5000.0	6606.7	2293.3	4355.8	7423.3	1432.7	32.9
17	7760.0	3826.7	2680.0	2436.7	2706.7	6530.0	5086.7	3816.7	2750.0	5350.0	6436.7	5486.7	4380.0	4983.3	5543.3	5910.0	4853.3	5700.0	7063.3	2436.7	4910.5	7760.0	1555.7	31.7
18	7936.7	4983.3	2856.7	2583.3	2620.0	7123.3	6073.3	4856.7	3916.7	5890.0	7093.3	6196.7	4676.7	5733.3	6480.0	6846.7	5210.0	6530.0	7360.0	2583.3	5524.6	7936.7	1618.5	29.3
19	8113.3	5836.7	3083.3	2630.0	2706.7	7333.3	6753.3	6500.0	5246.7		7470.0	6916.7	5116.7	6686.7	7376.7	7503.3	5540.0	7146.7	7536.7	2706.7	6094.3	8113.3	1701.1	27.9
20	8290.0	6430.0	3270.0	2853.3	3173.3			7183.3	6483.3		7646.7	7370.0	5690.0	7183.3	7553.3	7680.0	5960.0	7643.3	7713.3	2853.3	6382.7	8290.0	1770.5	27.7
21									7220.0											7220.0	7220.0	7220.0	0.0	0.0

Tabela 8. Resumo das Resistências previstas ao longo da profundidade - Método Aoki-Velloso.

Método Aoki-Velloso														
Atrito					Ponta					Total				
Mínimo	Média	Máximo	Desvio	CV (%)	Mínimo	Média	Máximo	Desvio	CV (%)	Mínimo	Média	Máximo	Desvio	CV (%)
0.0	1.1	10.0	3.2	299.5	200.0	506.3	1380.0	257.9	50.9	200.0	507.4	1380.0	257.7	51.2
0.0	9.5	30.0	6.2	65.6	210.0	491.1	800.0	178.1	36.3	210.0	500.5	810.0	179.7	35.9
100	19.5	40.0	6.2	31.9	200.0	818.9	4070.0	819.3	100.0	210.0	838.4	4090.0	819.9	97.8
200	38.9	70.0	17.0	43.6	400.0	1710.5	7000.0	1653.1	96.6	420.0	1749.5	7070.0	1664.1	95.1
200	67.4	150.0	33.8	50.2	500.0	2978.4	8490.0	2345.0	78.7	520.0	3045.8	8640.0	2369.5	77.8
400	122.1	230.0	52.8	43.2	1000.0	5703.7	11310.0	3128.9	54.9	1040.0	5825.8	11540.0	3144.2	54.0
600	202.1	380.0	76.1	37.7	1760.0	5584.2	13370.0	3819.4	68.4	1850.0	5786.3	13690.0	3857.4	66.7
1100	275.8	510.0	103.8	37.6	750.0	4316.3	11100.0	2743.0	63.6	980.0	4592.1	11610.0	2787.7	60.7
1700	334.2	640.0	122.8	36.7	1010.0	4205.8	8550.0	2141.3	50.9	1260.0	4540.0	8790.0	2118.5	46.7
2200	388.9	680.0	125.2	32.2	1380.0	4535.8	10290.0	2956.3	65.2	1680.0	4924.7	10990.0	2921.8	59.3
2900	447.4	730.0	122.9	27.5	1000.0	5166.8	12570.0	3782.3	73.2	1410.0	5614.2	12960.0	3750.4	66.8
3600	515.8	780.0	122.9	23.8	1710.0	6155.8	21140.0	5543.3	90.1	2130.0	6671.6	21730.0	5558.4	83.3
4100	589.5	830.0	136.0	23.1	1830.0	6165.3	18860.0	4850.0	78.7	2320.0	6754.7	19590.0	4888.1	72.4
4800	666.8	920.0	147.6	22.1	880.0	5556.8	17140.0	4103.6	73.8	1750.0	6223.7	17770.0	4149.5	66.7
5400	742.1	1040.0	158.0	21.3	1130.0	5262.1	16000.0	4170.8	79.3	1950.0	6004.2	16750.0	4217.2	70.2
6100	820.5	1180.0	163.0	19.9	1130.0	5400.5	16570.0	4024.1	74.5	2020.0	6221.1	17430.0	4070.0	65.4
6800	908.9	1360.0	171.4	18.9	1380.0	6615.3	20570.0	5047.5	76.3	2300.0	7524.2	21560.0	5090.4	67.7
7800	1021.1	1540.0	179.3	17.6	880.0	7484.2	22290.0	5135.7	68.6	1960.0	8505.3	23430.0	5193.4	61.1
8600	1134.4	1700.0	192.7	17.0	1380.0	6162.8	12690.0	3206.3	52.0	2370.0	7297.2	13980.0	3259.5	44.7
9600	1255.0	1880.0	226.4	18.0	2010.0	6785.0	15090.0	3798.4	56.0	3030.0	8040.0	16240.0	3897.6	48.5
13900	1390.0	1390.0	0.0	0.0	19200.0	19200.0	19200.0	0.0	0.0	20500.0	20500.0	20500.0	0.0	0.0

Tabela 9. Resumo das Resistências previstas ao longo da profundidade - Método Décourt-Quaresma.

Método Décourt-Quaresma														
Atrito					Ponta					Total				
Mínimo	Média	Máximo	Desvio	CV (%)	Mínimo	Média	Máximo	Desvio	CV (%)	Mínimo	Média	Máximo	Desvio	CV (%)
200	216	467	6.1	28.4	2800	3726	7200	93.4	25.1	3000	3942	7667	99.0	25.1
400	428	700	6.8	15.8	2800	448.4	8400	140.2	31.3	3200	491.2	8800	144.4	29.4
600	67.9	1000	11.2	16.5	3200	709.5	17200	398.9	56.2	3800	777.4	1786.7	401.8	51.7
800	110.9	1933	32.8	29.6	3200	1084.2	29200	702.5	64.8	4000	1195.1	3113.3	733.4	61.4
1000	163.3	3133	57.6	35.3	5200	1686.3	30800	753.5	44.7	6267	1849.6	3393.3	801.0	43.3
133.3	238.4	353.3	62.8	26.3	8400	2033.7	33600	712.1	35.0	973.3	2272.1	3660.0	749.0	33.0
183.3	310.4	4200	66.9	21.5	8800	2246.3	41600	949.6	42.3	1086.7	2556.7	4550.0	974.0	38.1
2400	380.5	5100	69.1	18.1	8800	2206.3	42000	1082.0	49.0	1160.0	2586.8	4636.7	1113.1	43.0
276.7	452.3	5800	79.3	17.5	9600	2157.9	42800	1069.4	50.5	1396.7	2610.2	4850.0	1138.4	43.6
3300	520.2	6967	96.9	18.6	11200	2126.3	42800	934.3	43.9	1640.0	2646.5	4973.3	1001.6	37.8
3800	587.7	8233	109.7	18.7	12800	2303.2	40800	937.7	40.7	17900	2890.9	4903.3	1013.9	35.1
443.3	674.2	9400	128.6	19.1	14400	2507.4	46000	901.0	35.9	2046.7	3181.6	5340.0	987.5	31.0
543.3	759.1	1063.3	139.4	18.4	12800	2743.2	50000	958.4	34.9	19600	3502.3	5876.7	1037.4	29.6
676.7	846.3	1243.3	146.6	17.3	12800	2821.1	52400	1088.0	38.6	20000	3667.4	6483.3	1154.4	31.5
7700	939.3	1406.7	158.4	16.9	10800	3010.5	56400	1229.0	40.8	2046.7	3949.8	7046.7	1302.0	33.0
853.3	1040.0	1583.3	172.0	16.5	14000	3315.8	58400	1342.7	40.5	2293.3	4356.8	7423.3	1432.7	32.9
9100	1152.6	17600	191.4	16.6	14800	3757.9	60000	1446.4	38.5	2436.7	4910.5	7760.0	1556.7	31.7
996.7	1282.5	1936.7	211.6	16.5	13600	4242.1	60000	1481.8	34.9	2583.3	5524.6	7936.7	1618.5	29.3
10700	1420.9	2113.3	243.3	17.1	14000	4673.3	60000	1536.2	32.9	2706.7	6094.3	8113.3	1701.1	27.9
1133.3	1540.2	22900	265.8	17.3	17200	4842.5	60000	1579.6	32.6	2853.3	6382.7	82900	1770.5	27.7
14600	1460.0	14600	0.0	0.0	57600	57600	57600	0.0	0.0	72200	72200	72200	0.0	0.0

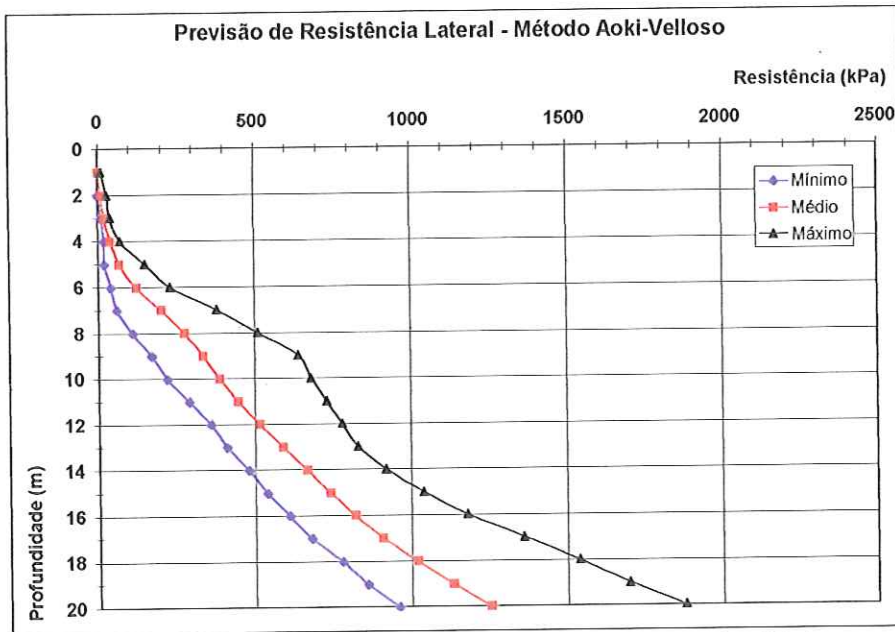


Figura 4. Variação da Resistência Lateral ao longo da profundidade - Método Aoki-Velloso.

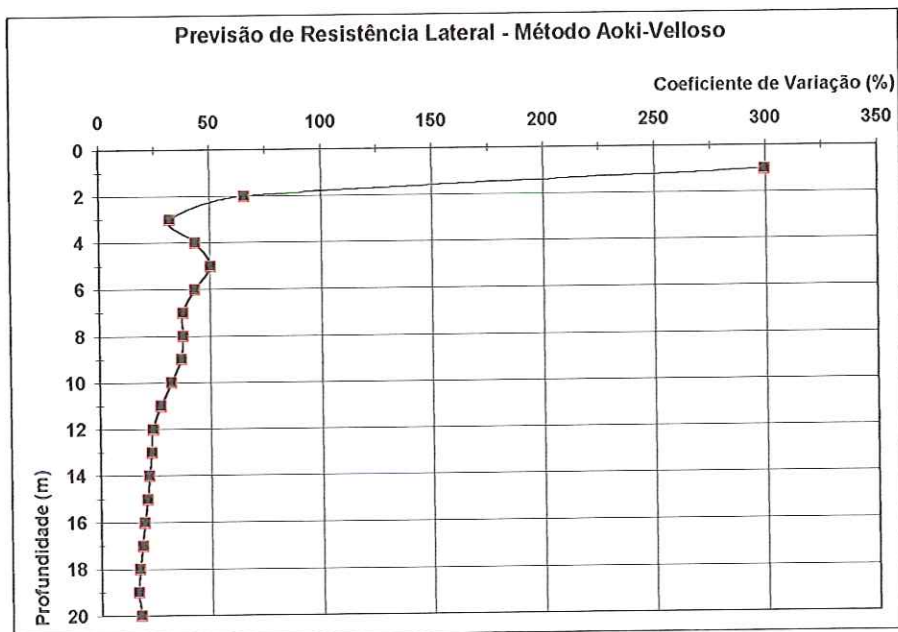


Figura 5. Coeficiente de Variação da Resistência Lateral ao longo da profundidade - Método Aoki-Velloso.

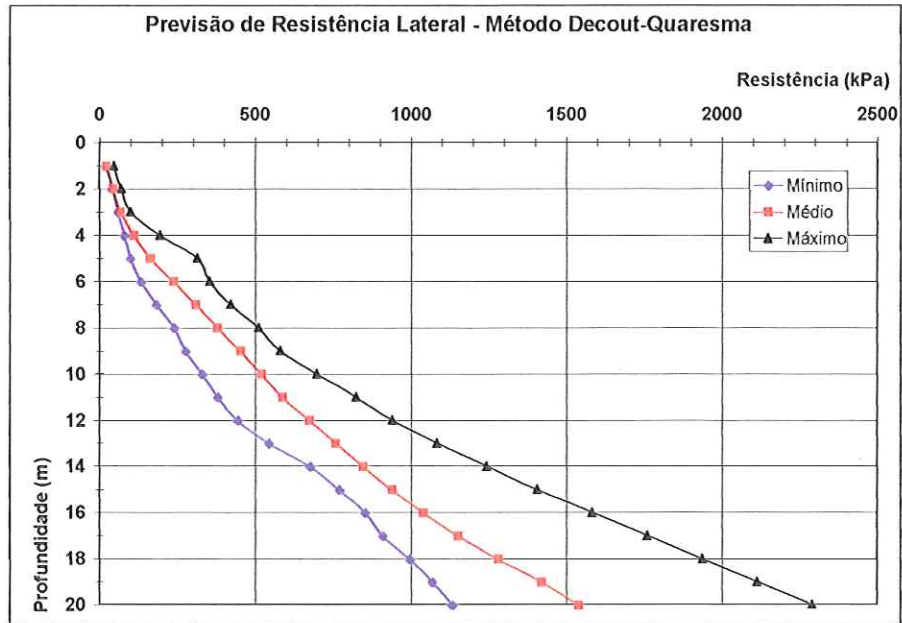


Figura 6. Variação da Resistência Lateral ao longo da profundidade - Método Décourt-Quaresma.

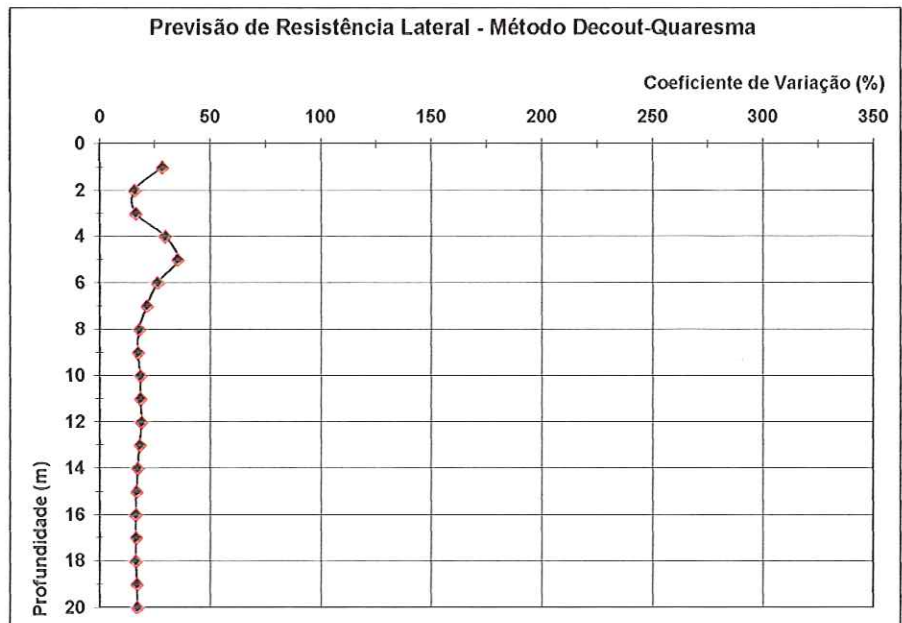


Figura 7. Coeficiente de Variação da Resistência Lateral ao longo da profundidade - Método Décourt-Quaresma.

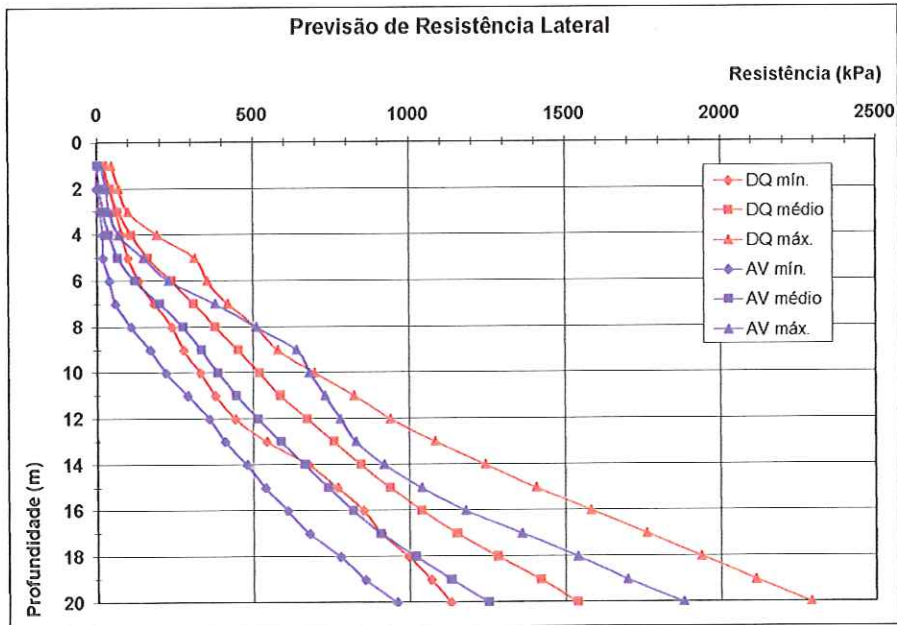


Figura 8. Variação da Resistência Lateral ao longo da profundidade - Método Aoki-Velloso e Método Décourt-Quaresma.

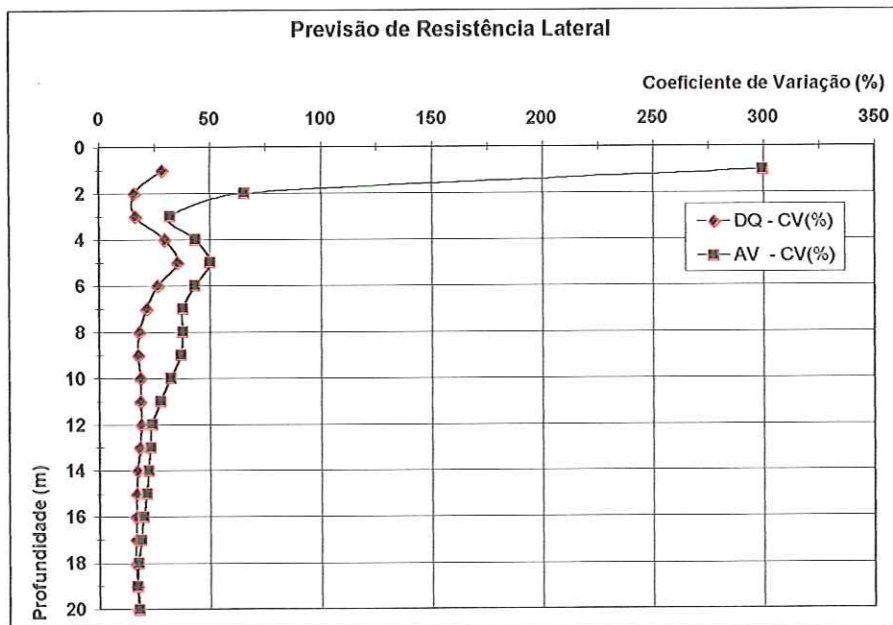


Figura 9. Coeficiente de Variação da Resistência Lateral ao longo da profundidade - Método Aoki-Velloso e Método Décourt-Quaresma.

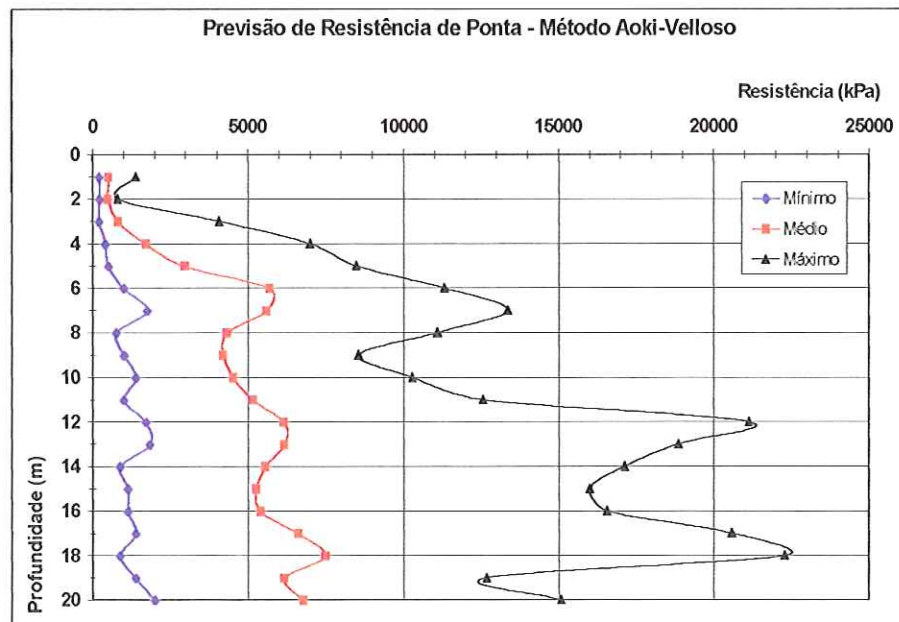


Figura 10. Variação da Resistência de Ponta ao longo da profundidade - Método Aoki-Velloso.

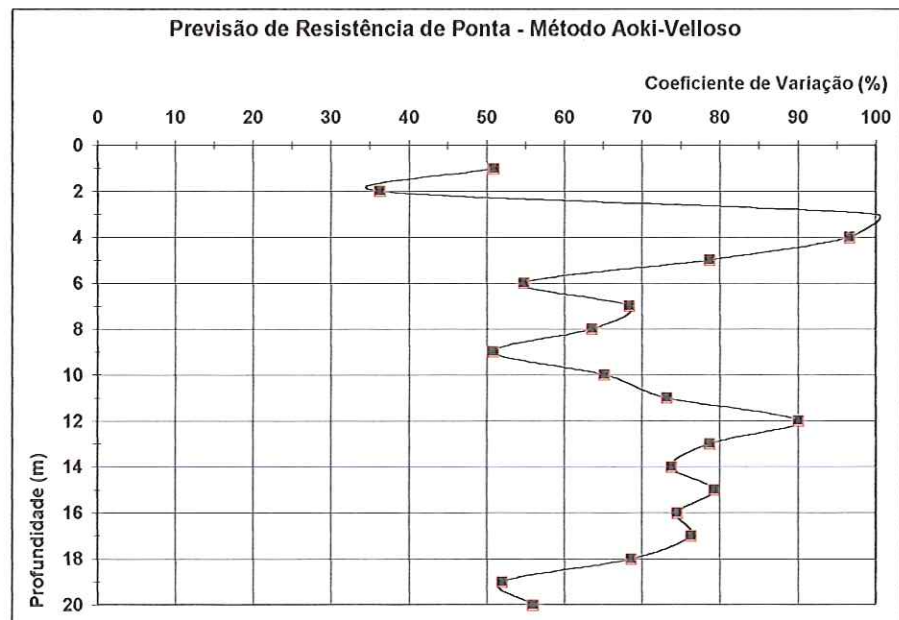


Figura 11. Coeficiente de Variação da Resistência de Ponta ao longo da profundidade - Método Aoki-Velloso.

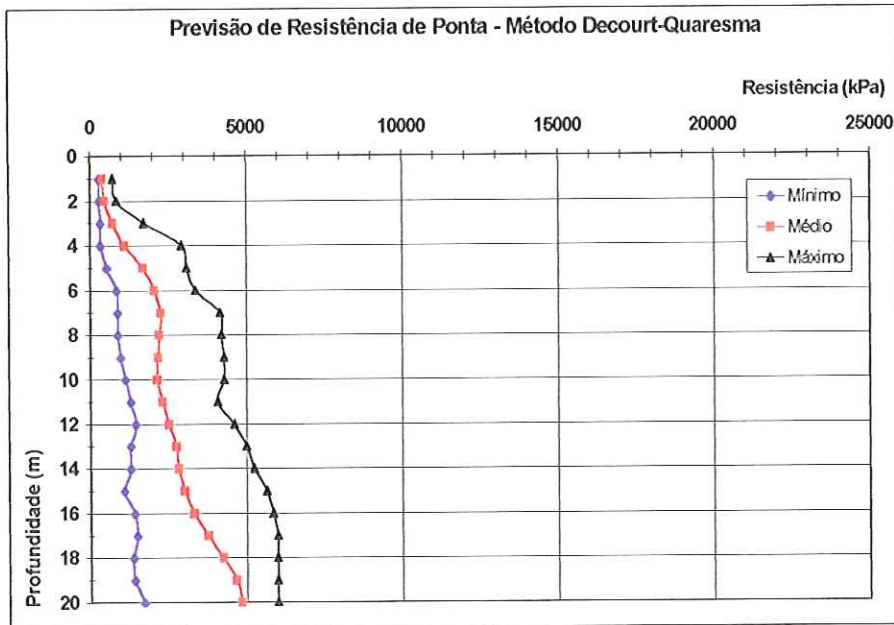


Figura 12. Variação da Resistência de Ponta ao longo da profundidade - Método Décourt-Quaresma.

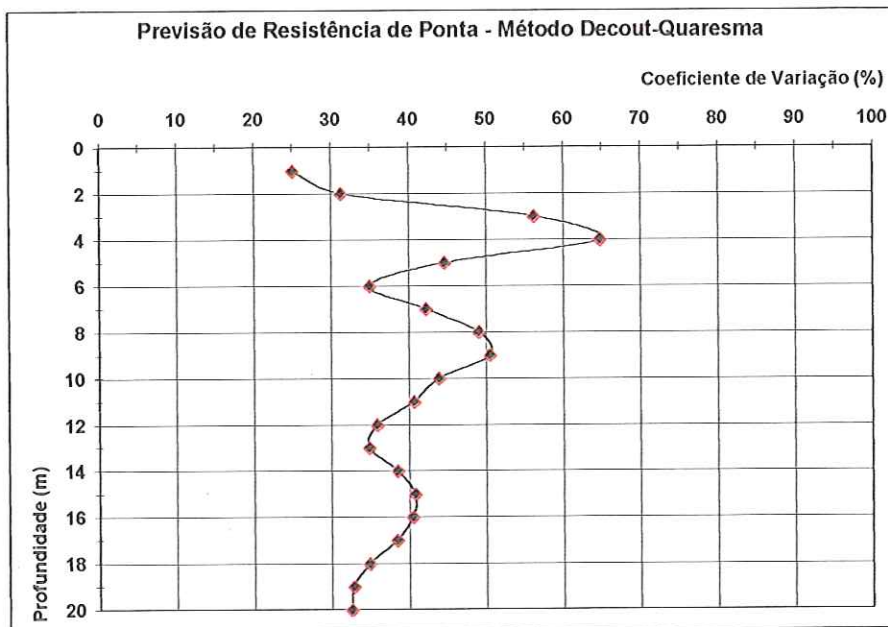


Figura 13. Coeficiente de Variação da Resistência de Ponta ao longo da profundidade - Método Décourt-Quaresma.

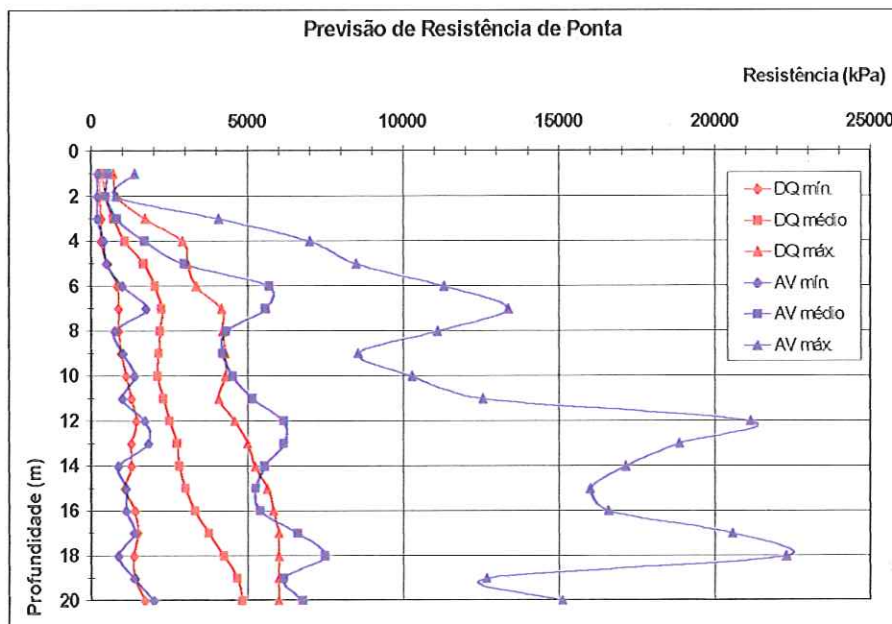


Figura 14. Variação da Resistência de Ponta ao longo da profundidade - Método Aoki-Velloso e Método Décourt-Quaresma.

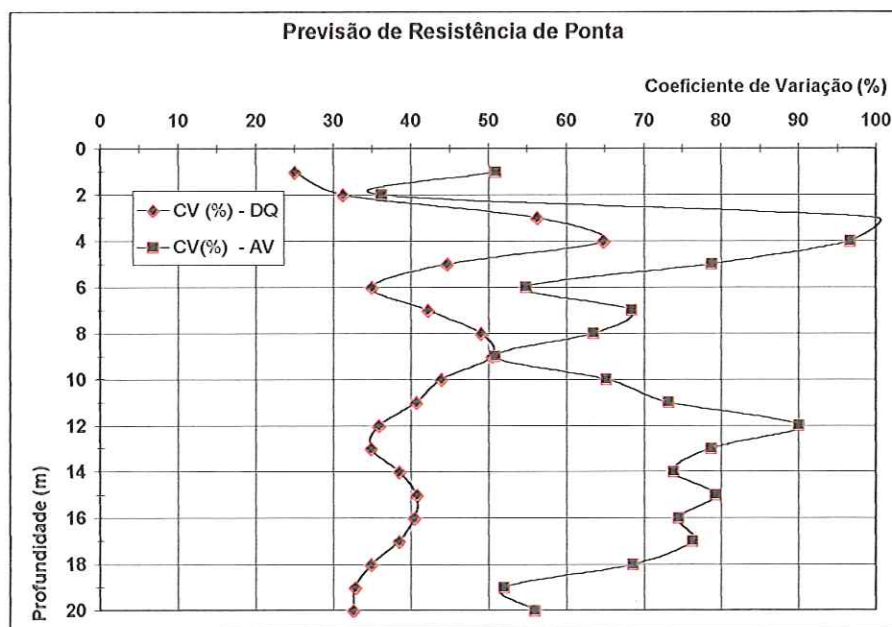


Figura 15. Coeficiente de Variação da Resistência de Ponta ao longo da profundidade - Método Aoki-Velloso e Método Décourt-Quaresma.

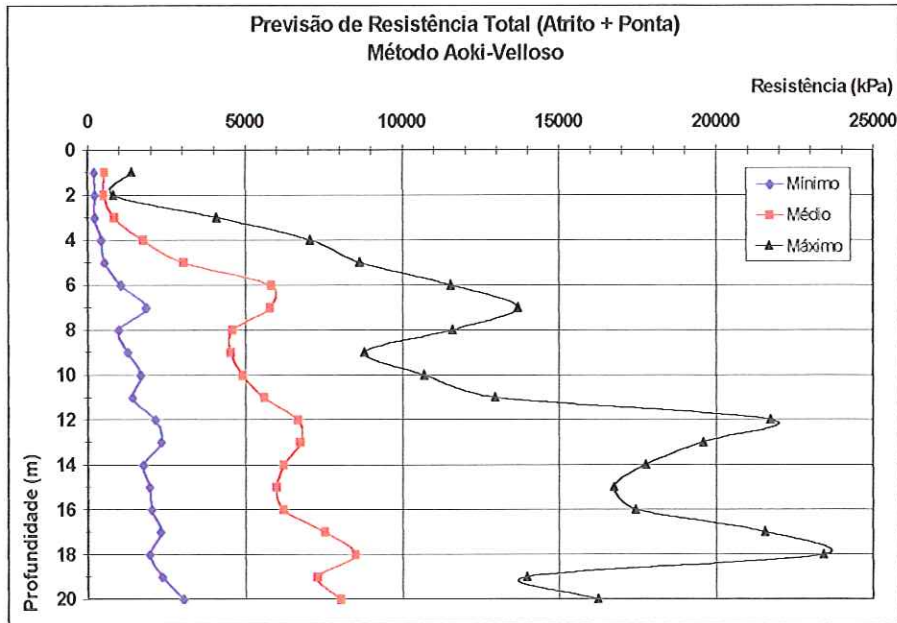


Figura 16. Variação da Resistência Total ao longo da profundidade - Método Aoki-Velloso.

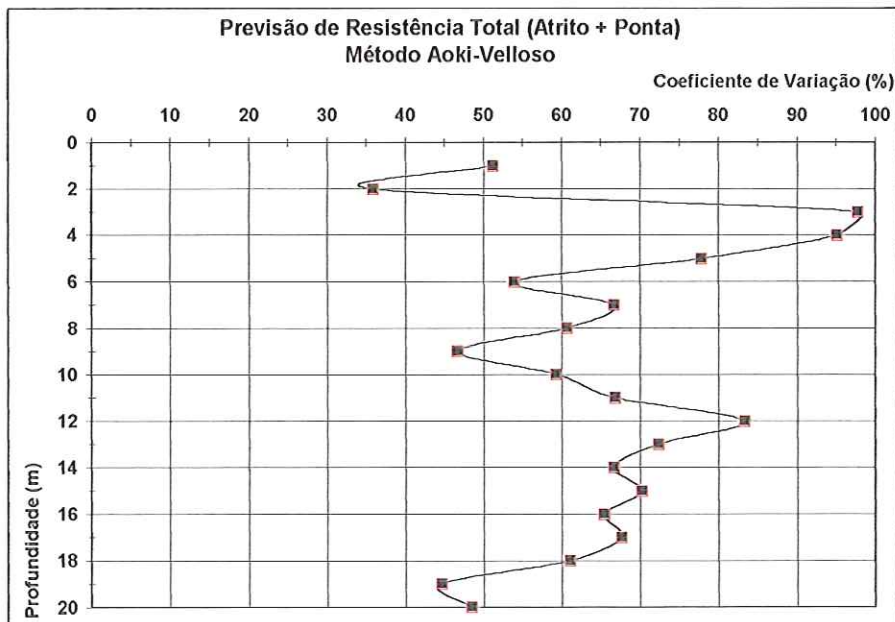


Figura 17. Coeficiente de Variação da Resistência Total ao longo da profundidade - Método Aoki-Velloso.

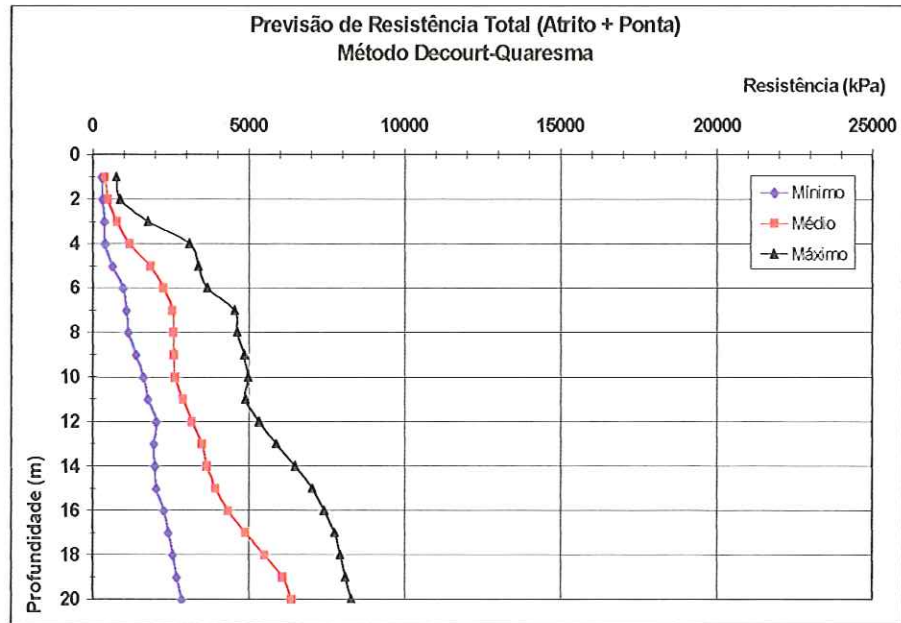


Figura 18. Variação da Resistência Total ao longo da profundidade - Método Décourt-Quaresma.

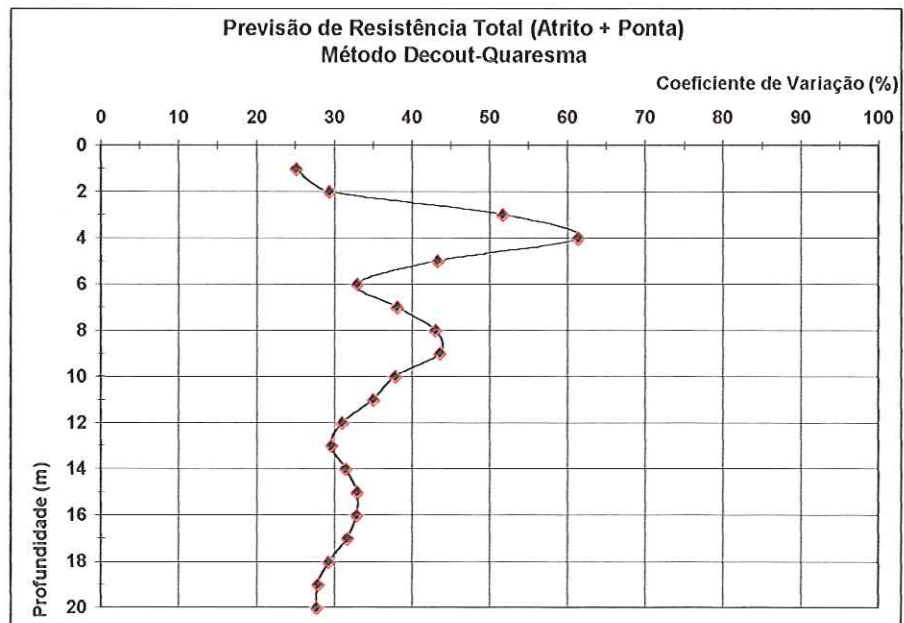


Figura 19. Coeficiente de Variação da Resistência Total ao longo da profundidade - Método Décourt-Quaresma.

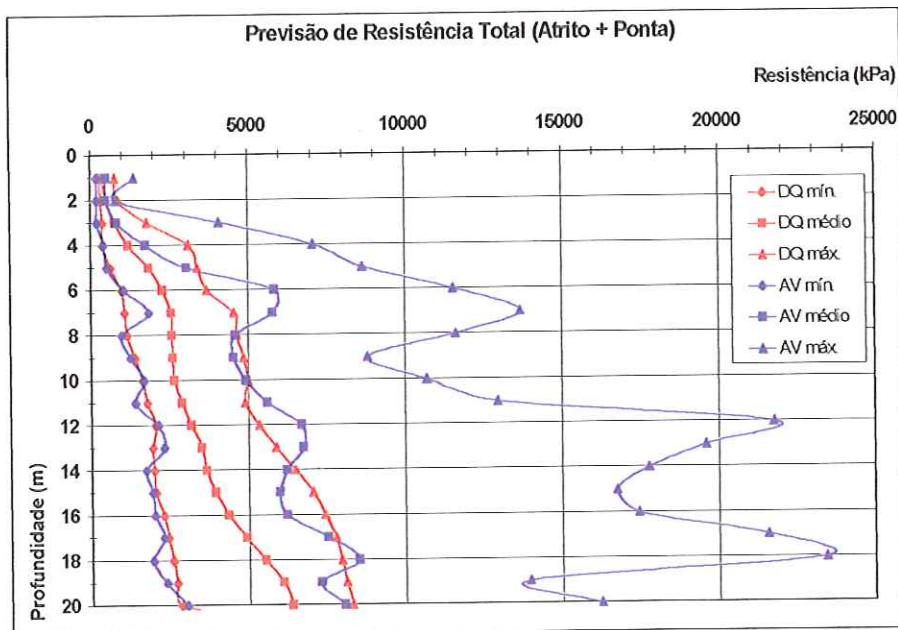


Figura 20. Variação da Resistência Total ao longo da profundidade - Método Aoki-Velloso e Método Décourt-Quaresma.

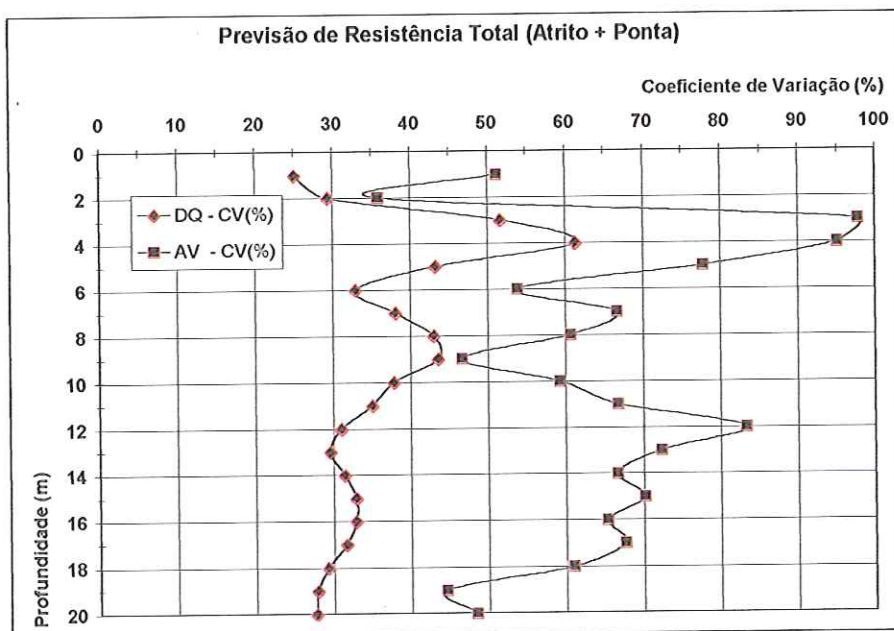


Figura 21. Coeficiente de Variação da Resistência Total ao longo da profundidade - Método Aoki-Velloso e Método Décourt-Quaresma.

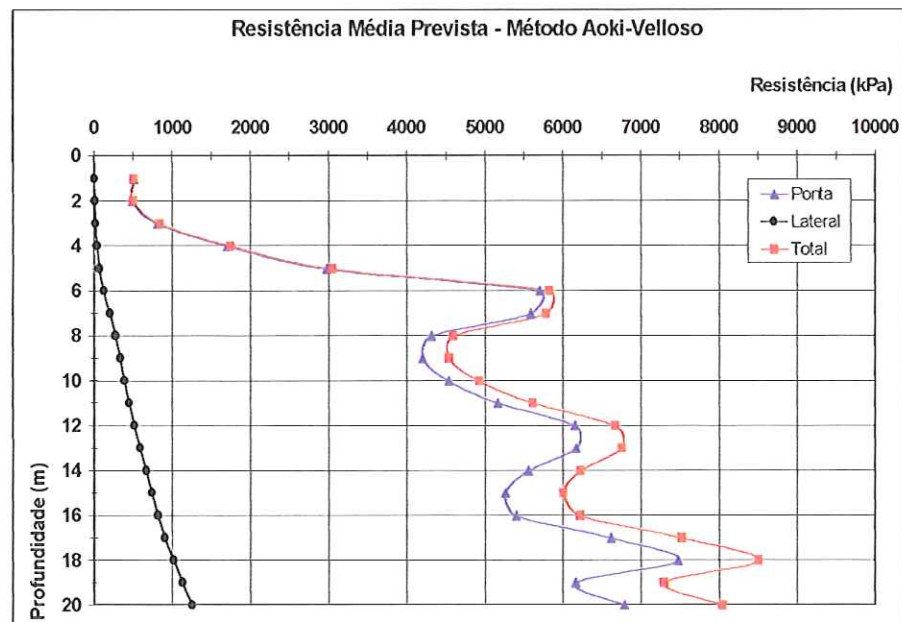


Figura 22. Resistência prevista ao longo da profundidade - Método Aoki-Velloso.

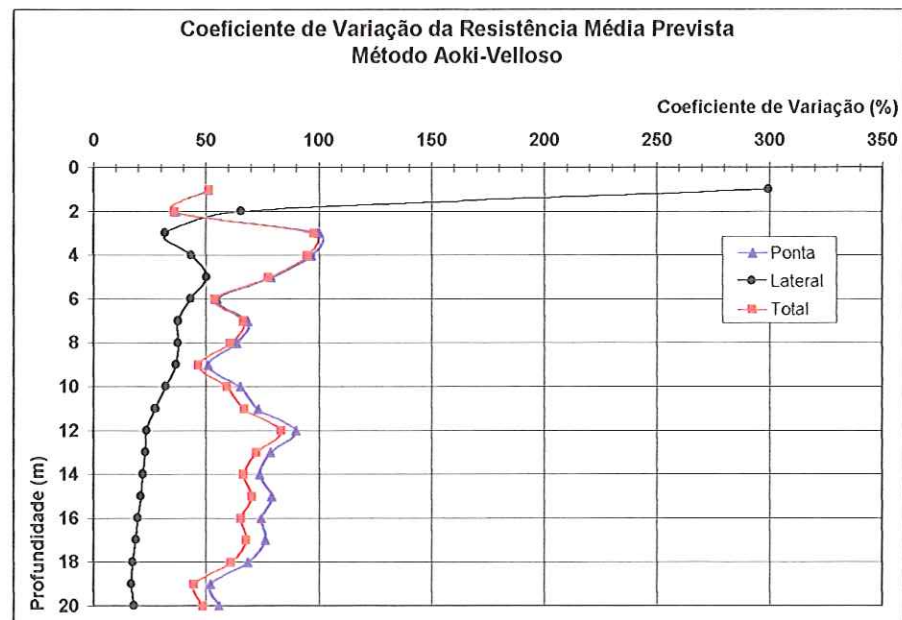


Figura 23. Coeficiente de Variação da resistência prevista ao longo da profundidade - Método Aoki-Velloso.

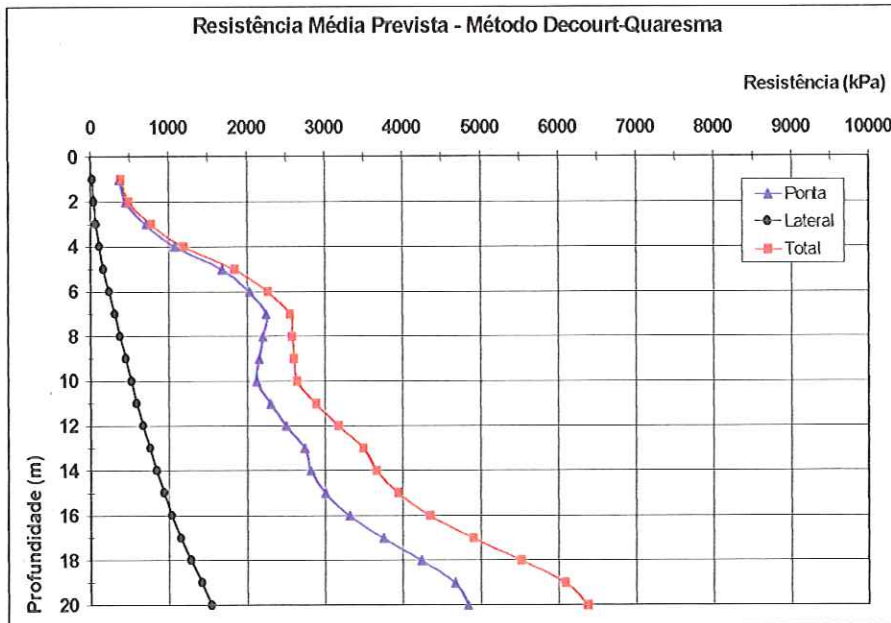


Figura 24. Resistência prevista ao longo da profundidade - Método Décourt-Quaresma.

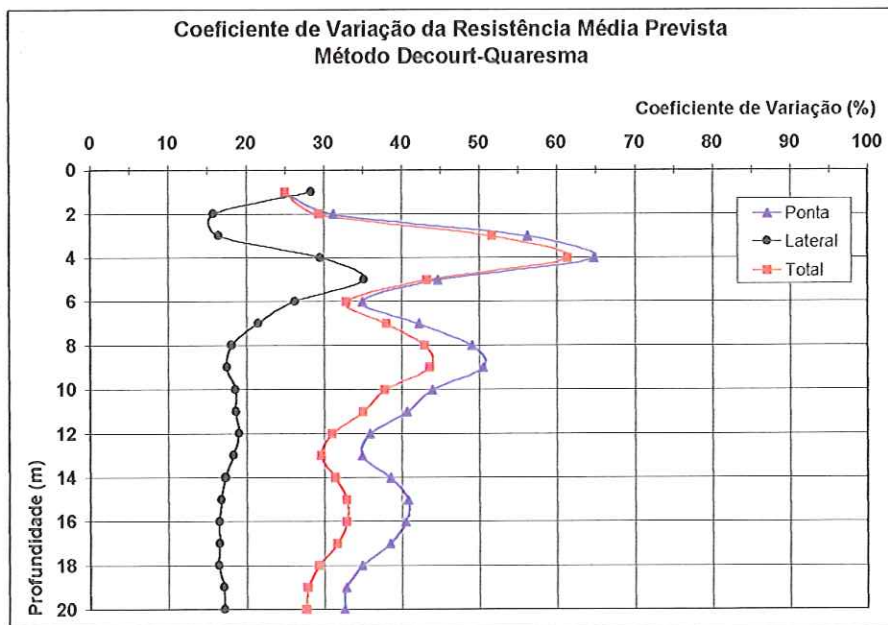


Figura 25. Coeficiente de Variação da resistência prevista ao longo da profundidade - Método Décourt-Quaresma.

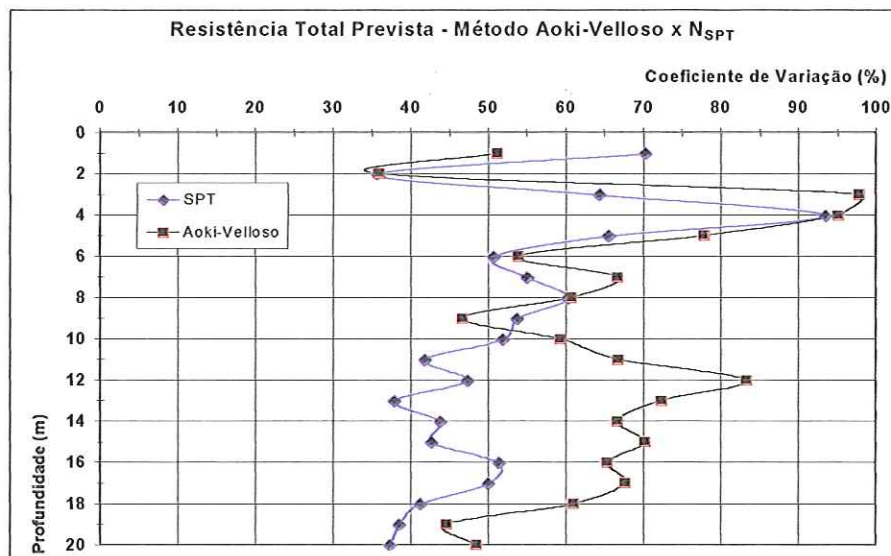


Figura 26. Coeficiente de Variação da Resistência Total - Método Aoki-Velloso x N_{SPT} .

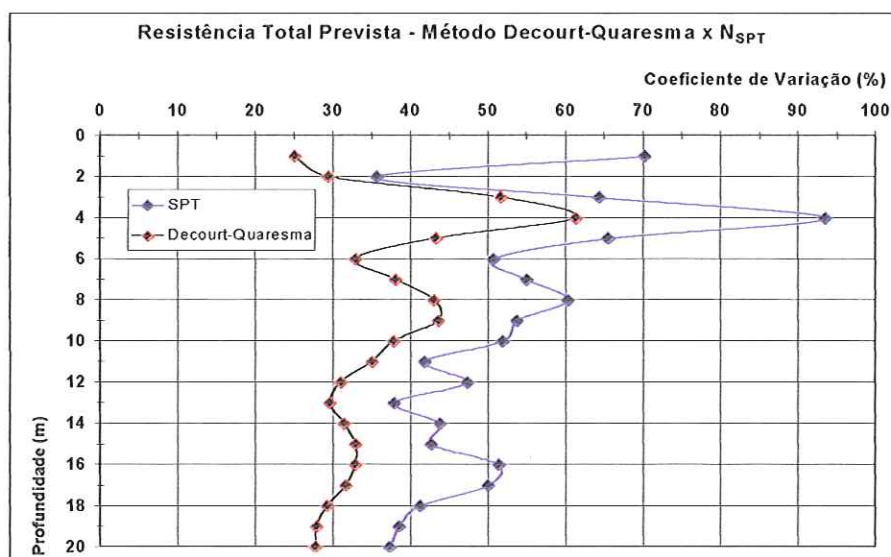


Figura 27. Coeficiente de Variação da Resistência Total - Método Decourt-Quaresma x N_{SPT} .

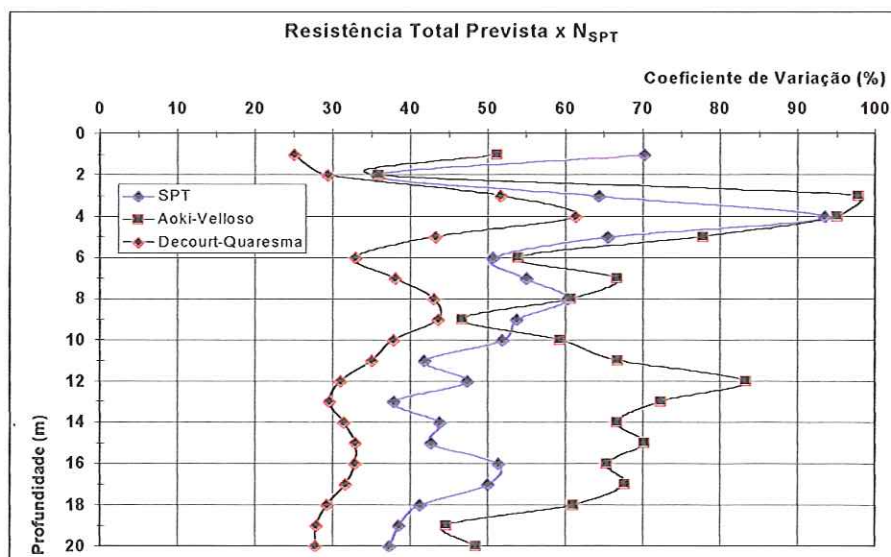


Figura 28. Coeficiente de Variação das Resistências Previstas x N_{SPT} .

Tabela 10. Resistência lateral unitária (kPa) - CAPWAPC.

Prof. (m)	11L1	11Q1	11V1	12E2	14A2	14I	14J1	18M2	21A1	21E1	21E2	8L1	8P1	9V1	Mínimo	Média	Máximo	Desvio	CV (%)
1	0.1	42.4	3.6	20.4	6.8	53.6	68.5	12.6	34.4	7.0	2.5	66.4	35.3	0.0	0.0	25.3	68.5	24.7	97.9
2	0.2	45.6	7.3	40.9	13.6	51.0	69.9	18.8	2.5	14.0	5.1	67.1	30.2	0.0	0.0	26.1	69.9	24.6	94.3
3	8.0	48.7	6.6	44.8	16.3	48.5	71.4	25.0	53.9	21.3	9.7	67.7	25.2	8.4	6.6	32.5	71.4	22.8	70.1
4	15.7	55.5	6.0	48.8	19.0	46.3	70.7	28.8	38.9	28.6	14.3	64.8	28.4	16.7	6.0	34.5	70.7	20.1	58.4
5	23.0	62.4	37.9	53.9	22.2	44.1	70.0	32.6	29.2	38.0	22.1	61.8	31.5	16.8	16.8	39.0	70.0	17.1	43.8
6	30.3	70.1	69.7	59.0	25.3	48.4	62.8	34.5	19.6	47.3	30.0	55.3	34.7	16.8	16.8	43.1	70.1	18.2	42.3
7	51.4	77.9	66.4	61.8	28.1	52.7	55.6	36.5	27.8	51.9	41.8	48.7	37.9	29.9	27.8	47.7	77.9	15.0	31.5
8	72.6	77.4	63.1	64.6	30.8	63.9	43.0	37.3	36.0	56.4	53.6	42.8	40.9	42.9	30.8	51.8	77.4	14.7	28.4
9	67.0	76.9	50.2	63.5	34.2	75.0	30.4	38.1	53.8	51.7	67.8	36.8	43.9	25.7	25.7	51.1	76.9	16.9	33.1
10	61.4	65.1	37.4	62.3	37.6	78.8	19.2	37.6	71.7	47.0	82.1	33.1	43.7	8.5	8.5	49.0	82.1	22.0	44.9
11	61.4	53.2	37.4	57.3	37.6	82.5	8.0	37.2	87.8	34.8	92.4	29.4	43.6	4.3	4.3	47.6	92.4	26.9	56.5
12	45.5	41.0	25.5	52.3	41.4	66.2	4.0	40.6	103.8	22.6	102.8	27.6	45.6	0.0	0.0	44.2	103.8	30.7	69.4
13	29.7	28.8	13.7	46.4	45.2	49.8	0.0	44.0	113.3	12.6	106.8	25.8	47.7	0.0	0.0	40.2	113.3	34.1	84.8
14				40.4	47.5	49.8			122.8	2.5	110.7				2.5	62.3	122.8	45.7	73.3
15				37.0	49.9	25.6			122.8	2.5	110.7				2.5	58.1	122.8	48.2	83.0
16				33.6	50.5	1.4			126.6	1.3	110.7				1.3	54.0	126.6	53.8	99.6
17					51.2				130.3	0.0	110.6				0.0	73.0	130.3	59.2	81.0
18									131.7	0.0	108.4				0.0	80.0	131.7	70.3	87.8
19									133.1	0.0	106.2				0.0	79.8	133.1	70.4	88.2

Tabela 11. Resistência lateral unitária (kPa) - Método Aoki-Velloso.

Prof. (m)	SP-01	SP-02	SP-03	SP-04	SP-05	SP-06	SP-07	SP-08	SP-09	SP-10	SP-11	SP-12	SP-13	SP-14	SP-15	SP-16	SP-17	SP-18	SP-19	Mínimo	Média	Máximo	Desvio	CV (%)	
1	10.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	10.0	3.2	299.5	
2	20.0	10.0	10.0	10.0	0.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4	20.0	5.0	59.5
3	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	0.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	20.0	10.0	0.0	10.0	20.0	3.3	33.3	
4	20.0	10.0	10.0	10.0	10.0	0.0	10.0	10.0	10.0	10.0	20.0	20.0	50.0	30.0	20.0	50.0	10.0	50.0	20.0	0.0	19.5	50.0	15.1	77.5	
5	10.0	20.0	20.0	20.0	20.0	10.0	10.0	0.0	20.0	20.0	30.0	40.0	70.0	40.0	40.0	80.0	40.0	30.0	20.0	0.0	28.4	80.0	20.1	70.6	
6	30.0	90.0	40.0	60.0	50.0	10.0	20.0	30.0	50.0	50.0	40.0	150.0	60.0	60.0	50.0	70.0	90.0	50.0	40.0	10.0	54.7	150.0	30.8	56.3	
7	110.0	180.0	120.0	160.0	130.0	20.0	30.0	90.0	80.0	60.0	70.0	150.0	60.0	40.0	50.0	40.0	60.0	50.0	40.0	20.0	80.0	180.0	47.6	59.5	
8	160.0	190.0	110.0	110.0	80.0	50.0	80.0	110.0	80.0	50.0	70.0	100.0	40.0	20.0	30.0	40.0	30.0	30.0	40.0	20.0	73.7	190.0	46.6	63.2	
9	90.0	130.0	80.0	70.0	60.0	60.0	80.0	90.0	60.0	50.0	70.0	70.0	30.0	30.0	30.0	40.0	40.0	20.0	10.0	10.0	58.4	130.0	29.3	50.2	
10	90.0	40.0	60.0	60.0	90.0	100.0	90.0	60.0	40.0	30.0	50.0	60.0	20.0	60.0	70.0	40.0	20.0	20.0	40.0	20.0	54.7	100.0	25.0	45.7	
11	90.0	50.0	70.0	30.0	80.0	120.0	70.0	80.0	40.0	70.0	30.0	30.0	40.0	60.0	70.0	30.0	30.0	50.0	70.0	30.0	58.4	120.0	25.0	42.8	
12	80.0	50.0	90.0	60.0	70.0	150.0	110.0	110.0	60.0	70.0	50.0	20.0	40.0	70.0	70.0	30.0	40.0	60.0	70.0	20.0	68.4	150.0	30.8	45.0	
13	90.0	50.0	130.0	80.0	80.0	110.0	100.0	140.0	70.0	90.0	40.0	50.0	30.0	60.0	60.0	50.0	50.0	70.0	50.0	30.0	73.7	140.0	30.2	41.0	
14	110.0	40.0	140.0	80.0	90.0	90.0	80.0	110.0	60.0	110.0	60.0	50.0	50.0	50.0	60.0	80.0	60.0	60.0	90.0	40.0	77.4	140.0	26.6	34.4	
15	120.0	20.0	110.0	80.0	90.0	90.0	80.0	80.0	40.0	120.0	70.0	60.0	50.0	40.0	40.0	110.0	60.0	70.0	100.0	20.0	75.3	120.0	29.3	39.0	
16	140.0	20.0	50.0	50.0	80.0	90.0	90.0	90.0	30.0	110.0	90.0	70.0	70.0	60.0	80.0	110.0	70.0	80.0	110.0	20.0	78.4	140.0	29.1	37.1	
17	180.0	60.0	30.0	30.0	80.0	100.0	110.0	60.0	40.0	130.0	100.0	80.0	70.0	100.0	100.0	110.0	80.0	90.0	130.0	30.0	88.4	180.0	37.0	41.9	
18	180.0	140.0	40.0	40.0	50.0	110.0	150.0	80.0	100.0	150.0	130.0	100.0	100.0	130.0	150.0	140.0	90.0	100.0	150.0	40.0	112.1	180.0	40.1	35.8	
19	160.0	180.0	40.0	30.0	20.0	110.0	150.0	150.0	150.0		130.0	110.0	130.0	140.0	180.0	140.0	80.0	120.0	140.0	20.0	120.0	180.0	48.0	40.0	
20	180.0	210.0	40.0	30.0	40.0			170.0	200.0		150.0	120.0	90.0	170.0	200.0	160.0	100.0	140.0	160.0	30.0	135.0	210.0	59.2	43.9	
21									260.0											260.0	260.0	260.0	0.0	0.0	

Tabela 12. Resistência lateral unitária (kPa) - Método Décourt-Quaresma.

Prof. (m)	SP-01	SP-02	SP-03	SP-04	SP-05	SP-06	SP-07	SP-08	SP-09	SP-10	SP-11	SP-12	SP-13	SP-14	SP-15	SP-16	SP-17	SP-18	SP-19	Mínimo	Média	Máximo	Desvio	CV (%)	
1	46.7	20.0	20.0	20.0	23.3	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	21.6	46.7	6.1	28.4
2	23.3	20.0	23.3	23.3	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	23.3	20.0	20.0	23.3	23.3	23.3	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	21.2	23.3	1.7	7.8
3	26.7	20.0	20.0	20.0	23.3	20.0	20.0	20.0	26.7	23.3	26.7	26.7	26.7	23.3	23.3	26.7	20.0	60.0	23.3	20.0	25.1	60.0	8.9	35.5	
4	23.3	23.3	26.7	26.7	26.7	23.3	30.0	20.0	26.7	26.7	53.3	43.3	116.7	66.7	56.7	126.7	30.0	36.7	33.3	20.0	43.0	126.7	30.5	71.0	
5	26.7	50.0	30.0	30.0	36.7	23.3	33.3	20.0	50.0	43.3	46.7	90.0	103.3	70.0	63.3	120.0	63.3	56.7	40.0	20.0	52.5	120.0	27.5	52.4	
6	43.3	116.7	83.3	120.0	86.7	26.7	36.7	70.0	96.7	113.3	53.3	120.0	53.3	106.7	110.0	40.0	66.7	50.0	33.3	26.7	75.1	120.0	33.0	43.9	
7	116.7	140.0	93.3	110.0	126.7	50.0	56.7	76.7	80.0	83.3	56.7	100.0	40.0	40.0	46.7	36.7	40.0	36.7	36.7	36.7	71.9	140.0	34.1	47.4	
8	130.0	120.0	73.3	53.3	103.3	93.3	106.7	146.7	66.7	73.3	56.7	53.3	33.3	43.3	46.7	33.3	36.7	30.0	33.3	30.0	70.2	146.7	36.3	51.8	
9	133.3	70.0	83.3	56.7	93.3	100.0	143.3	126.7	66.7	66.7	53.3	50.0	36.7	56.7	63.3	46.7	43.3	36.7	36.7	36.7	71.8	143.3	33.2	46.3	
10	123.3	70.0	56.7	50.0	156.7	86.7	100.0	70.0	83.3	43.3	43.3	53.3	40.0	60.0	70.0	50.0	46.7	53.3	53.3	40.0	67.9	156.7	30.1	44.3	
11	130.0	70.0	60.0	53.3	83.3	100.0	83.3	86.7	60.0	56.7	40.0	33.3	73.3	73.3	70.0	26.7	56.7	76.7	50.0	26.7	67.5	130.0	24.1	35.7	
12	116.7	86.7	73.3	123.3	120.0	176.7	120.0	133.3	60.0	63.3	56.7	60.0	56.7	50.0	56.7	60.0	56.7	110.0	63.3	50.0	86.5	176.7	36.2	41.9	
13	143.3	86.7	110.0	53.3	66.7	136.7	73.3	120.0	63.3	103.3	80.0	73.3	60.0	46.7	50.0	63.3	86.7	96.7	100.0	46.7	84.9	143.3	28.4	33.4	
14	160.0	33.3	93.3	70.0	73.3	133.3	73.3	76.7	60.0	110.0	96.7	83.3	73.3	40.0	43.3	110.0	90.0	93.3	143.3	33.3	87.2	160.0	33.8	38.8	
15	163.3	40.0	83.3	60.0	66.7	140.0	83.3	83.3	53.3	103.3	116.7	100.0	93.3	50.0	50.0	120.0	103.3	103.3	153.3	40.0	93.0	163.3	35.4	38.1	
16	176.7	46.7	56.7	40.0	56.7	133.3	90.0	86.7	40.0	106.7	136.7	113.3	103.3	103.3	113.3	113.3	110.0	120.0	166.7	40.0	100.7	176.7	39.4	39.1	
17	176.7	93.3	53.3	46.7	63.3	166.7	116.7	40.0	56.7	130.0	160.0	126.7	106.7	110.0	116.7	136.7	123.3	140.0	176.7	40.0	112.6	176.7	43.8	38.8	
18	176.7	116.7	56.7	66.7	33.3	153.3	146.7	120.0	86.7	140.0	176.7	150.0	96.7	150.0	176.7	176.7	116.7	150.0	176.7	33.3	129.8	176.7	44.2	34.1	
19	176.7	133.3	66.7	46.7	46.7	170.0	160.0	163.3	130.0		176.7	160.0	120.0	153.3	176.7	176.7	130.0	176.7	176.7	46.7	141.1	176.7	44.7	31.7	
20	176.7	153.3	66.7	63.3	66.7			163.3	156.7		176.7	173.3	133.3	176.7	176.7	176.7	140.0	176.7	176.7	63.3	147.1	176.7	42.7	29.1	
21								176.7													176.7	176.7	176.7	0.0	0.0

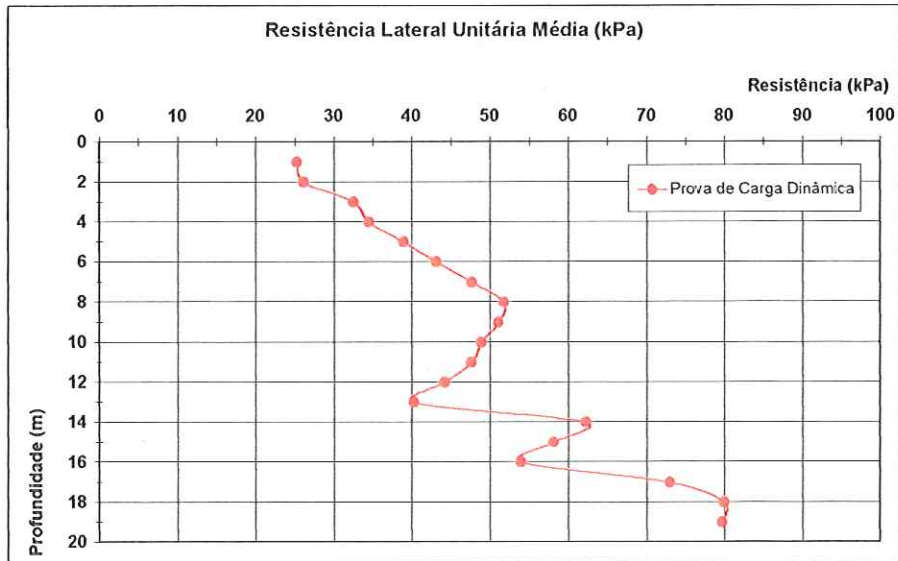


Figura 29. Variação da Resistência Lateral unitária média ao longo da profundidade.

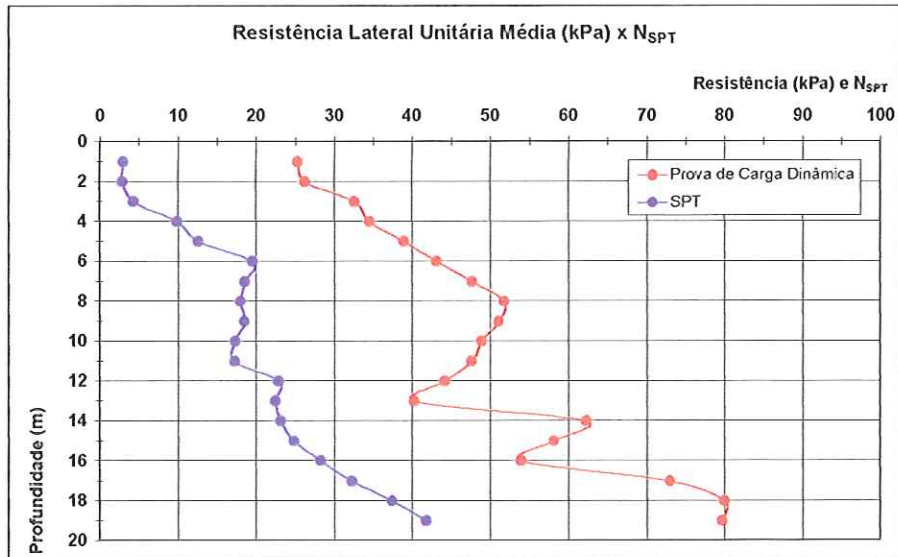


Figura 30. Variação da Resistência Lateral unitária média x N_{SPT} ao longo da profundidade.

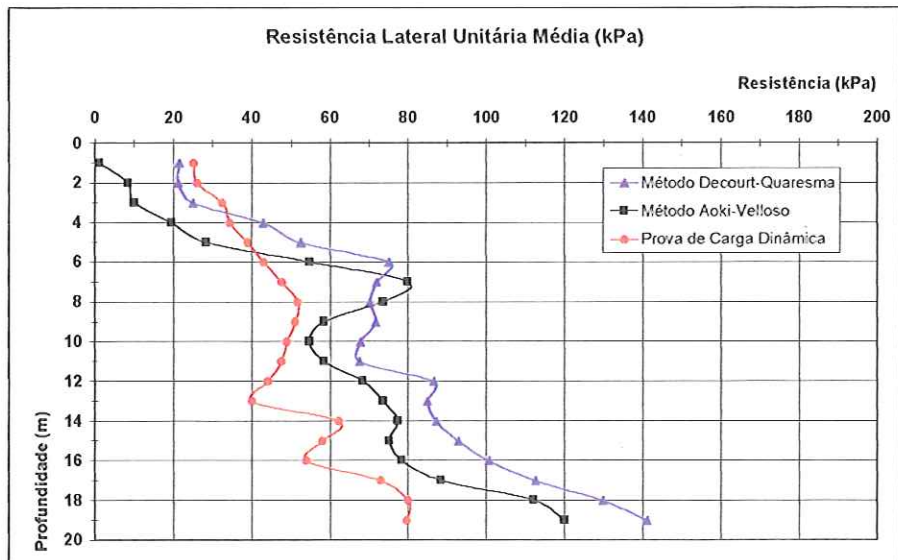


Figura 31. Variação da Resistência Lateral unitária média medida x previstas.

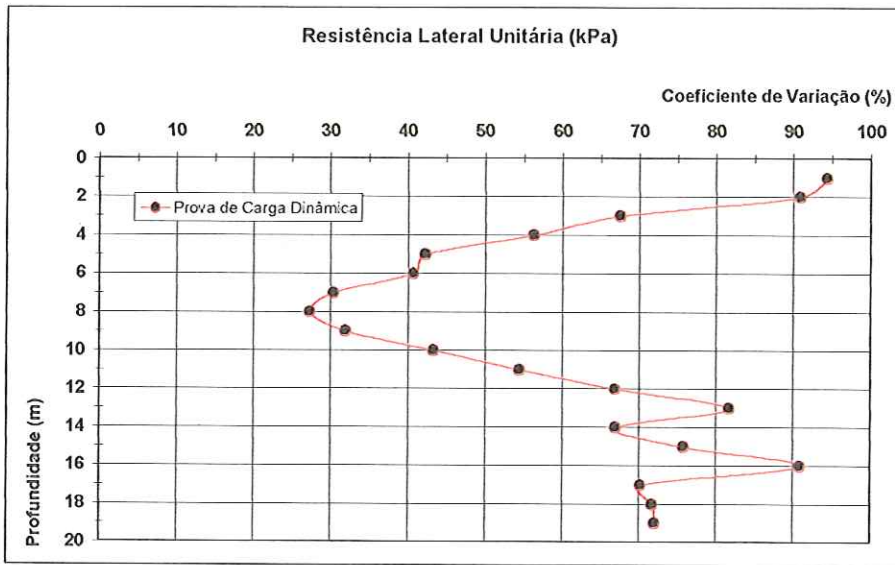


Figura 32. Coeficiente de Variação da Resistência Lateral unitária ao longo da profundidade.

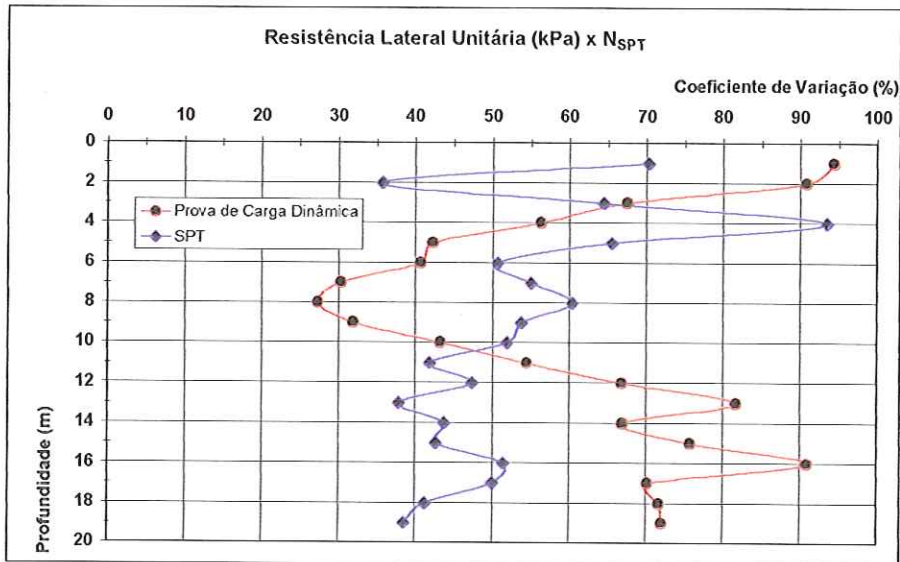


Figura 33. Coeficiente de Variação da Resistência Lateral unitária x N_{SPT} .

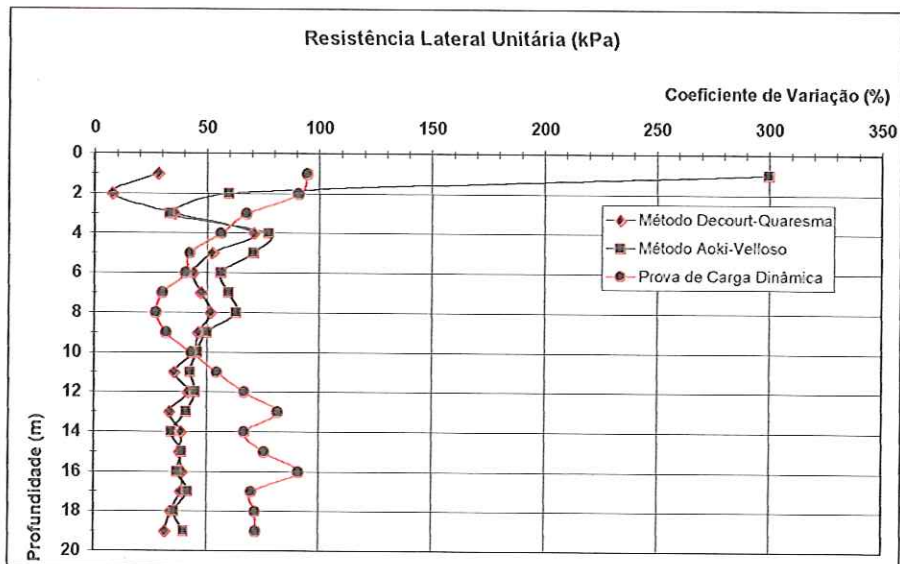


Figura 34. Coeficiente de Variação da Resistência Lateral unitária média medida x previstas.

Tabela 13. Valores de N_{SPT} acumulado.

Prof. (m)	SP-01	SP-02	SP-03	SP-04	SP-05	SP-06	SP-07	SP-08	SP-09	SP-10	SP-11	SP-12	SP-13	SP-14	SP-15	SP-16	SP-17	SP-18	SP-19	Mínimo	Média	Máximo	Desvio	CV (%)
1	11	3	3	3	4	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	1	1	1	1.0	3.0	11.0	2.1	70.3
2	15	5	7	7	7	5	6	5	5	7	4	5	6	7	7	5	3	2	3	2.0	5.8	15.0	2.7	46.1
3	20	8	10	10	11	8	9	6	10	11	9	10	11	11	11	10	5	17	7	5.0	10.2	20.0	3.4	33.7
4	24	12	15	15	16	12	15	8	15	16	22	20	43	28	25	45	11	25	14	8.0	20.1	45.0	10.0	50.0
5	29	24	21	21	24	16	22	10	27	26	33	44	71	46	41	78	27	39	23	10.0	32.7	78.0	17.5	53.3
6	39	56	43	54	47	21	30	28	53	57	46	77	84	75	71	87	44	51	30	21.0	52.3	87.0	19.3	36.9
7	71	95	68	84	82	33	44	48	74	79	60	104	93	84	82	95	53	59	38	33.0	70.8	104.0	20.8	29.3
8	107	128	87	97	110	58	73	89	91	98	74	117	100	94	93	102	61	65	45	45.0	88.9	128.0	21.5	24.1
9	144	146	109	111	135	85	113	124	108	115	87	129	108	108	109	113	71	73	53	53.0	107.4	146.0	24.6	22.9
10	178	164	123	123	179	108	140	142	124	125	97	142	117	123	127	125	82	86	66	66.0	124.8	179.0	29.9	23.9
11	214	182	138	136	201	135	162	165	139	139	106	149	136	142	145	130	96	106	78	78.0	142.1	214.0	33.6	23.7
12	246	205	157	170	234	185	195	202	154	155	120	164	150	154	159	145	110	136	94	94.0	165.0	246.0	39.2	23.7
13	286	228	187	183	251	223	214	235	170	183	141	183	165	165	171	161	133	162	121	121.0	187.5	286.0	42.3	22.5
14	331	235	212	201	270	260	233	255	185	213	167	205	184	174	181	191	157	187	161	157.0	210.6	331.0	44.4	21.1
15	377	244	234	216	287	299	255	277	198	241	199	232	209	186	193	224	185	215	204	185.0	235.5	377.0	47.8	20.3
16	447	255	248	225	301	336	279	300	207	270	237	263	237	214	224	255	215	248	251	207.0	263.8	447.0	55.4	21.0
17	519	280	261	236	317	383	311	309	221	306	282	298	266	244	256	293	249	287	308	221.0	296.1	519.0	65.3	22.1
18	587	312	275	253	324	426	352	342	244	345	336	340	292	286	307	344	281	329	363	244.0	333.6	587.0	74.7	22.4
19	653	349	292	264	335	474	397	388	280	345	389	385	325	329	364	394	317	385	426	264.0	373.2	653.0	85.2	22.8
20	727	392	309	280	352	474	397	434	324	345	452	434	362	382	420	444	356	437	486	280.0	410.9	727.0	95.4	23.2
21	727	392	309	280	352	474	397	434	380	345	452	434	362	382	420	444	356	437	486	280.0	413.8	727.0	0.0	0.0

Tabela 14. Resistência lateral acumulada (kPa) - CAPWAPC.

Prof. (m)	11L1	11Q1	11V1	12E2	14A2	14I1	14J1	18M2	21A1	21E1	21E2	8L1	8P1	9V1	Mínimo	Média	Máximo	Desvio	CV (%)
1	0.1	42.4	3.6	20.4	6.8	53.6	68.5	12.6	34.4	7.0	2.5	66.4	35.3	0.0	0.0	25.3	68.5	24.7	97.9
2	0.2	66.8	7.3	40.9	13.6	77.8	104.2	25.1	68.9	14.0	5.1	100.2	47.9	0.0	0.0	40.8	104.2	37.1	90.7
3	8.0	91.1	10.3	65.3	23.1	102.1	139.9	37.6	88.3	28.3	12.2	134.1	60.5	8.4	8.0	57.8	139.9	46.7	80.8
4	15.9	122.3	13.3	89.7	32.6	124.1	174.9	53.9	107.8	42.6	19.3	165.0	76.2	16.7	13.3	75.3	174.9	56.2	74.7
5	31.0	153.5	48.1	119.1	45.3	146.2	209.9	70.2	117.6	66.3	34.3	195.9	92.0	25.1	25.1	96.8	209.9	61.6	63.6
6	46.2	192.4	83.0	148.6	57.9	172.6	237.7	88.4	127.4	89.9	49.3	220.3	110.9	33.5	33.5	118.4	237.7	66.7	56.3
7	82.5	231.4	114.6	180.9	73.3	198.9	265.5	106.6	145.3	118.1	76.1	244.7	129.9	55.0	55.0	144.5	265.5	68.7	47.5
8	118.7	269.8	146.1	213.3	88.8	236.4	280.7	125.7	163.3	146.3	102.9	263.1	151.8	76.4	76.4	170.2	280.7	69.7	40.9
9	149.5	308.3	164.8	244.4	107.6	273.9	295.9	144.7	199.2	169.8	143.9	281.5	173.7	80.7	80.7	195.6	308.3	72.9	37.3
10	180.2	334.9	183.5	275.6	126.4	315.2	299.8	163.3	235.0	193.3	185.0	296.2	195.5	84.9	84.9	219.2	334.9	75.2	34.3
11	180.2	361.5	183.5	301.7	126.4	356.5	303.8	181.9	286.9	204.6	236.3	310.9	217.3	84.9	84.9	238.3	361.5	84.3	35.4
12	195.0	375.9	190.3	327.9	149.0	381.4	303.8	203.9	338.8	215.9	287.7	323.8	241.1	84.9	84.9	258.5	381.4	89.1	34.5
13	209.8	390.3	197.2	348.1	171.5	406.3	303.8	225.9	400.2	217.2	343.1	336.6	265.0	84.9	84.9	278.6	406.3	97.5	35.0
14				368.3	196.5	406.3			461.6	218.5	398.5				196.5	341.6	461.6	108.4	31.7
15				385.1	221.5	406.9			461.6	218.5	398.5				218.5	348.7	461.6	103.0	29.6
16				401.9	247.1	407.6			526.8	218.5	453.8				218.5	375.9	526.8	119.9	31.9
17					272.6				592.0	218.5	509.0				218.5	398.0	592.0	180.6	45.4
18									658.5	218.5	562.1				218.5	479.7	658.5	231.3	48.2
19									725.1	218.5	615.2				218.5	519.6	725.1	266.5	51.3

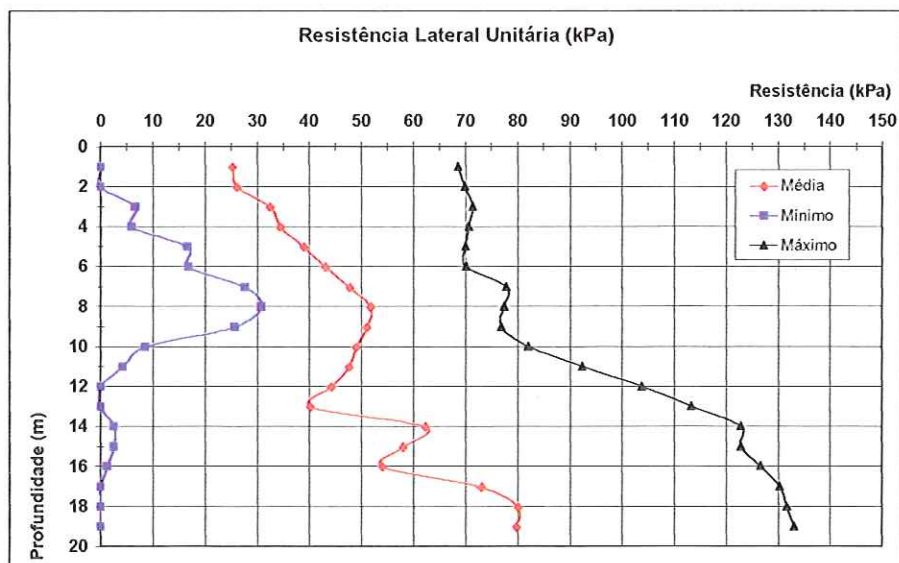


Figura 35. Resistência Lateral unitária mínima, média e máxima ao longo da profundidade.

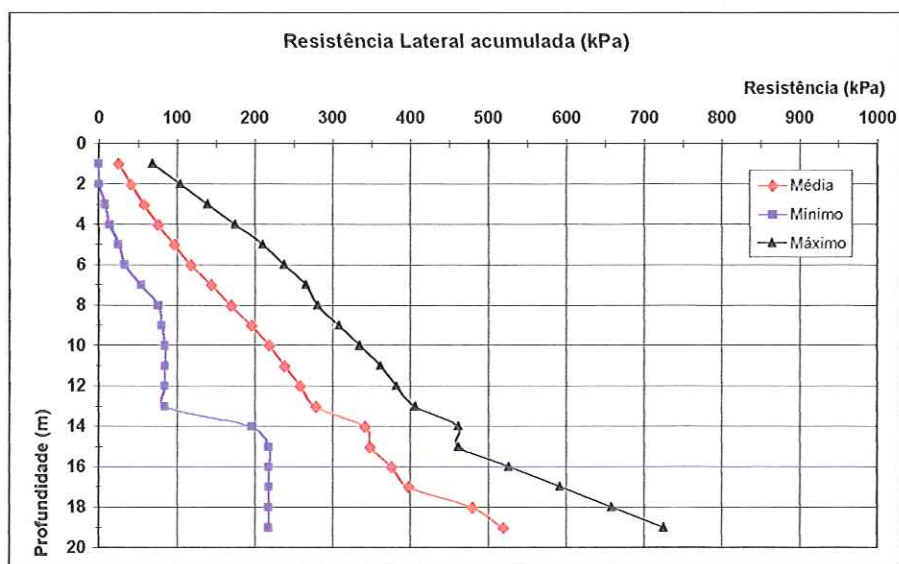


Figura 36. Resistência Lateral acumulada mínima, média e máxima ao longo da profundidade.

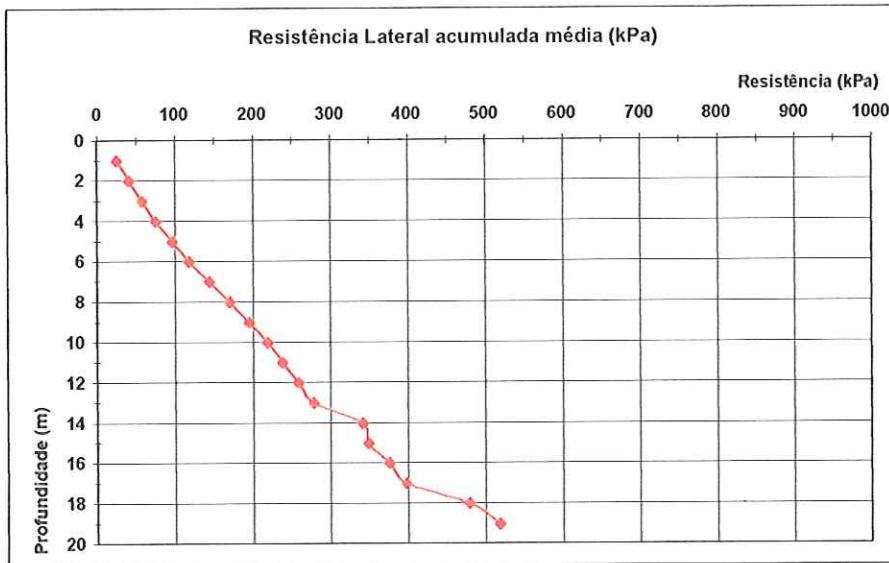


Figura 37. Variação da Resistência Lateral acumulada média ao longo da profundidade.

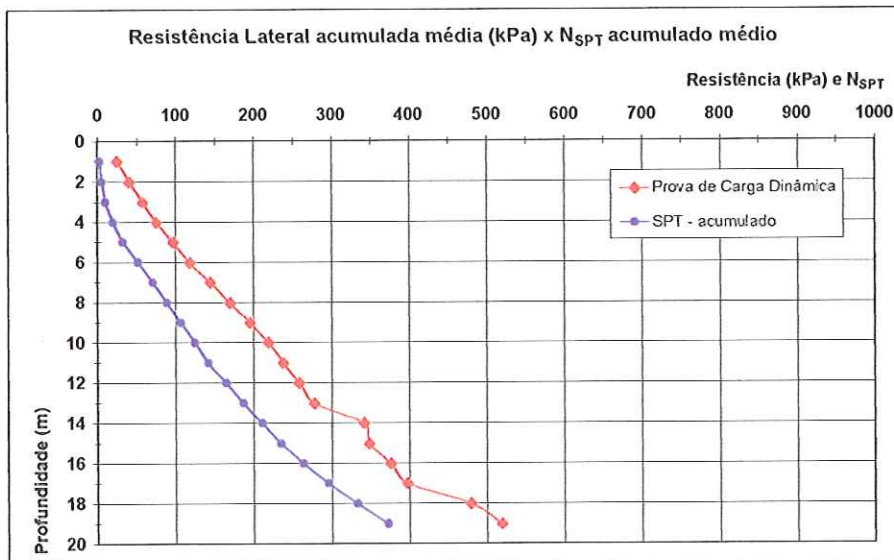


Figura 38. Resistência Lateral acumulada média x N_{SPT} acumulado médio ao longo da profundidade.

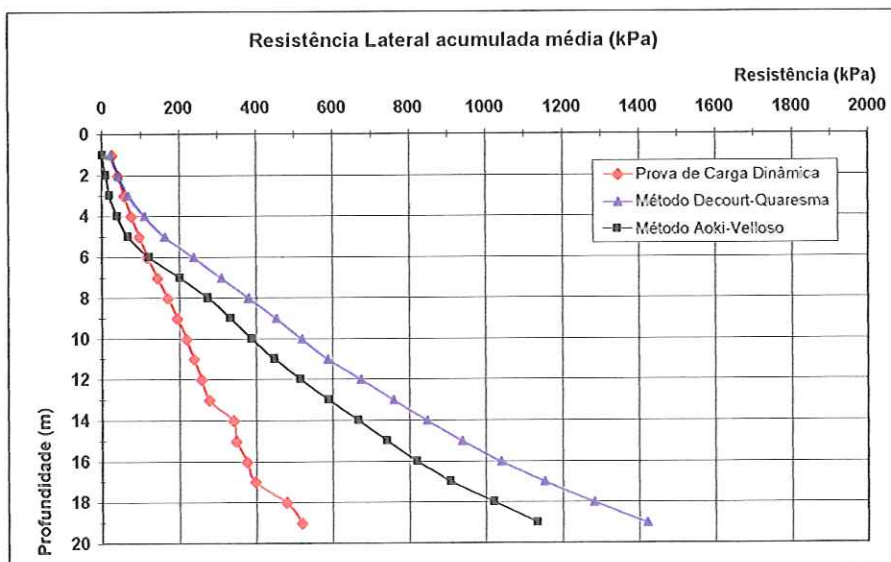


Figura 39. Resistência Lateral acumulada média medida x previstas.

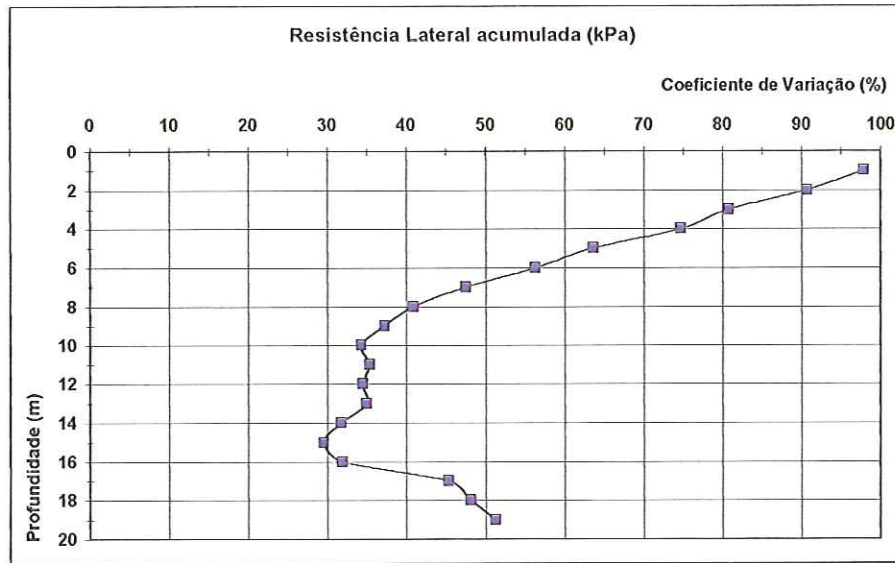


Figura 40. Coeficiente de Variação da Resistência Lateral acumulada média.

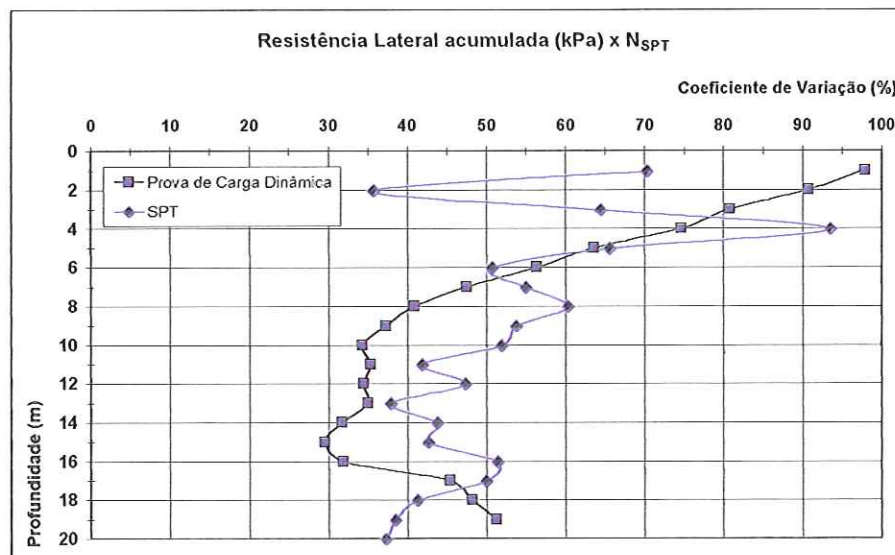


Figura 41. Coeficiente de Variação da Resistência Lateral acumulada média x N_{SPT} .

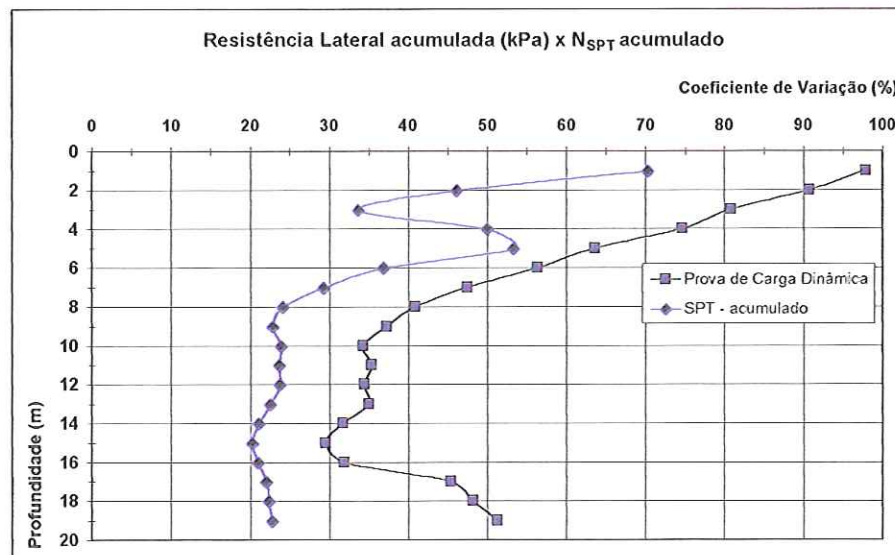


Figura 42. Coeficiente de Variação da Resistência Lateral acumulada x N_{SPT} acumulado.

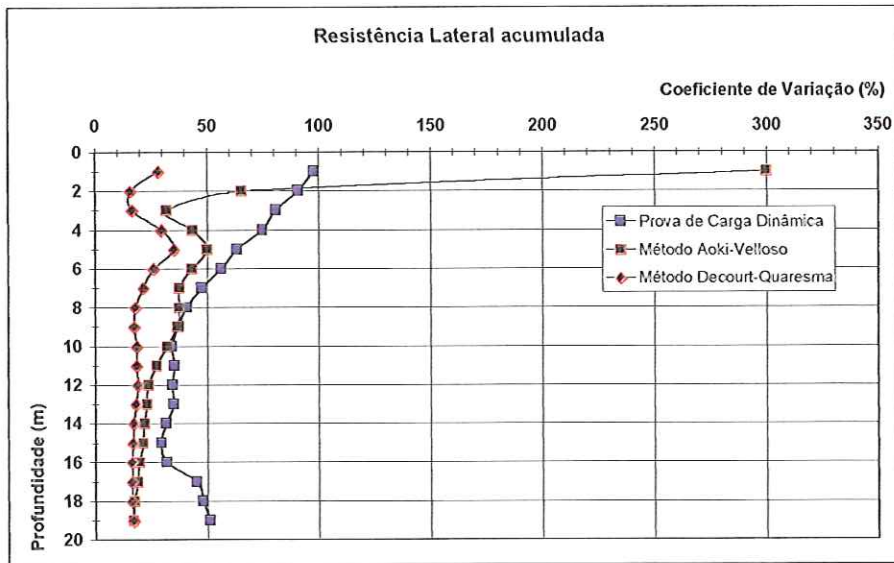


Figura 43. Coeficiente de Variação da Resistência Lateral acumulada prevista x medida.

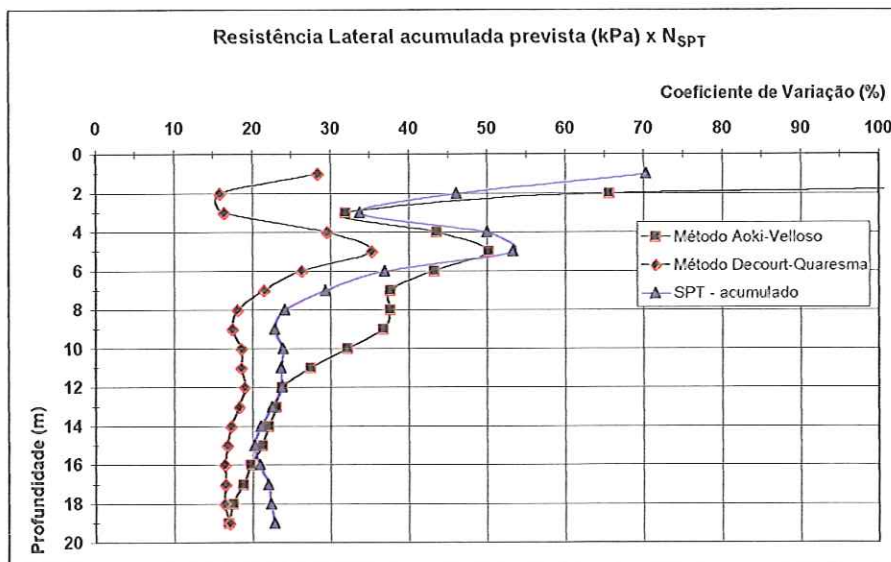


Figura 44. Coeficiente de Variação da Resistência Lateral acumulada prevista x N_{SPT} acumulado.

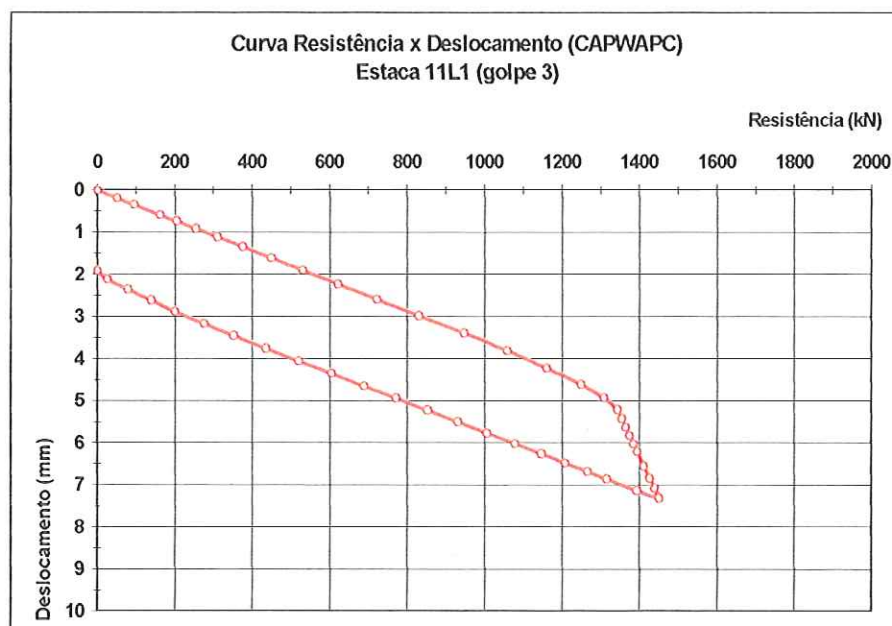


Figura 45. Curva carga x recalque da estaca 11L1 originada da análise CAPWAPC referente ao golpe 3.

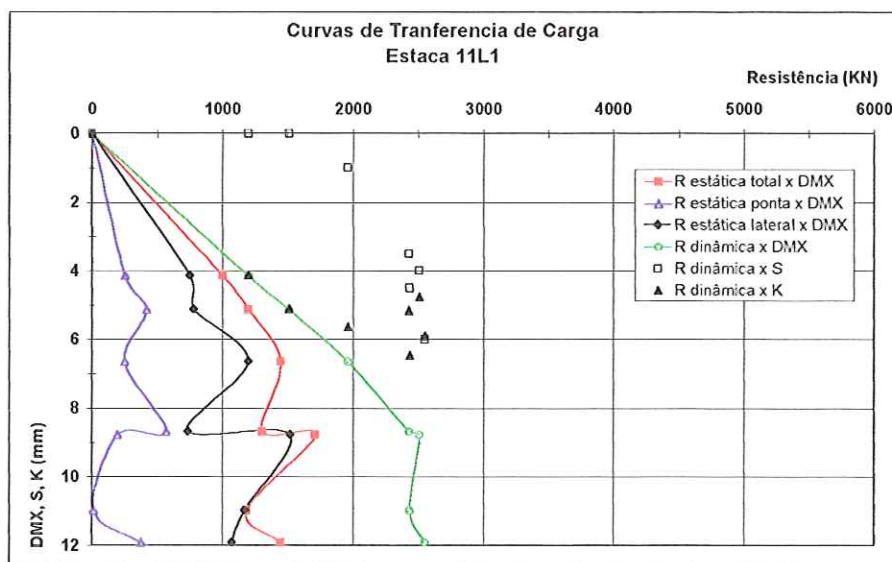


Figura 46. Curvas de transferência de carga da estaca 11L1.

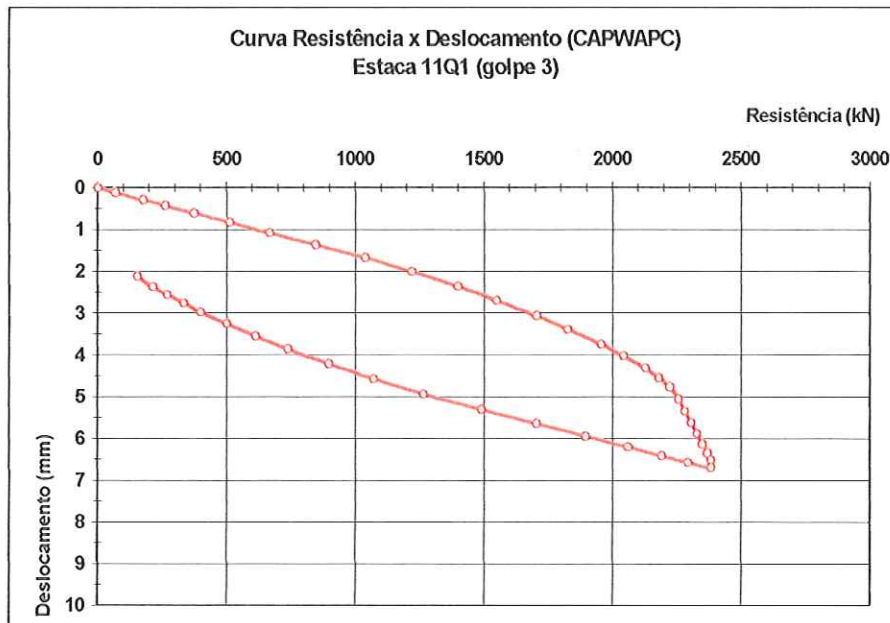


Figura 47. Curva carga x recalque da estaca 11Q1 originada da análise CAPWAPC referente ao golpe 3.

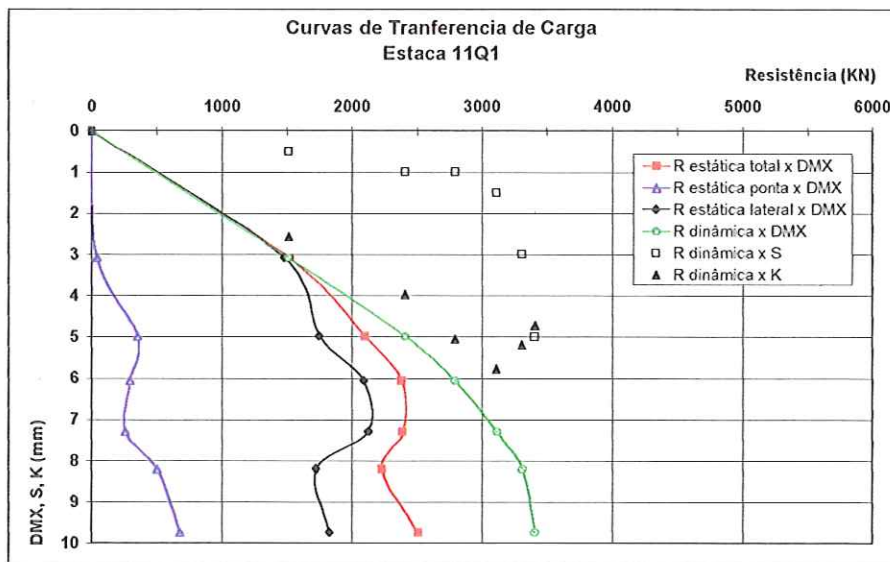


Figura 48. Curvas de transferência de carga da estaca 11Q1.

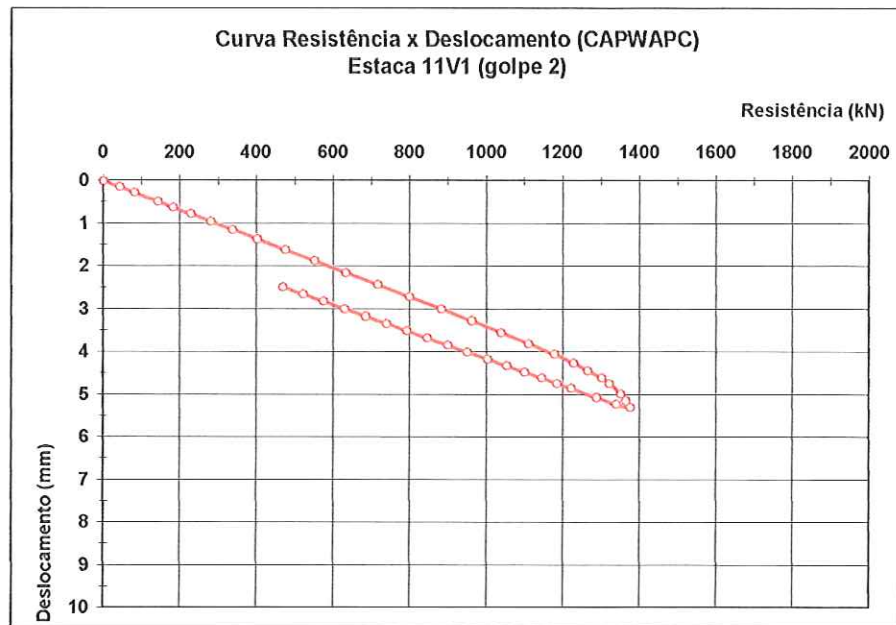


Figura 49. Curva carga x recalque da estaca 11V1 originada da análise CAPWAPC referente ao golpe 2.

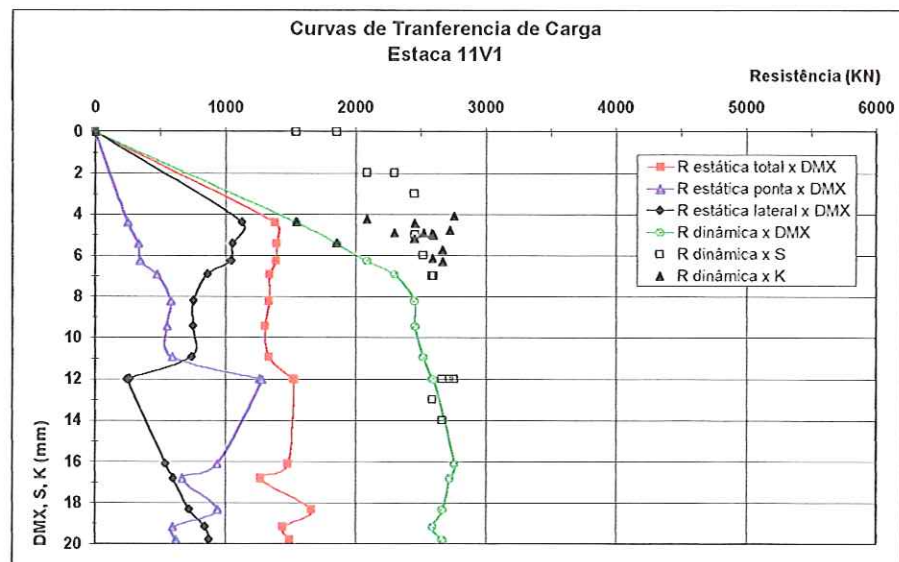


Figura 50. Curvas de transferência de carga da estaca 11V1.

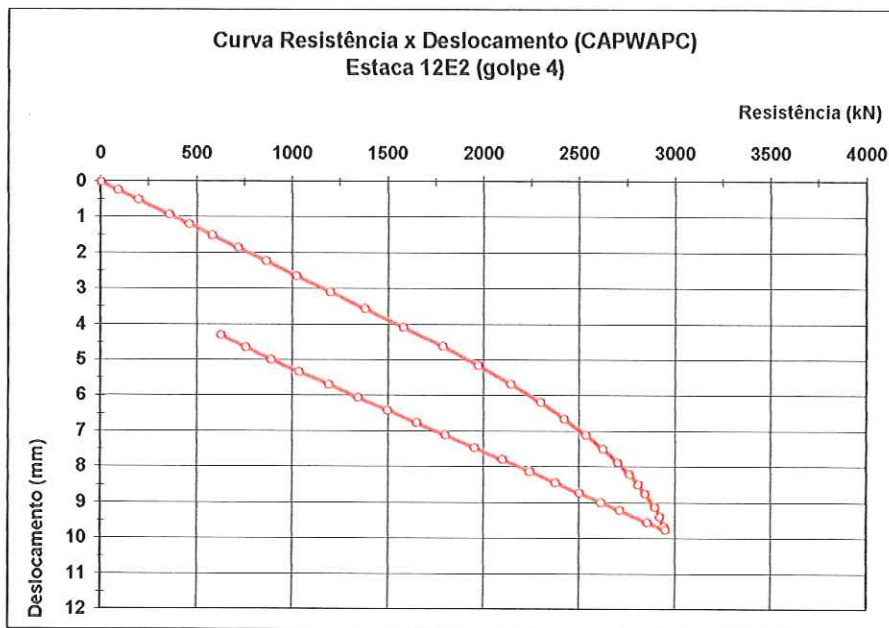


Figura 51. Curva carga x recalque da estaca 12E2 originada da análise CAPWAPC referente ao golpe 4.

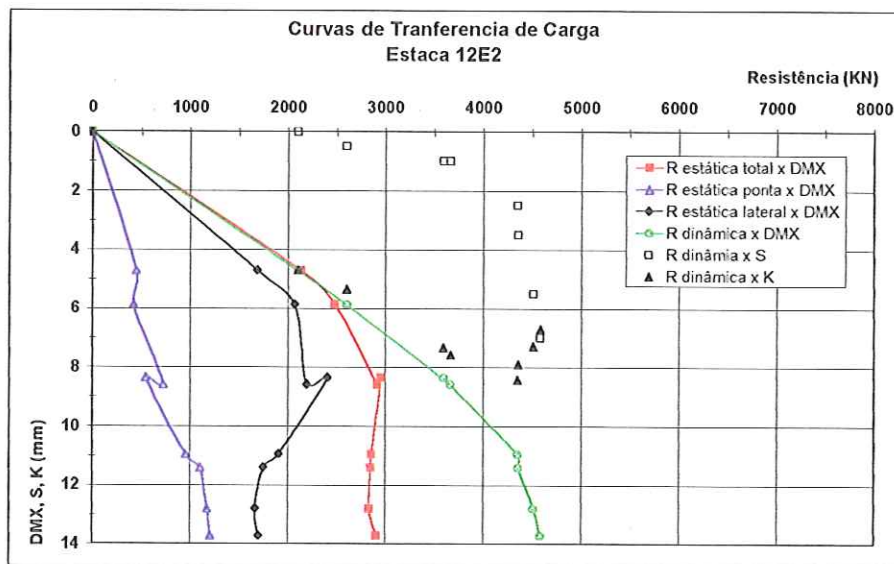


Figura 52. Curvas de transferência de carga da estaca 12E2.

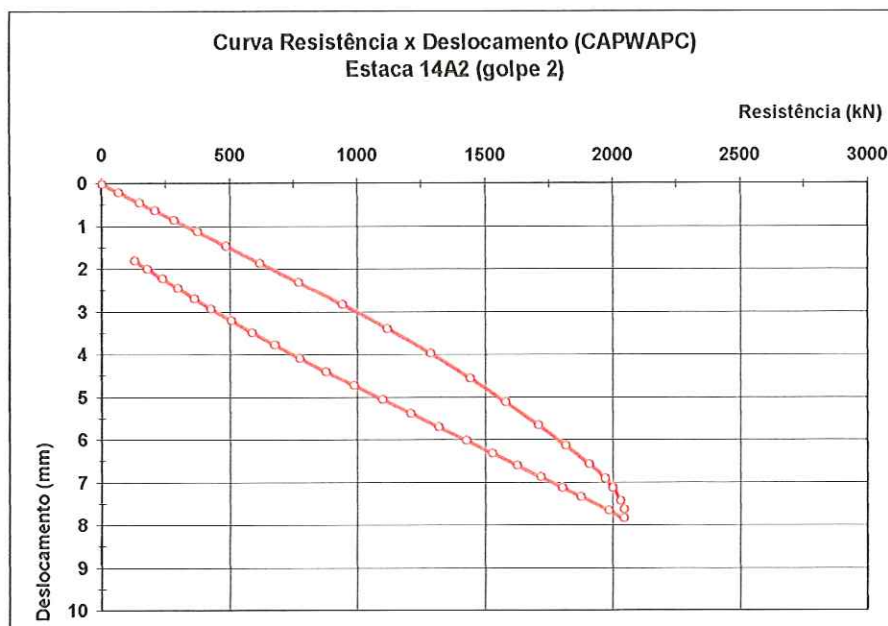


Figura 53. Curva carga x recalque da estaca 14A2 originada da análise CAPWAPC referente ao golpe 2.

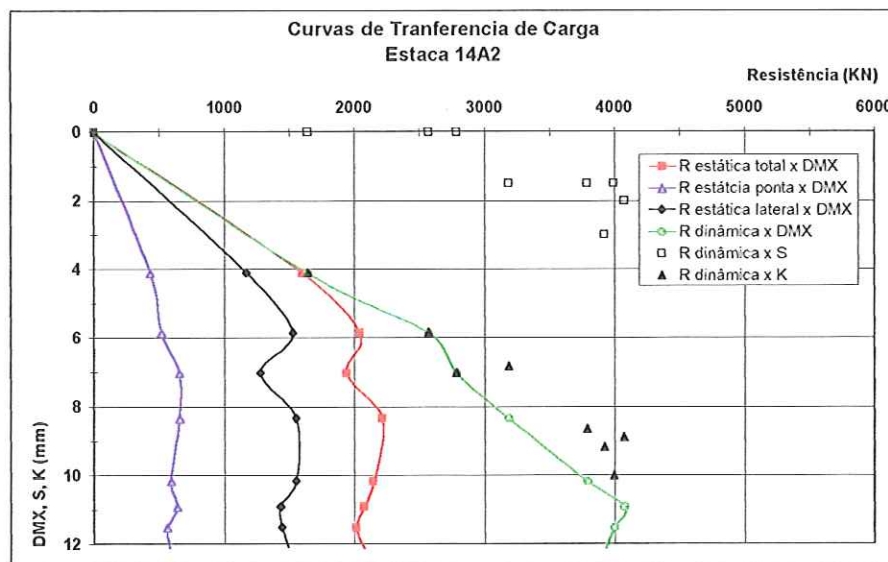


Figura 54. Curvas de transferência de carga da estaca 14A2.

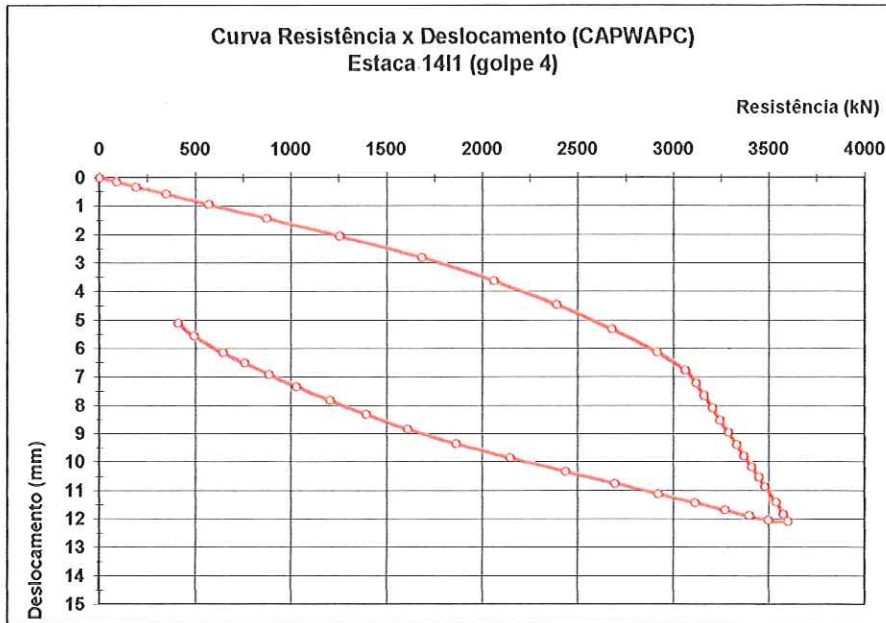


Figura 55. Curva carga x recalque da estaca 1411 originada da análise CAPWAPC referente ao golpe 4.

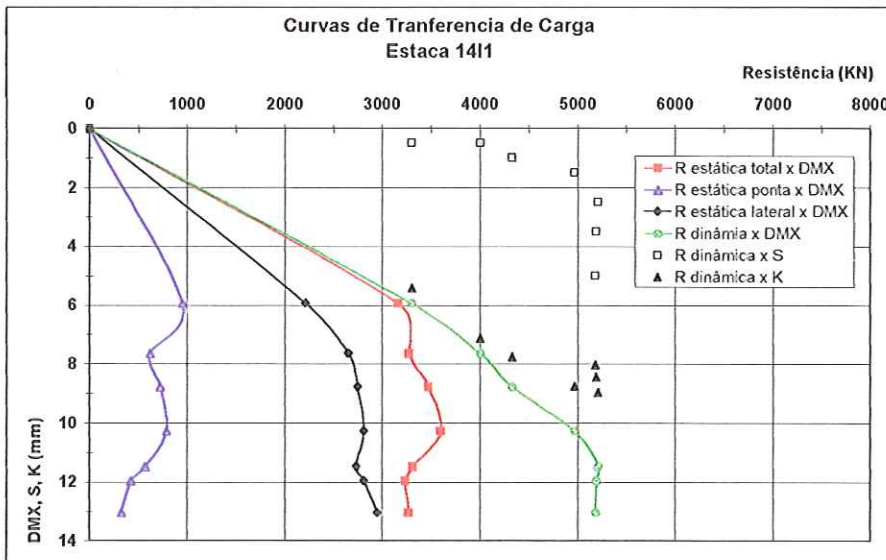


Figura 56. Curvas de transferência de carga da estaca 1411.

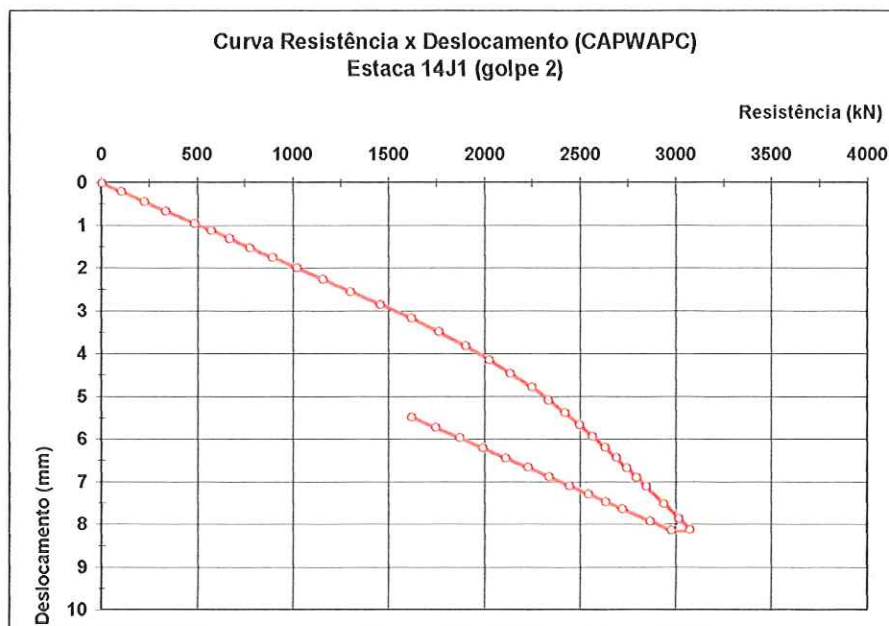


Figura 57. Curva carga x recalque da estaca 14J1 originada da análise CAPWAPC referente ao golpe 2.

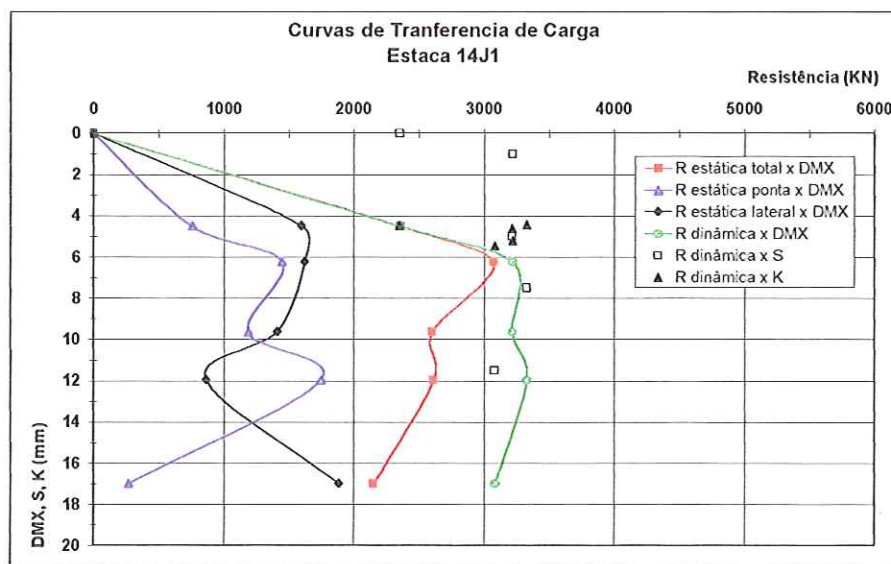


Figura 58. Curvas de transferência de carga da estaca 14J1.

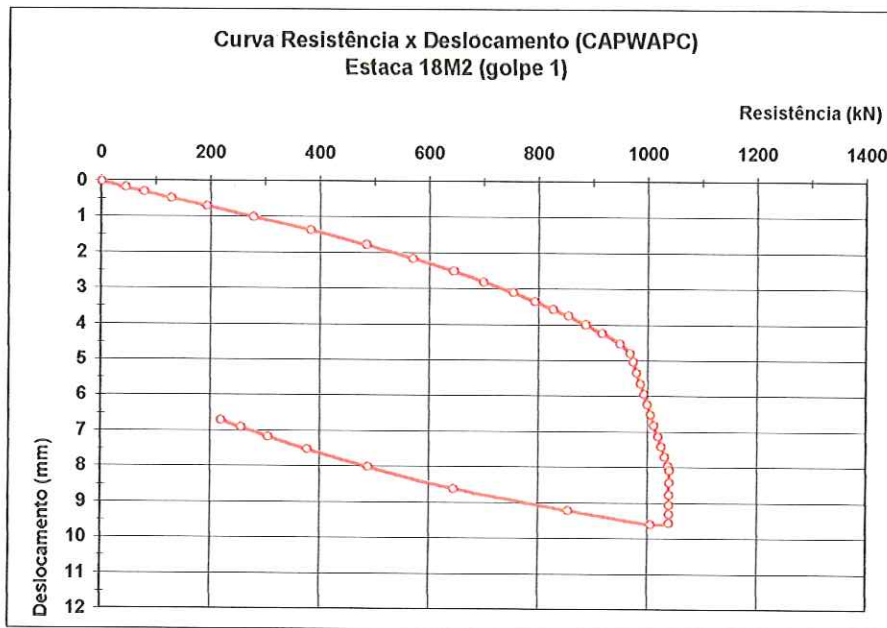


Figura 59. Curva carga x recalque da estaca 18M2 originada da análise CAPWAPC referente ao golpe 1.

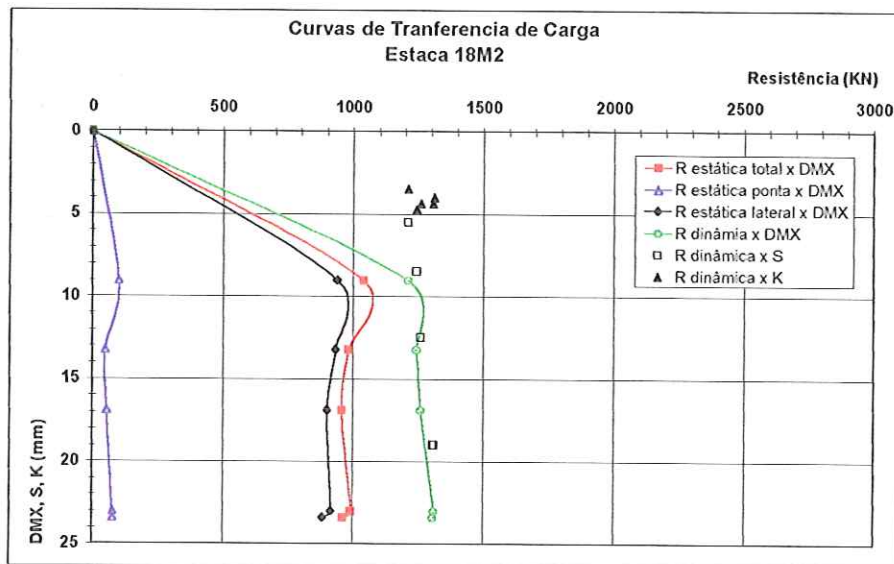


Figura 60. Curvas de transferência de carga da estaca 18M2.

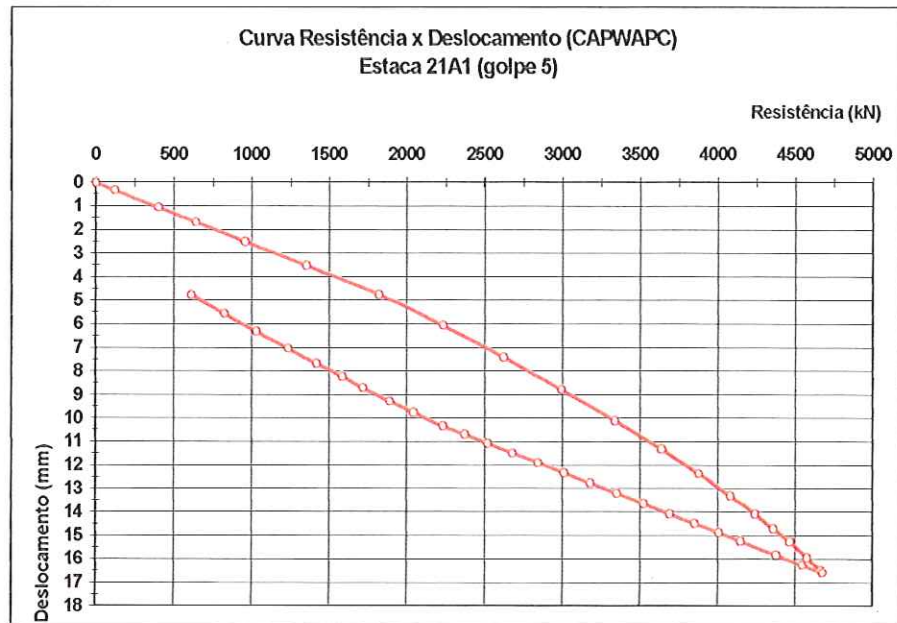


Figura 61. Curva carga x recalque da estaca 21A1 originada da análise CAPWAPC referente ao golpe 5.

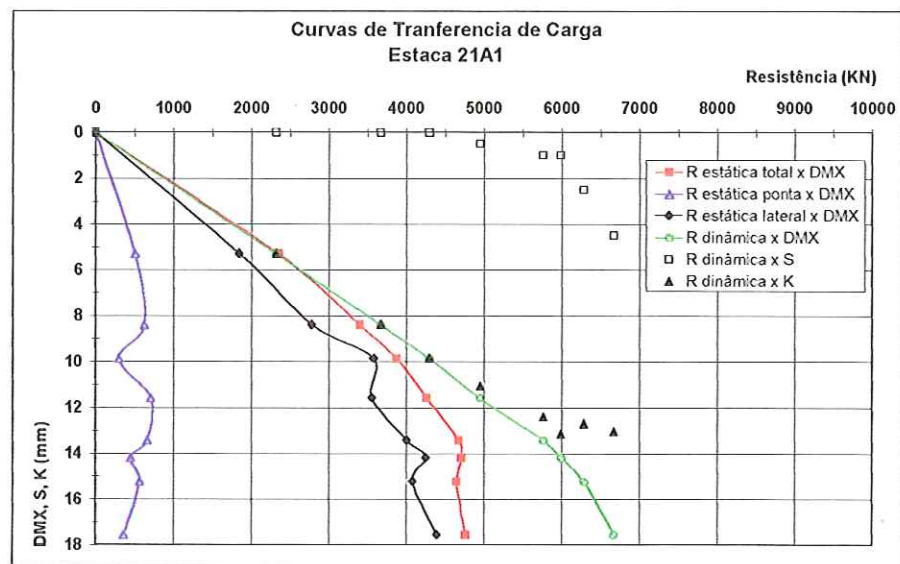


Figura 62. Curvas de transferência de carga da estaca 21A1.

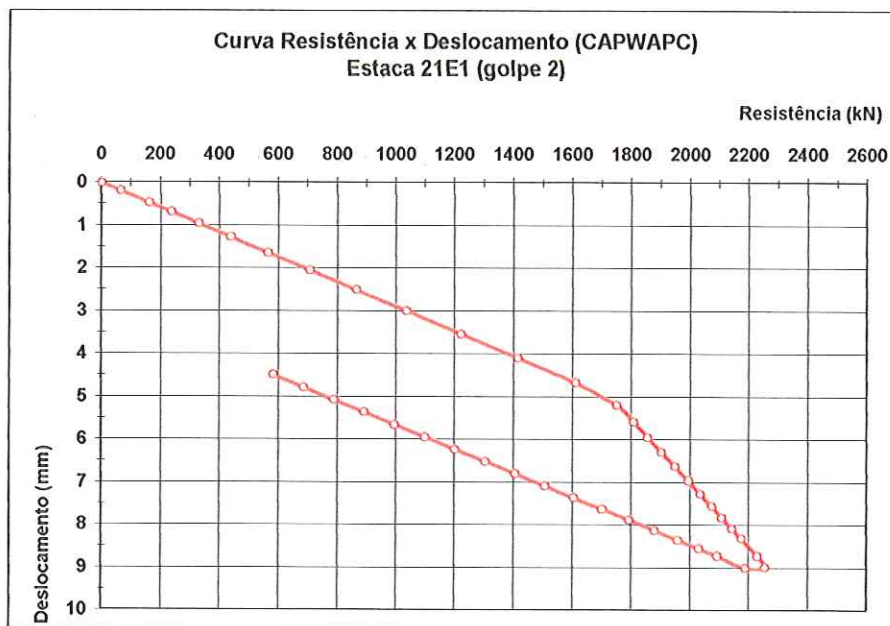


Figura 63. Curva carga x recalque da estaca 21E1 originada da análise CAPWAPC referente ao golpe 2.

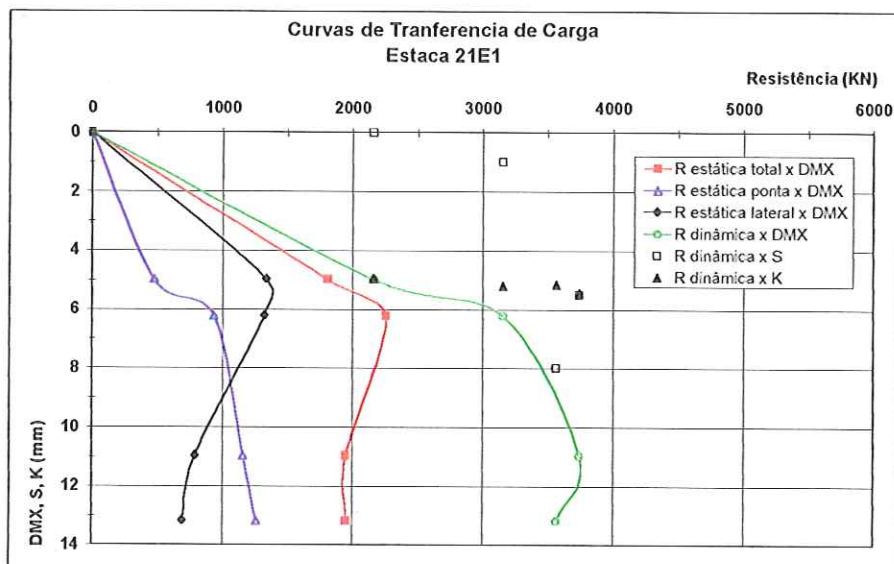


Figura 64. Curvas de transferência de carga da estaca 21E1.

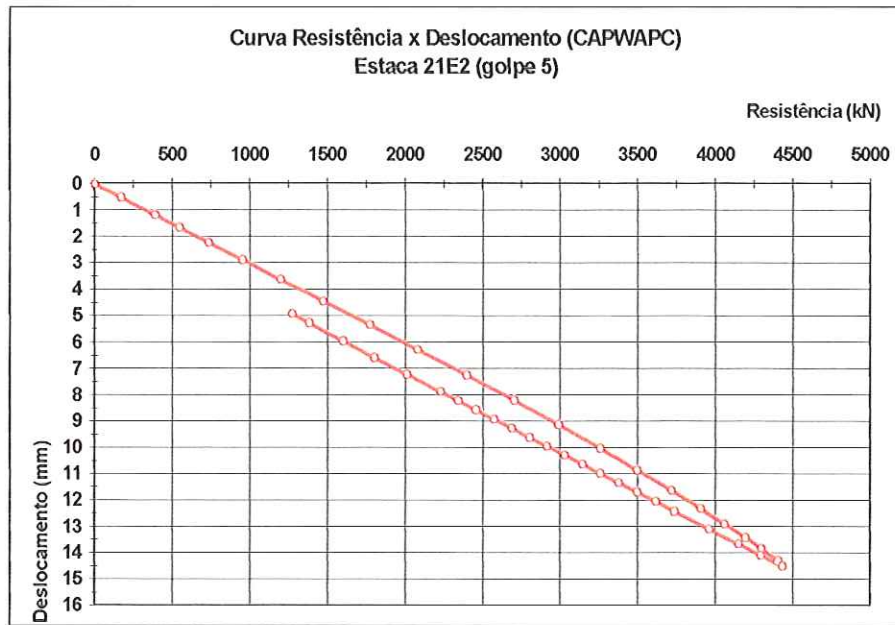


Figura 65. Curva carga x recalque da estaca 21E2 originada da análise CAPWAPC referente ao golpe 5.

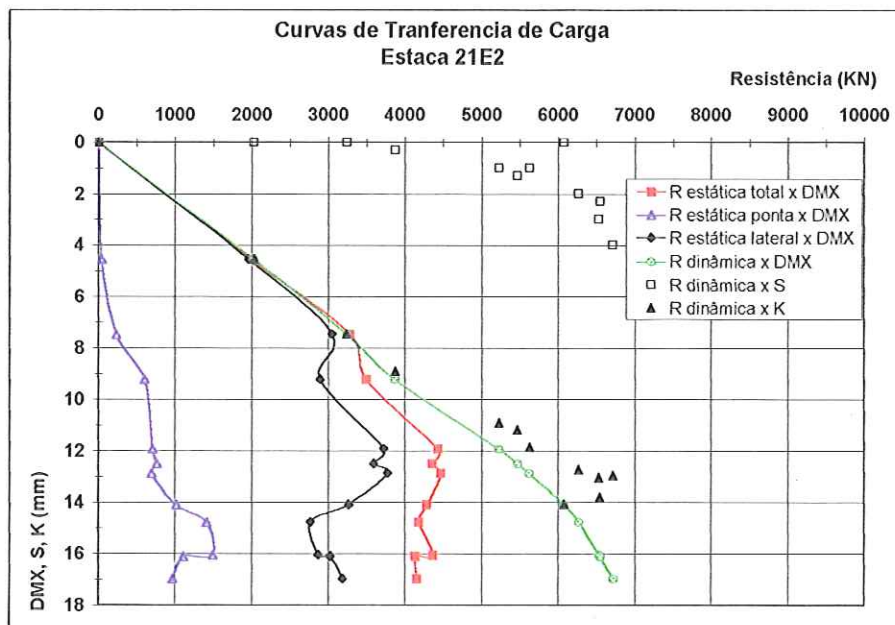


Figura 66. Curvas de transferência de carga da estaca 21E2.

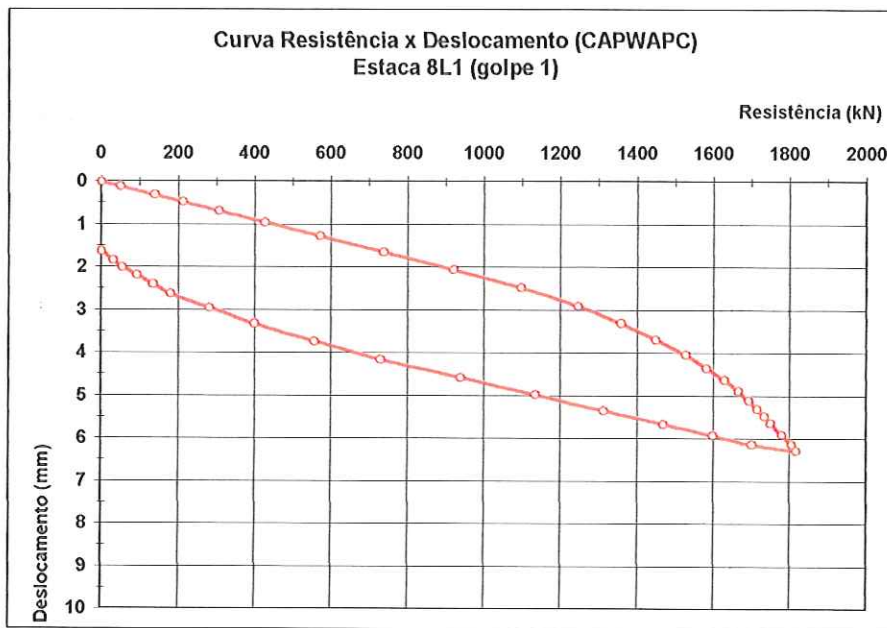


Figura 67. Curva carga x recalque da estaca 8L1 originada da análise CAPWAPC referente ao golpe 1.

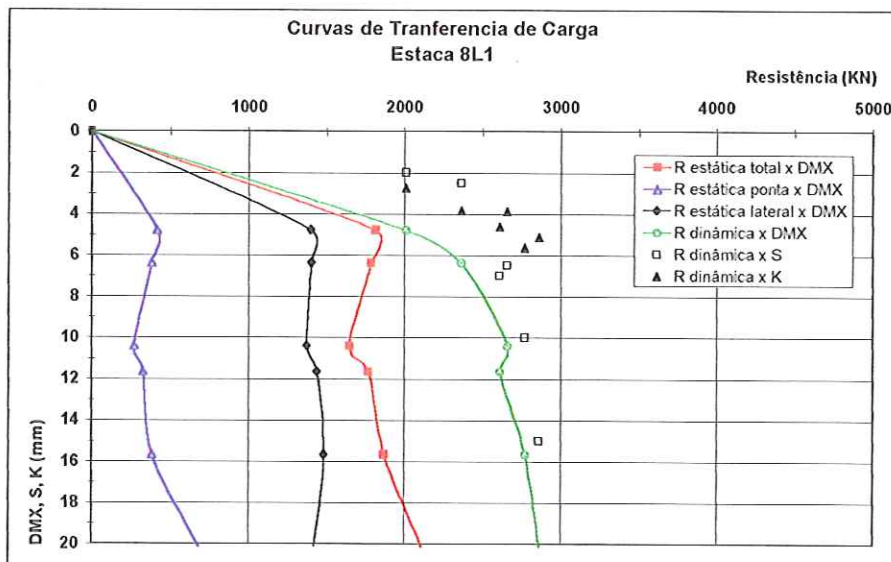


Figura 68. Curvas de transferência de carga da estaca 8L1.

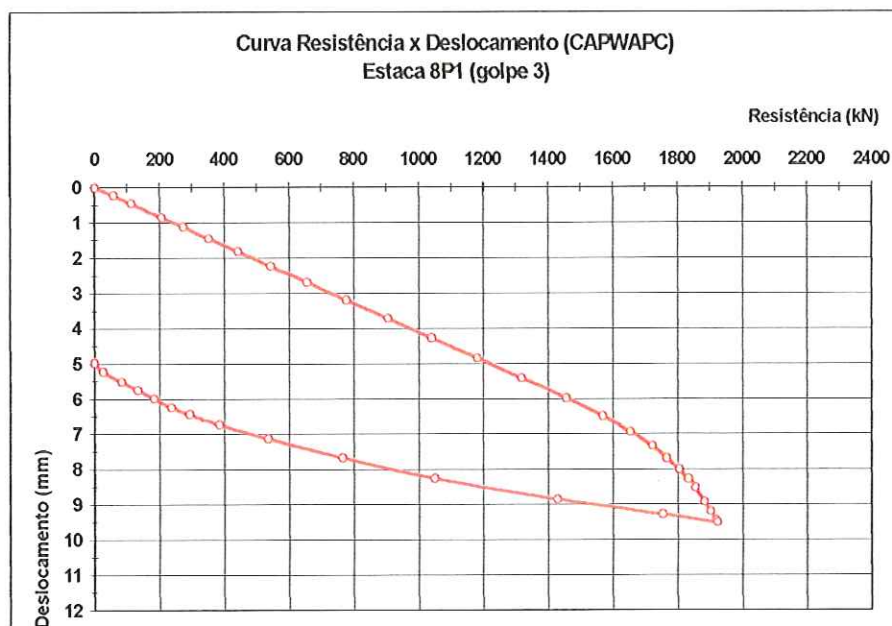


Figura 69. Curva carga x recalque da estaca 8P1 originada da análise CAPWAPC referente ao golpe 3.

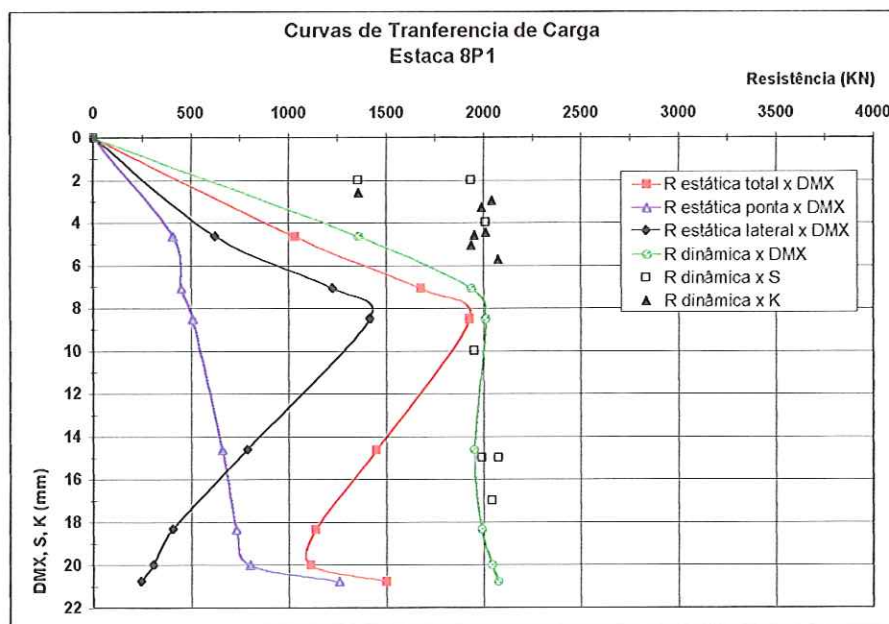


Figura 70. Curvas de transferência de carga da estaca 8P1.

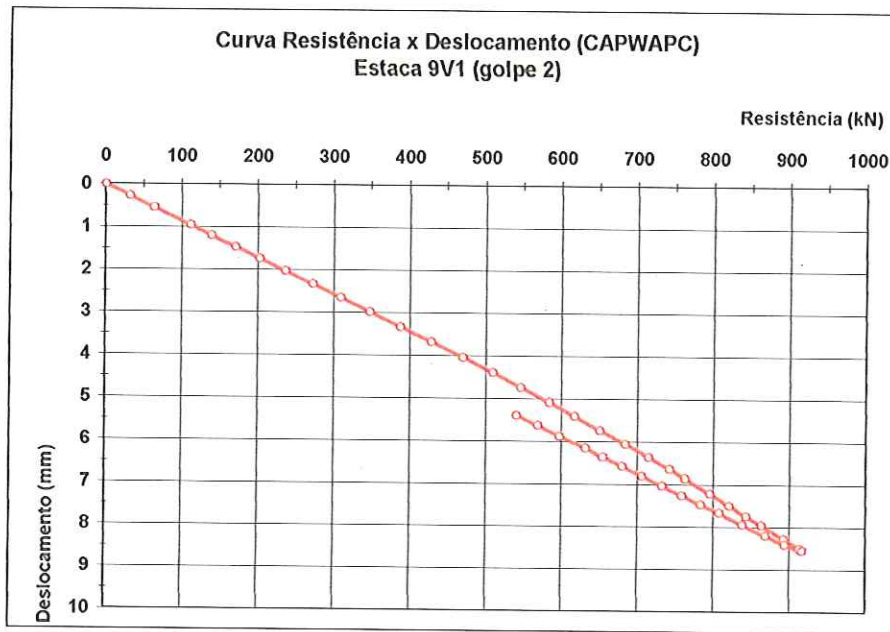


Figura 71. Curva carga x recalque da estaca 9V1 originada da análise CAPWAPC referente ao golpe 2.

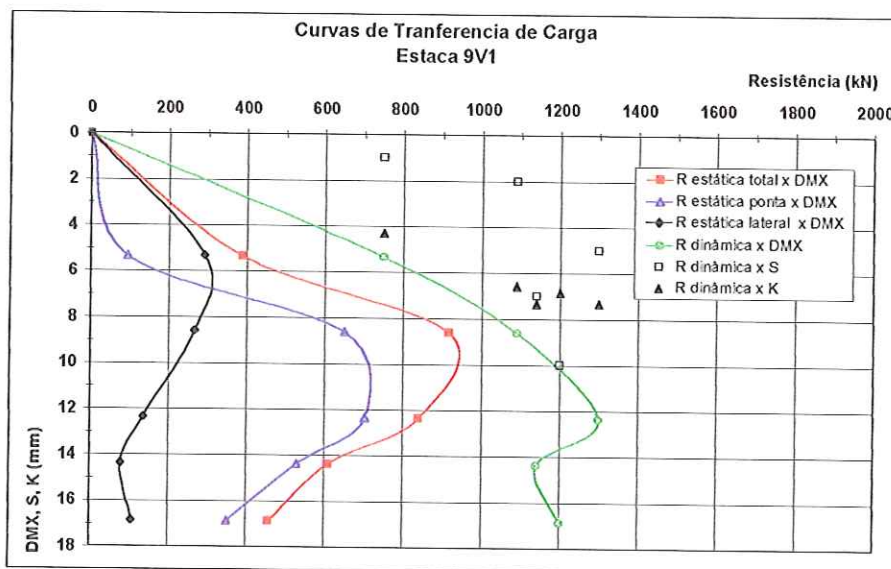


Figura 72. Curvas de transferência de carga da estaca 9V1.

Tabela 15. Valores de resistência estática resultantes das provas de carga dinâmica.

Estacas	Ruptura	Res. Lateral (kN)	Res. Ponta (kN)	Res. Total (kN)
11L1	golpe 3	1200.4	249.8	1450.1
11Q1	golpe 3	2088.1	294.5	2382.6
11V1	golpe 2	1128.0	249.3	1377.3
12E2	golpe 4	2409.4	543.5	2952.9
14A2	golpe 2	1530.1	516.1	2046.2
14I1	golpe 4	2814.0	785.9	3599.9
14J1	golpe 2	1625.5	1449.3	3074.9
18M2	golpe 1	940.0	100.3	1040.2
21A1	golpe 5	4009.0	666.6	4675.6
21E1	golpe 2	1322.6	932.7	2255.3
21E2	golpe 5	3724.5	707.0	4431.5
8L1	golpe 1	1400.5	415.7	1816.1
8P1	golpe 3	1417.5	507.0	1924.5
9V1	golpe 2	267.0	650.0	917.0

Tabela 16. Valores de tensão resistente obtidos das provas de carga dinâmica.

Estacas	Área da seção (m ²)	Res. Lateral (kPa)	Res. Ponta (kPa)	Res. Total (kPa)
11L1	0.2523	4757.8	990.1	5747.5
11Q1	0.2523	8276.3	1167.3	9443.5
11V1	0.2523	4470.9	988.1	5459.0
12E2	0.2809	8577.4	1934.9	10512.3
14A2	0.2523	6064.6	2045.6	8110.2
14I1	0.2909	9673.4	2701.6	12375.0
14J1	0.2523	6442.7	5744.4	12187.5
18M2	0.1184	7939.2	847.1	8785.5
21A1	0.2523	15889.8	2642.1	18531.9
21E1	0.2809	4708.4	3320.4	8028.8
21E2	0.2809	13259.2	2516.9	15776.1
8L1	0.1950	7182.1	2131.8	9313.3
8P1	0.1950	7269.2	2600.0	9869.2
9V1	0.0805	3316.8	8074.5	11391.3
Média	0.2	7702.0	2693.2	10395.1
Desvio	0.1	3452.8	1991.5	3562.9
CV(%)	27.3	44.8	73.9	34.3

Tabela 17. Resistências Previstas - Método Décourt-Quaresma

Sondagem	N _{SPT}	Prof. (m)	Res. Lateral (kPa)	Res. Ponta (kPa)	Res. Total (kPa)
SP-01	74	20	2290.0	6000.0	8290.0
SP-02	43	20	1510.0	4920.0	6430.0
SP-03	17	20	1230.0	2040.0	3270.0
SP-04	16	20	1133.3	1720.0	2853.3
SP-05	17	20	1373.3	1800.0	3173.3
SP-06	48	19	1773.3	5560.0	7333.3
SP-07	45	19	1513.3	5240.0	6753.3
SP-08	46	20	1663.3	5520.0	7183.3
SP-09	56	21	1460.0	5760.0	7220.0
SP-10	39	18	1330.0	4560.0	5890.0
SP-11	63	20	1646.7	6000.0	7646.7
SP-12	49	20	1650.0	5720.0	7370.0
SP-13	37	20	1410.0	4280.0	5690.0
SP-14	53	20	1463.3	5720.0	7183.3
SP-15	56	20	1553.3	6000.0	7553.3
SP-16	50	20	1680.0	6000.0	7680.0
SP-17	39	20	1400.0	4560.0	5960.0
SP-18	52	20	1643.3	6000.0	7643.3
SP-19	60	20	1713.3	6000.0	7713.3
Média	45.3	19.8	1549.3	4915.8	6465.1
Desvio-Padrão	15.5	0.6	247.0	1468.1	1647.7
CV (%)	34.3	3.0	15.9	29.9	25.5

Tabela 18. Resistências Previstas - Método Aoki-Velloso.

Sondagem	N _{SPT}	Prof. (m)	Res. Lateral (kPa)	Res. Ponta (kPa)	Res. Total (kPa)
SP-01	74	20	1880.0	9300.0	11180.0
SP-02	43	20	1500.0	14740.0	16240.0
SP-03	17	20	1200.0	2140.0	3340.0
SP-04	16	20	1020.0	2010.0	3030.0
SP-05	17	20	1140.0	2140.0	3280.0
SP-06	48	19	1240.0	9600.0	10840.0
SP-07	45	19	1260.0	5660.0	6920.0
SP-08	46	20	1470.0	6400.0	7870.0
SP-09	56	21	1390.0	19200.0	20590.0
SP-10	39	18	1140.0	22290.0	23430.0
SP-11	63	20	1220.0	7920.0	9140.0
SP-12	49	20	1300.0	6790.0	8090.0
SP-13	37	20	1020.0	4650.0	5670.0
SP-14	53	20	1180.0	6060.0	7240.0
SP-15	56	20	1320.0	6630.0	7950.0
SP-16	50	20	1340.0	5710.0	7050.0
SP-17	39	20	960.0	4900.0	5860.0
SP-18	52	20	1110.0	6540.0	7650.0
SP-19	60	20	1290.0	7540.0	8830.0
Média	45.3	19.8	1262.1	7906.3	9168.4
Desvio-Padrão	15.5	0.6	208.7	5412.3	5478.3
CV (%)	34.3	3.0	16.5	68.5	59.8

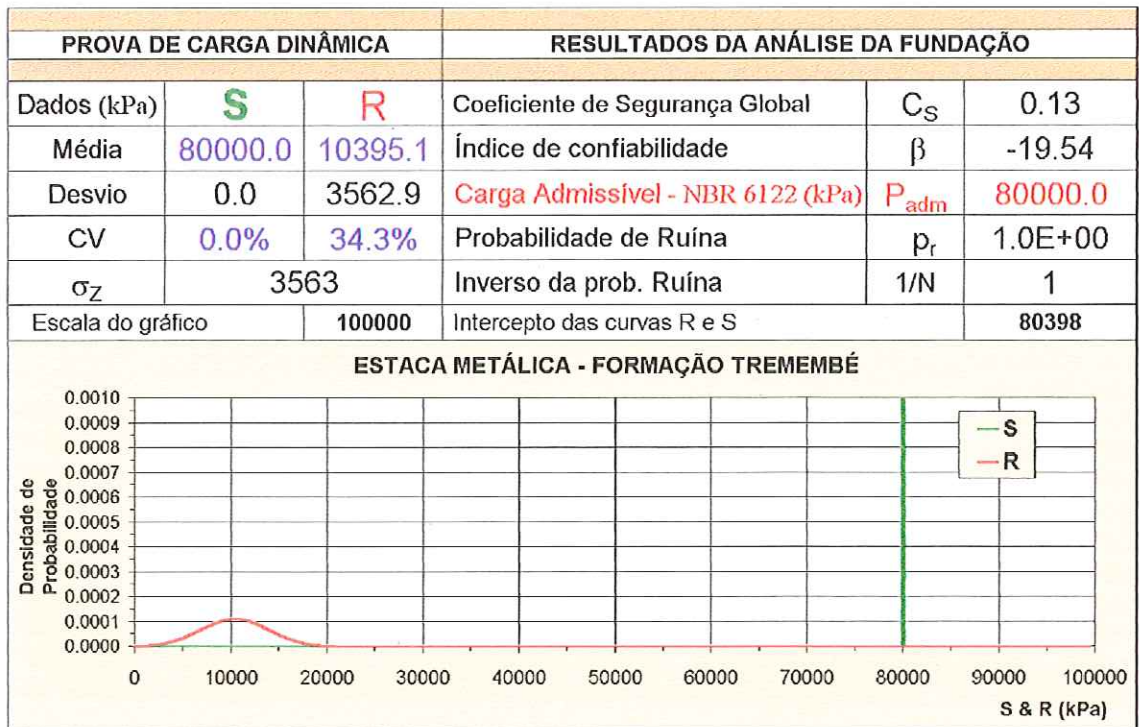


Figura 73. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 - Prova de carga dinâmica.

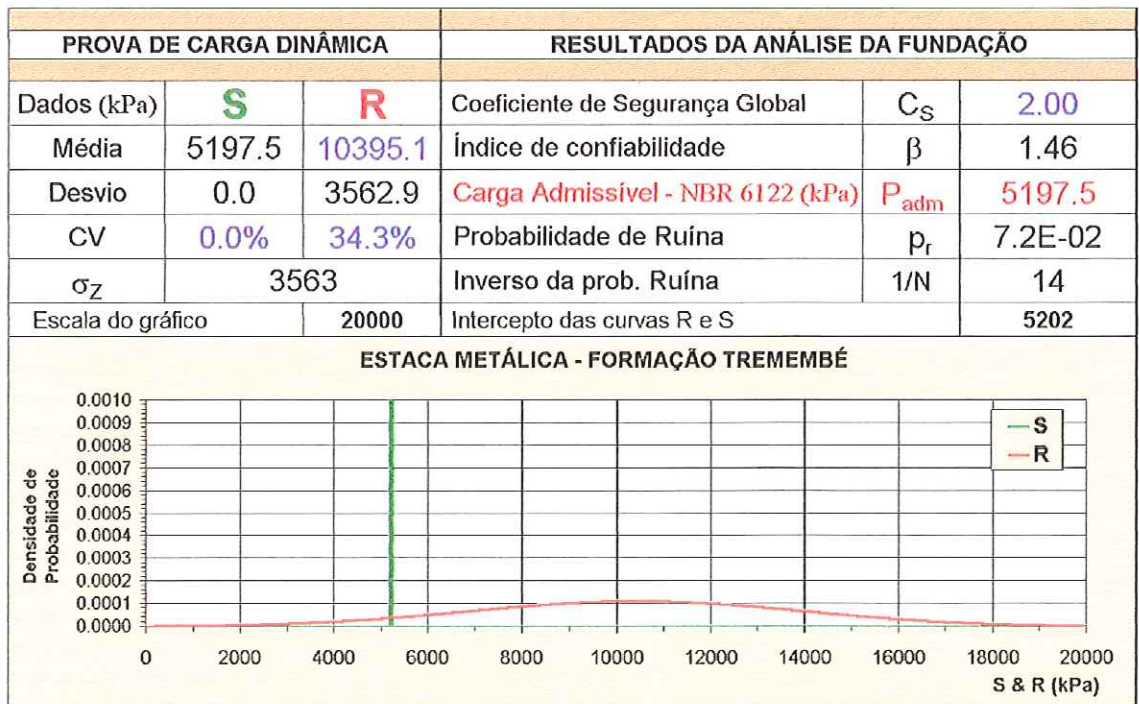


Figura 74. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$ - Prova de carga dinâmica.

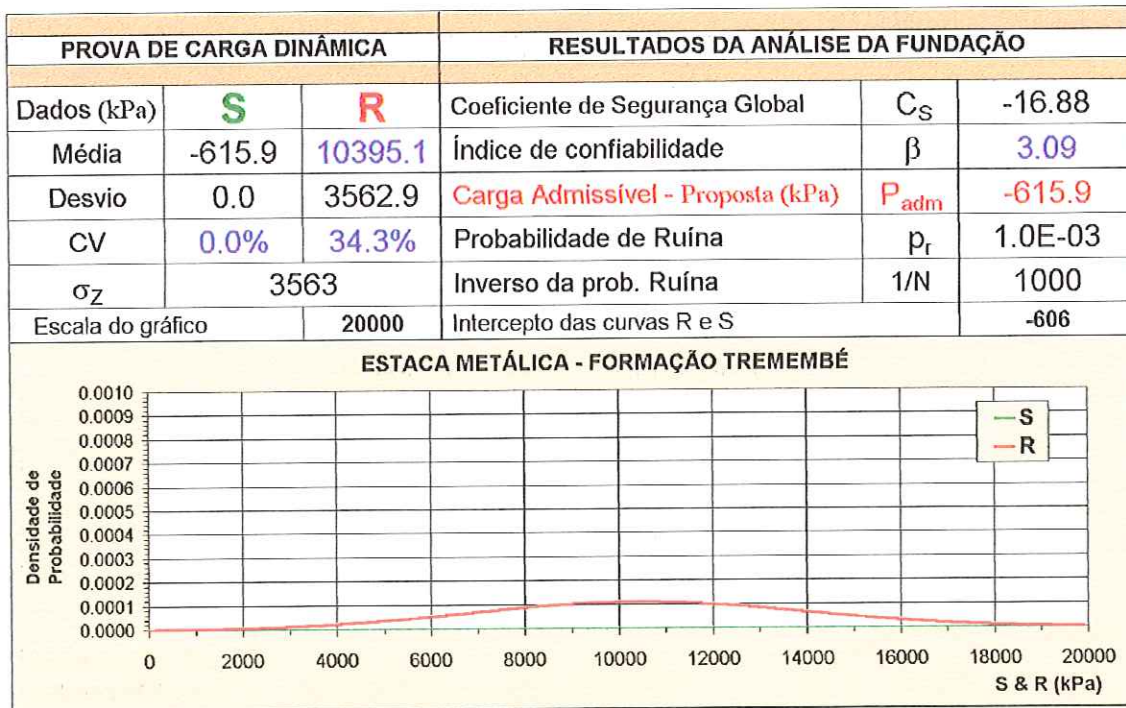


Figura 75. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$ - Prova de carga dinâmica.

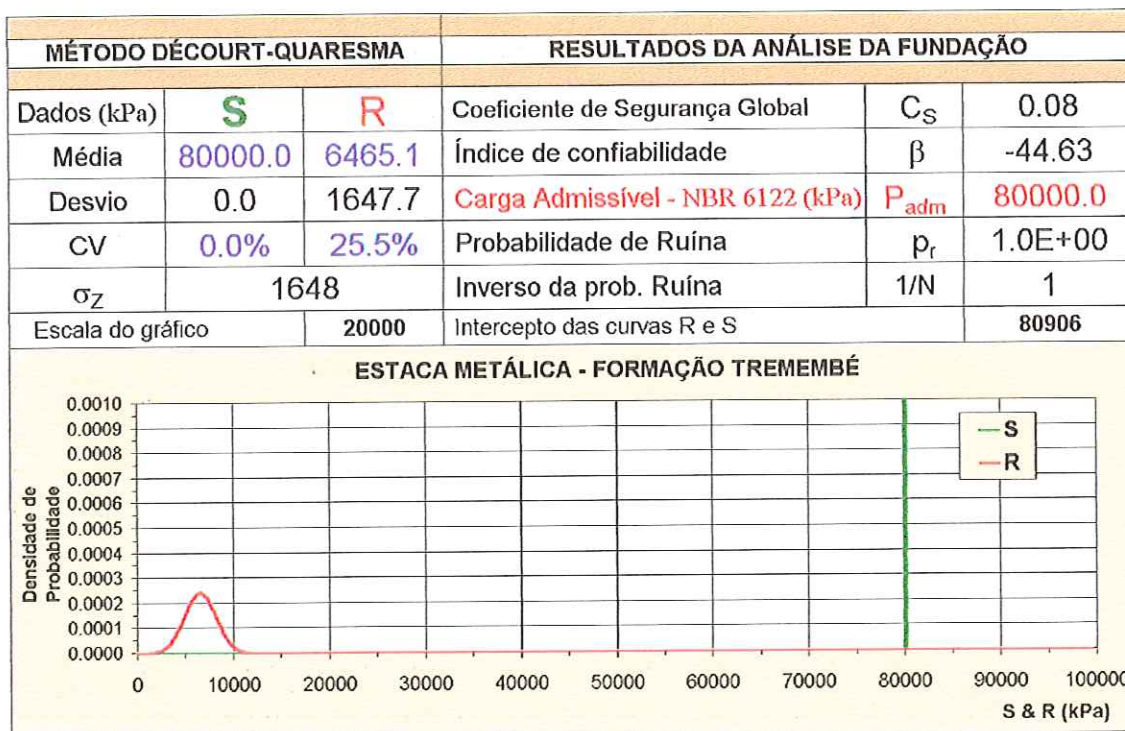


Figura 76. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 - Método Décourt-Quaresma.

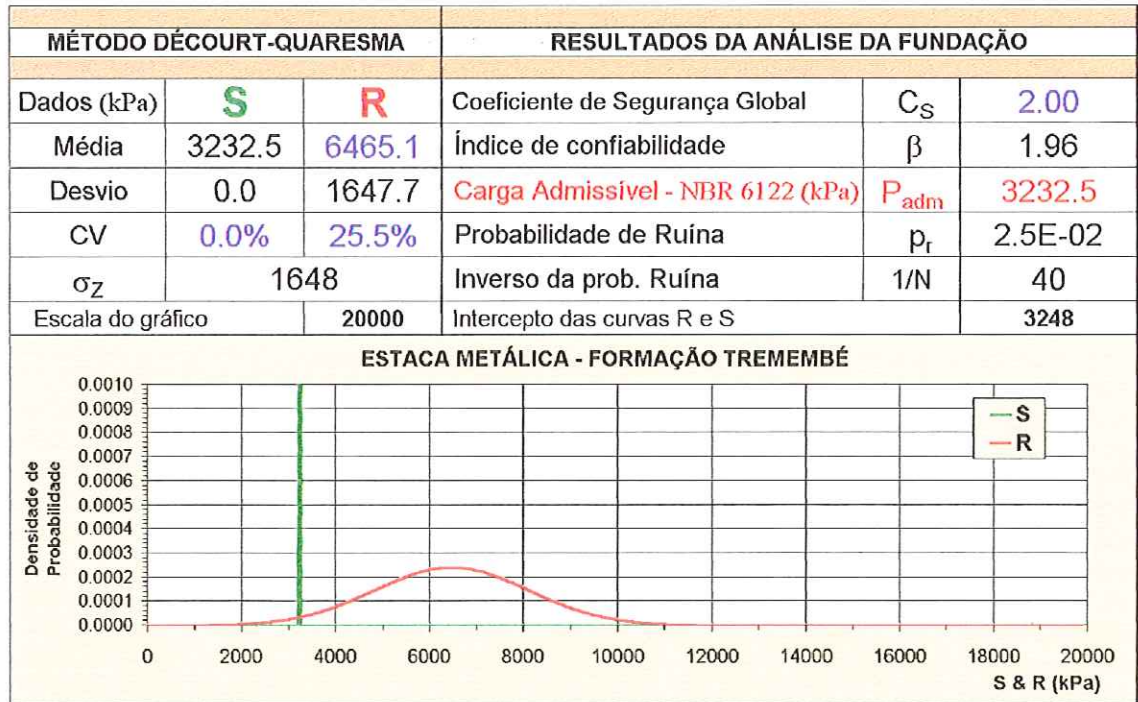


Figura 77. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$ - Método Décourt-Quaresma.

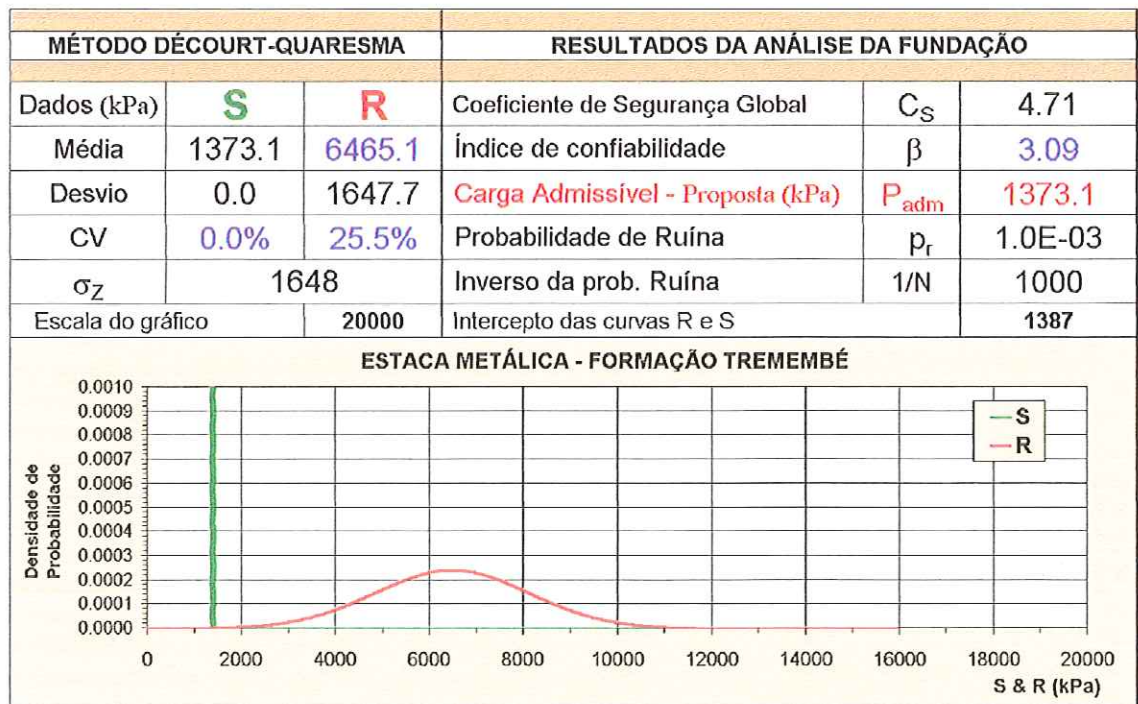


Figura 78. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$ - Método Décourt-Quaresma.

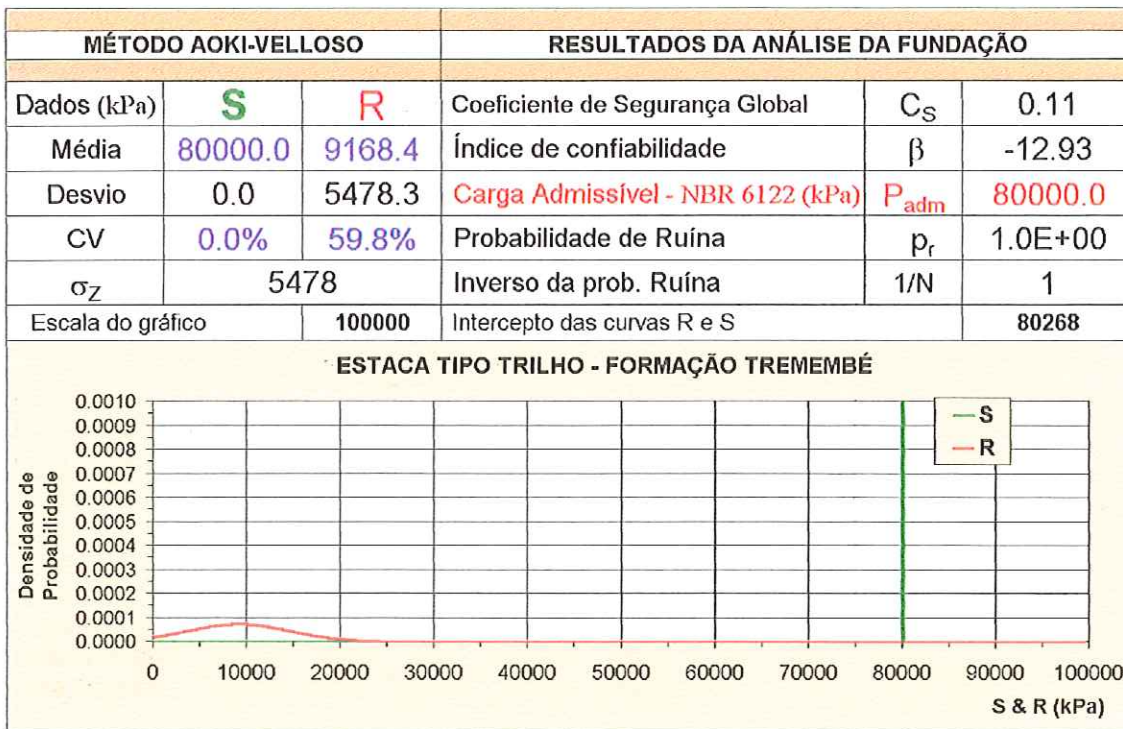


Figura 79. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 - Método Aoki-Velloso.

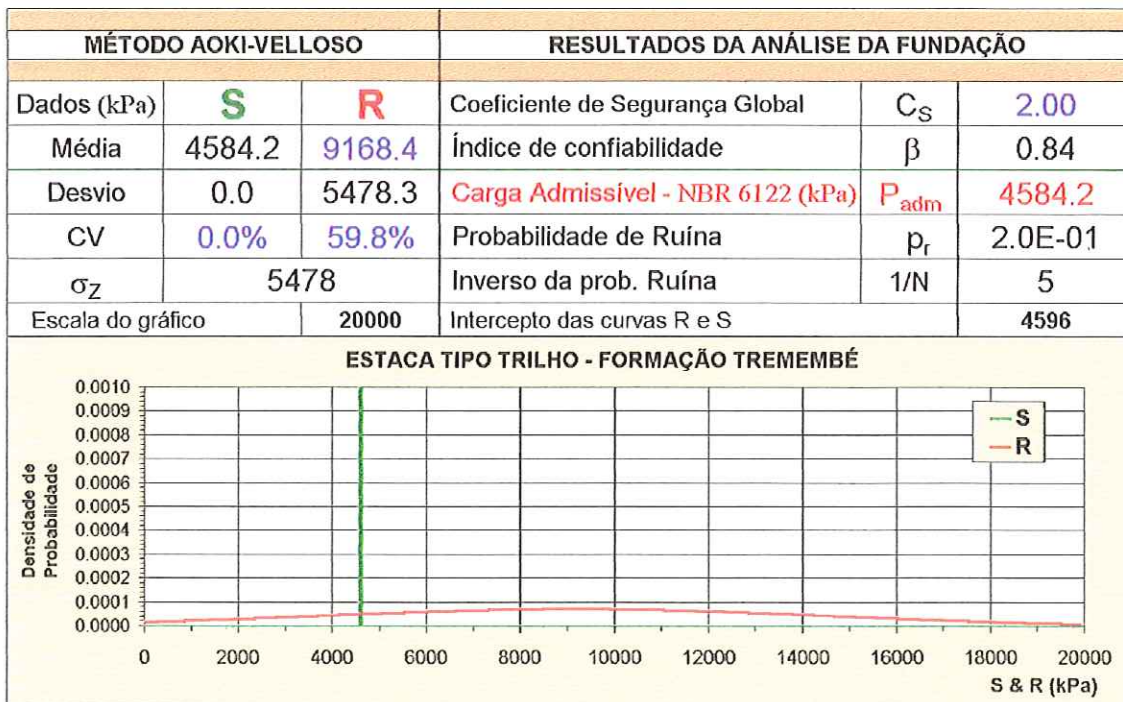


Figura 80. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$ - Método Aoki-Velloso.

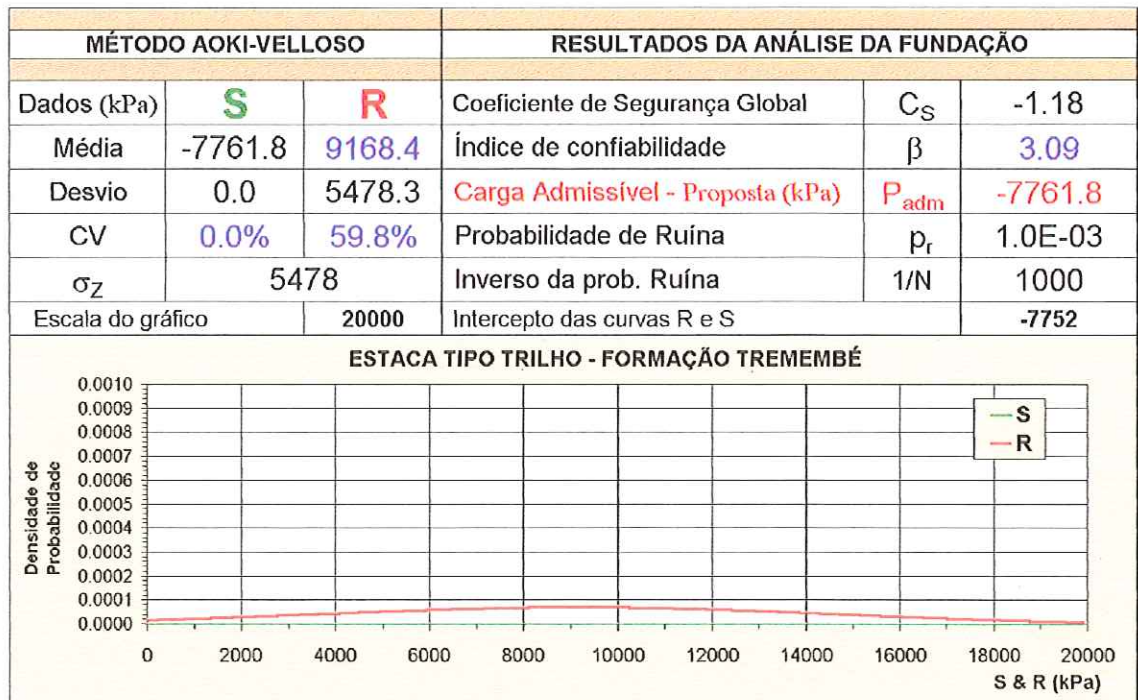


Figura 81. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$ - Método Aoki-Velloso.

APÊNDICE **G**

FUNDAÇÃO EM ESTACAS PRÉ-MOLDADAS DE CONCRETO

Tabela 1. Características geométricas das estacas ensaiadas e sondagens referentes.

Estaca	D (m)	E (m)	L (m)	Sondagem referente
A1	0.50	0.09	19.3	A
A2	0.50	0.09	18.8	
A3	0.50	0.09	17.7	
A4	0.50	0.09	17.8	
A5	0.50	0.09	17.2	
B1	0.50	0.09	14.9	B
B2	0.50	0.09	16.9	
B3	0.50	0.09	20.5	
B4	0.50	0.09	15.0	
B5	0.50	0.09	18.7	
B6	0.42	0.08	17.0	
C1	0.50	0.09	17.8	C
C2	0.50	0.09	17.9	
C3	0.42	0.08	13.3	
C4	0.42	0.08	20.4	
C5	0.42	0.08	17.9	
D1	0.42	0.08	13.7	D
D2	0.42	0.08	13.0	
E1	0.42	0.08	15.1	E
E2	0.50	0.09	17.8	
F1	0.42	0.08	13.6	F
G1	0.42	0.08	15.5	G
H1	0.42	0.08	16.6	H
I1	0.50	0.09	15.7	I
J1	0.26	0.06	17.8	J

Tabela 2. Valores de N_{SPT}.

Prof. (m)	SPT A	SPT B	SPT C	SPT D	SPT E	SPT F	SPT G	SPT H	SPT I	SPT J	Mínimo	Média	Máximo	Desvio	CV (%)
1	2	0	1	0	0	0	2	2	3	0	0	1	3	1	115
2	2	0	1	0	0	0	0	2	9	0	0	1	9	3	200
3	1	0	1	0	0	0	0	2	9	0	0	1	9	3	215
4	1	0	1	0	0	0	0	0	9	0	0	1	9	3	255
5	1	0	1	0	0	0	0	0	9	0	0	1	9	3	255
6	1	0	1	0	0	0	0	0	9	0	0	1	9	3	255
7	1	0	1	0	0	0	0	0	9	0	0	1	9	3	255
8	1	0	1	0	0	0	0	0	9	0	0	1	9	3	255
9	1	0	1	0	0	0	0	0	10	0	0	1	10	3	280
10	1	0	1	0	0	11	0	0	0	0	0	1	11	3	284
11	1	0	1	0	0	11	0	0	0	0	0	1	11	3	284
12	1	0	1	0	0	49	0	0	0	0	0	5	49	15	303
13	1	0	1	55	10		0	0	0	0	0	7	55	18	243
14	1	5	1	55	10		0	0	0	0	0	8	55	18	224
15	1	14	1	29	17		0	0	0	0	0	7	29	11	154
16	1	37	29	29	17		5	0	0	0	0	13	37	15	115
17	10	37	29	29	79		11	4	0	0	0	22	79	25	115
18	30	49	29	26	79		11	4	0	10	0	26	79	25	95
19		49	29	26	64		86	4	54	81	4	49	86	28	58
20		49		26	64		86	4	54	81	4	52	86	29	56
21		50		26	64		86	69	54		26	58	86	20	35
22		50		26	64		86	69			26	59	86	22	38
23		65		121	64			99			64	87	121	28	32
24		65		121	64			99			64	87	121	28	32
25					300			118			118	209	300	129	62

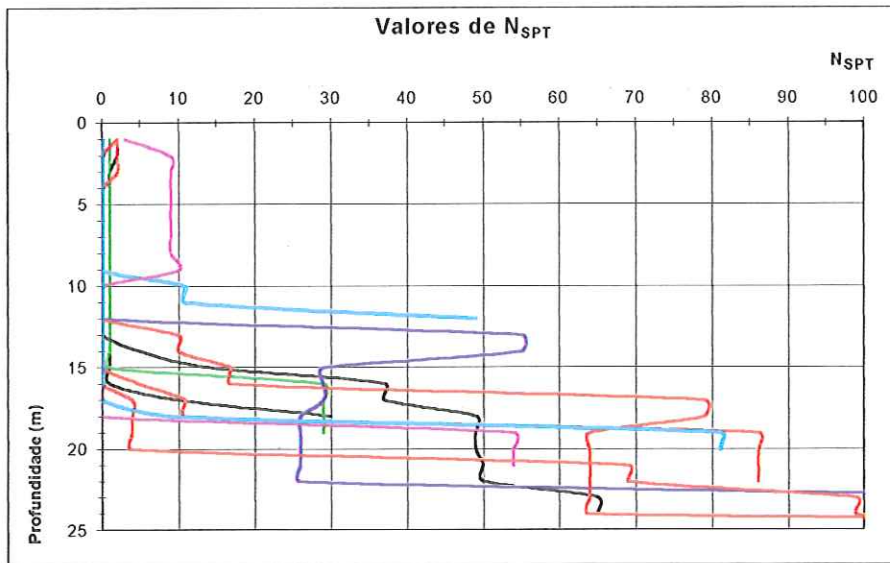


Figura 1. Variação do N_{SPT} ao longo da profundidade.

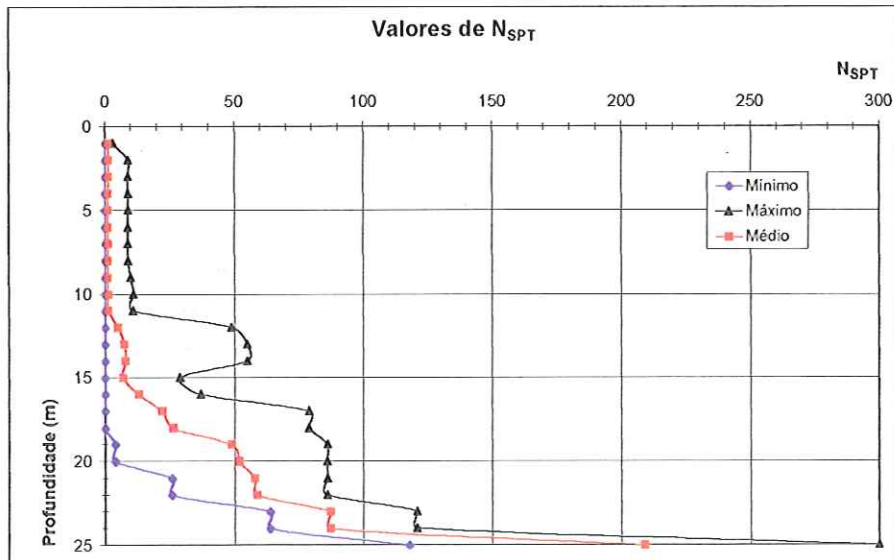


Figura 2. N_{SPT} mínimo, médio e máximo ao longo da profundidade.

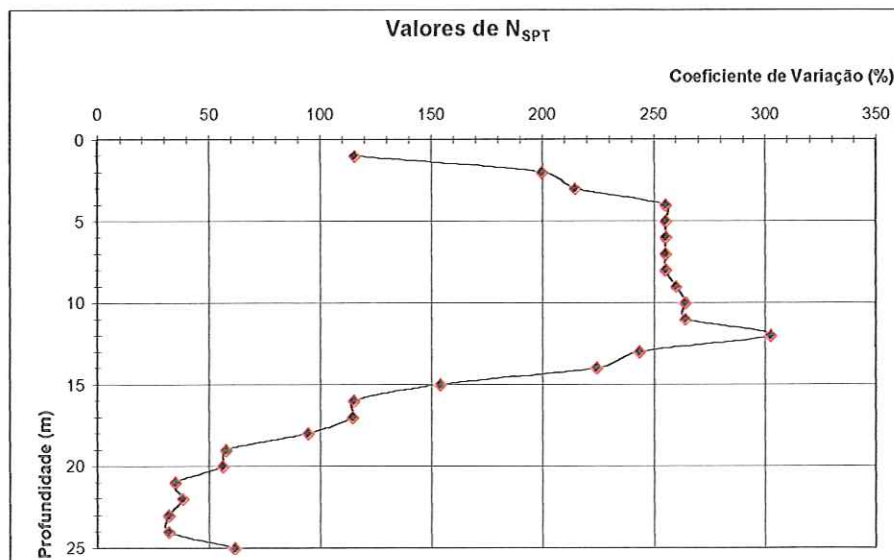


Figura 3. Coeficiente de variação da resistência N_{SPT} ao longo da profundidade.

Tabela 3. Valores de resistência lateral, ponta e total das estacas.

Estacas	Ruptura	Res. Lateral (kN)	Res. Ponta (kN)	Res. Total (kN)
A1	7º golpe	840.0	1707.0	2546.0
A2	6º golpe	60.0	2518.0	2578.0
A3	6º golpe	960.0	1681.0	2641.0
A4	6º golpe	1255.0	1745.0	3000.0
A5	6º golpe	1498.0	776.0	2274.0
B1	4º golpe	1179.0	1589.0	2768.0
B2	5º golpe	1234.0	1536.0	2770.0
B3	5º golpe	620.0	2710.0	3330.0
B4	5º golpe	776.0	2055.0	2831.0
B5	6º golpe	1731.0	1651.0	3381.0
B6	4º golpe	231.0	1851.0	2082.0
C1	4º golpe	164.0	3186.0	3350.0
C2	4º golpe	839.0	2277.0	3116.0
C3	6º golpe	750.0	1130.0	1880.0
C4	5º golpe	310.0	1810.0	2120.0
C5	5º golpe	187.0	2071.0	2258.0
D1	6º golpe	460.0	1291.0	1751.0
D2	4º golpe	520.0	1070.0	1590.0
E1	6º golpe	80.0	1781.0	1861.0
E2	6º golpe	904.0	1667.0	2571.0
F1	4º golpe	1070.0	1590.0	2660.0
G1	5º golpe	120.0	1820.0	1940.0
H1	5º golpe	1383.0	1514.0	2897.0
I1	5º golpe	913.0	1122.0	2035.0
J1	5º golpe	40.0	680.0	720.0

Tabela 4. Valores de tensão resistente lateral, ponta e total de todas as estacas.

Estacas	Diamêtro (m)	Área cheia (m ²)	Res. Lateral (kPa)	Res. Ponta (kPa)	Res. Total (kPa)
A1	0.50	0.20	4278.1	8693.7	12966.7
A2	0.50	0.20	305.6	12824.1	13129.6
A3	0.50	0.20	4889.2	8561.3	13450.5
A4	0.50	0.20	6391.7	8887.2	15278.9
A5	0.50	0.20	7629.3	3952.1	11581.4
B1	0.50	0.20	6004.6	8092.7	14097.3
B2	0.50	0.20	6284.7	7822.8	14107.5
B3	0.50	0.20	3157.6	13801.9	16959.6
B4	0.50	0.20	3952.1	10466.0	14418.2
B5	0.50	0.20	8815.9	8408.5	17219.3
B6	0.42	0.14	1667.3	13360.4	15027.7
C1	0.50	0.20	835.2	16226.2	17061.4
C2	0.50	0.20	4273.0	11596.7	15869.7
C3	0.42	0.14	5413.4	8156.2	13569.7
C4	0.42	0.14	2237.6	13064.4	15302.0
C5	0.42	0.14	1349.7	14948.3	16298.0
D1	0.42	0.14	3320.2	9318.3	12638.6
D2	0.42	0.14	3753.3	7723.2	11476.5
E1	0.42	0.14	577.4	12855.1	13432.5
E2	0.50	0.20	4604.0	8490.0	13094.0
F1	0.42	0.14	7723.2	11476.5	19199.6
G1	0.42	0.14	866.1	13136.6	14002.7
H1	0.42	0.14	9982.4	10927.9	20910.3
I1	0.50	0.20	4649.9	5714.3	10364.2
J1	0.26	0.05	753.4	12807.7	13561.1
Média	0.46	0.17	4148.6	10452.5	14600.7
Desvio	0.06	0.04	2713.4	2993.9	2402.8
CV (%)	12.5	22.2	65.4	28.6	16.5

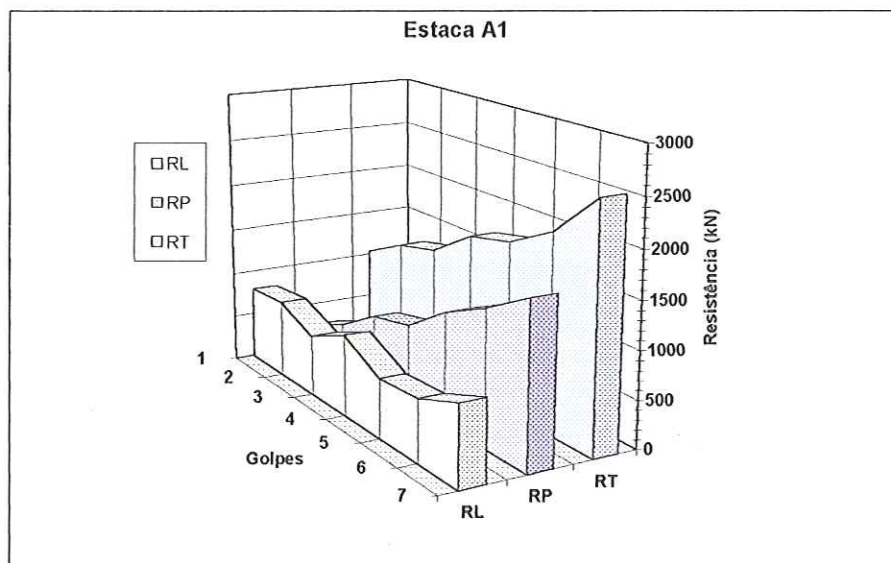


Figura 4. Mobilização da resistência estática total, lateral e de ponta da estaca A1.

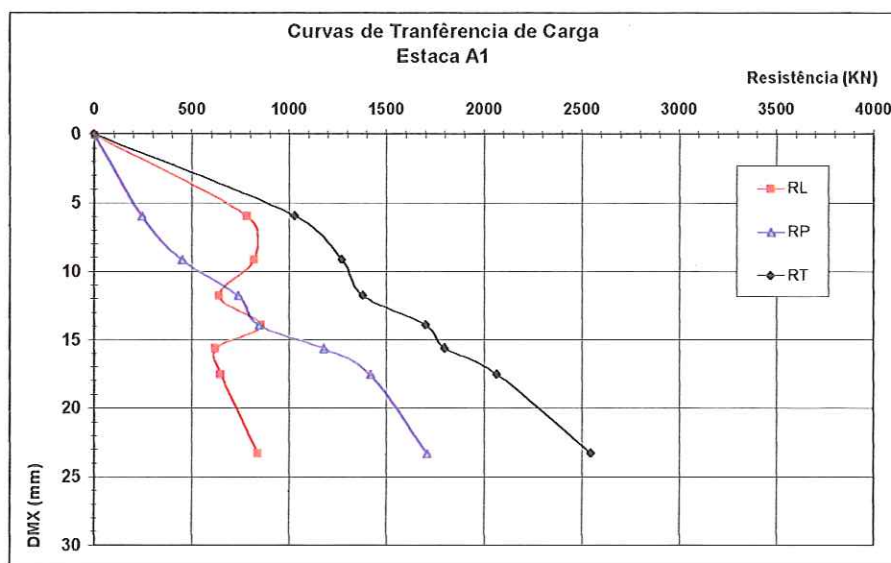


Figura 5. Curvas de transferência de carga da estaca A1.

Tabela 5. Deslocamentos x resistências - Estaca A1.

RL (kN)	RP (kN)	RT (kN)	DMX (mm)
0.0	0.0	0.0	0.00
785.0	245.0	1030.0	5.94
820.0	450.0	1270.0	9.11
639.0	739.0	1378.0	11.77
855.0	845.0	1700.0	13.91
620.0	1180.0	1800.0	15.62
649.0	1418.0	2068.0	17.52
840.0	1707.0	2546.0	23.25

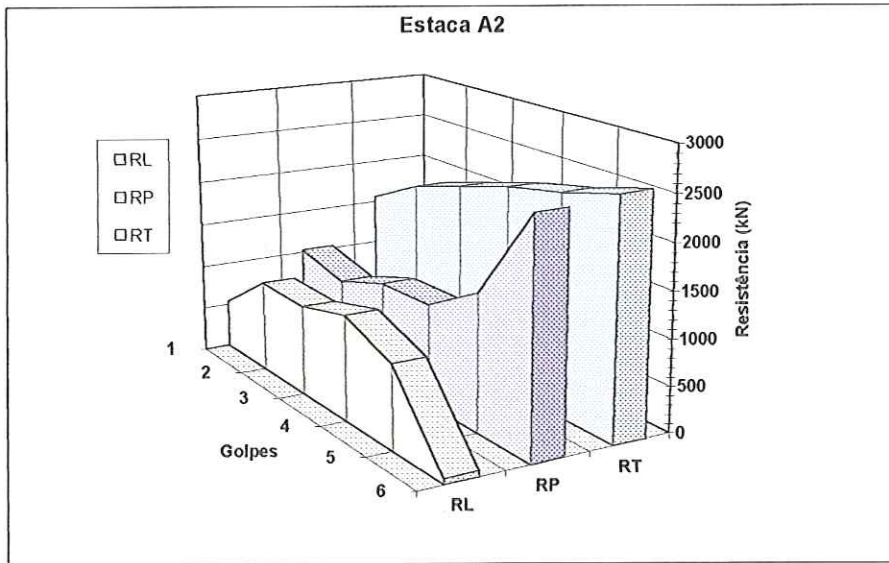


Figura 6. Mobilização da resistência estática total, lateral e de ponta da estaca A2.

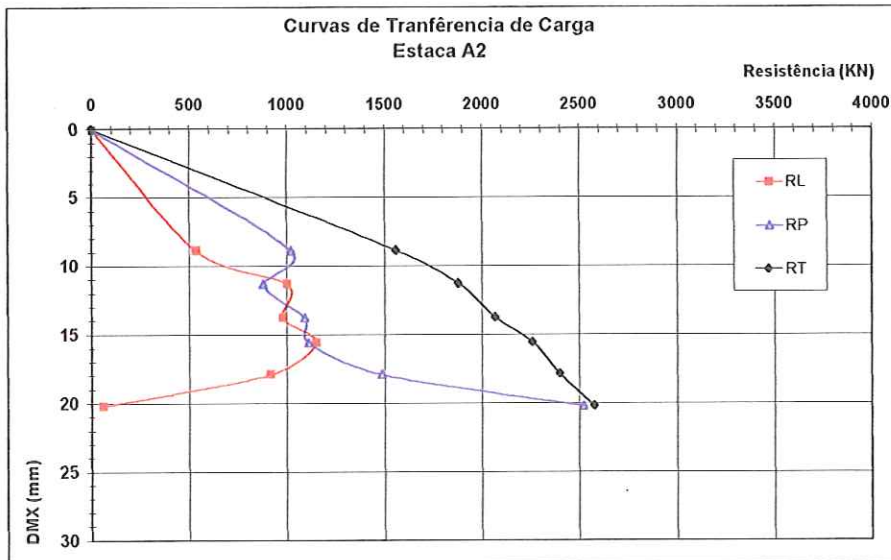


Figura 7. Curvas de transferência de carga da estaca A2.

Tabela 6. Deslocamentos x resistências - Estaca A2.

RL (kN)	RP (kN)	RT (kN)	DMX (mm)
0.0	0.0	0.0	0.00
537.0	1023.0	1560.0	8.84
1001.0	879.0	1880.0	11.28
980.0	1090.0	2070.0	13.75
1150.0	1110.0	2260.0	15.55
917.0	1483.0	2400.0	17.86
60.0	2518.0	2578.0	20.21

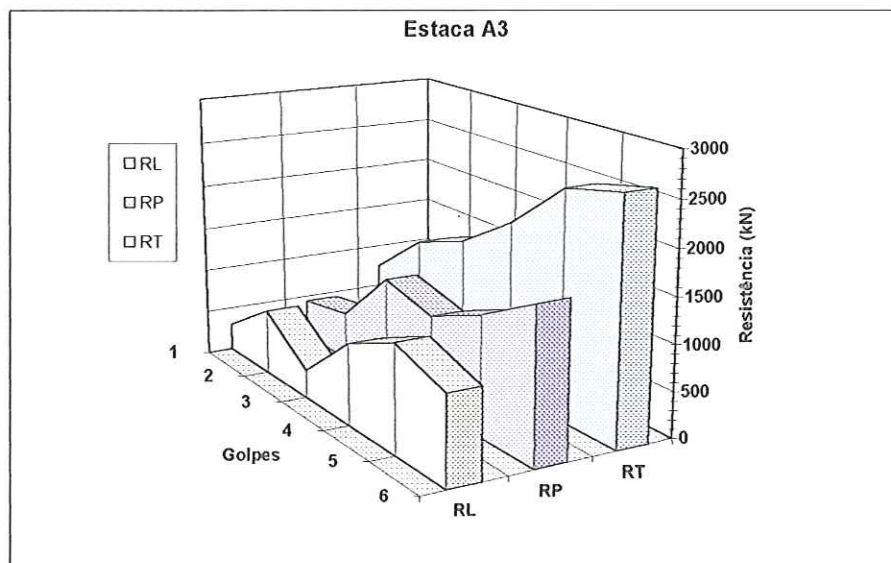


Figura 8. Mobilização da resistência estática total, lateral e de ponta da estaca A3.

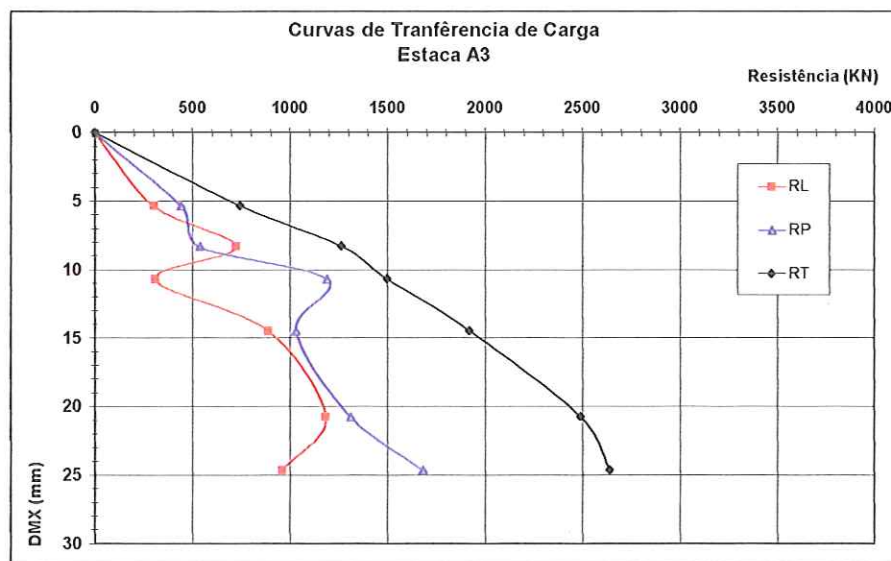


Figura 9. Curvas de transferência de carga da estaca A3.

Tabela 7. Deslocamentos x resistências - Estaca A3.

RL (kN)	RP (kN)	RT (kN)	DMX (mm)
0.0	0.0	0.0	0.00
303.0	442.0	745.0	5.35
725.0	538.0	1263.0	8.30
310.0	1189.0	1499.0	10.68
890.0	1030.0	1920.0	14.46
1181.0	1311.0	2491.0	20.74
960.0	1681.0	2641.0	24.62

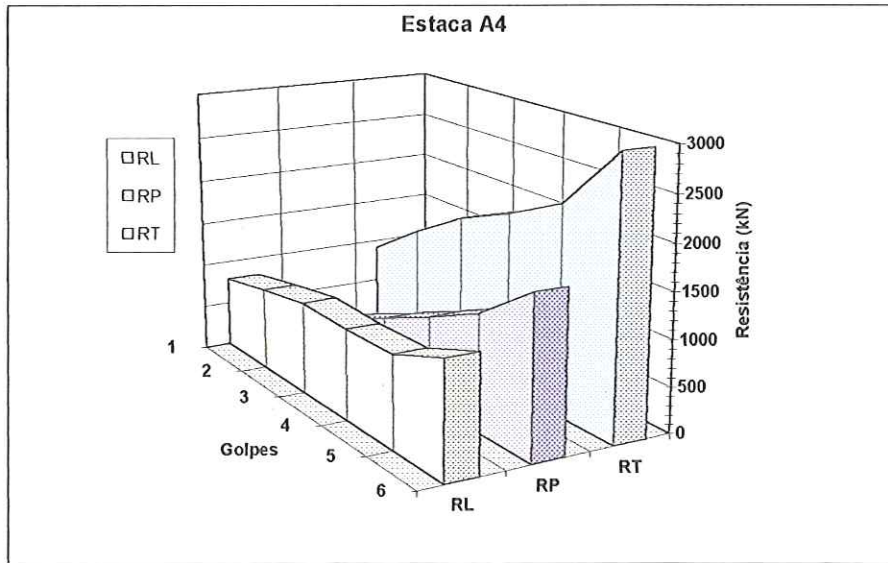


Figura 10. Mobilização da resistência estática total, lateral e de ponta da estaca A4.

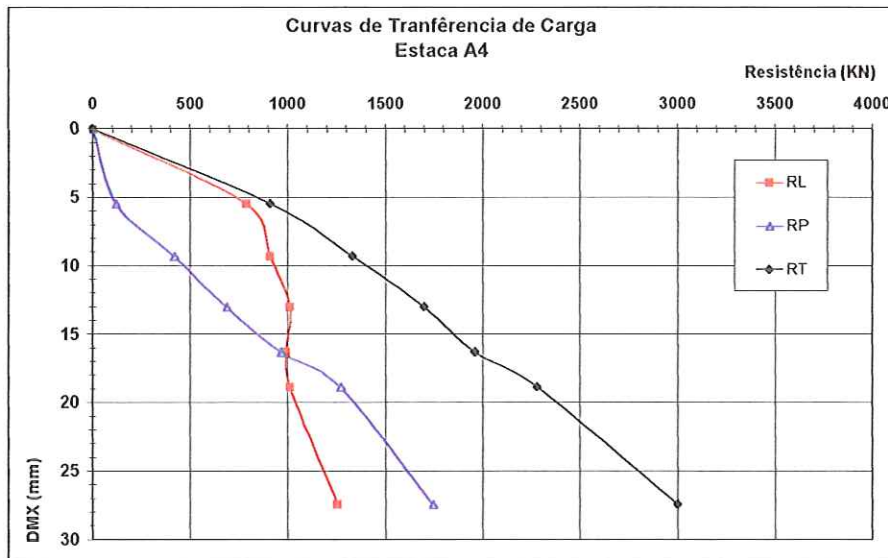


Figura 11. Curvas de transferência de carga da estaca A4.

Tabela 8. Deslocamentos x resistências - Estaca A4.

RL (kN)	RP (kN)	RT (kN)	DMX (mm)
0.0	0.0	0.0	0.00
791.0	120.0	911.0	5.47
911.0	420.0	1331.0	9.30
1011.0	689.0	1700.0	13.04
992.0	968.0	1960.0	16.31
1011.0	1271.0	2282.0	18.87
1255.0	1745.0	3000.0	27.44

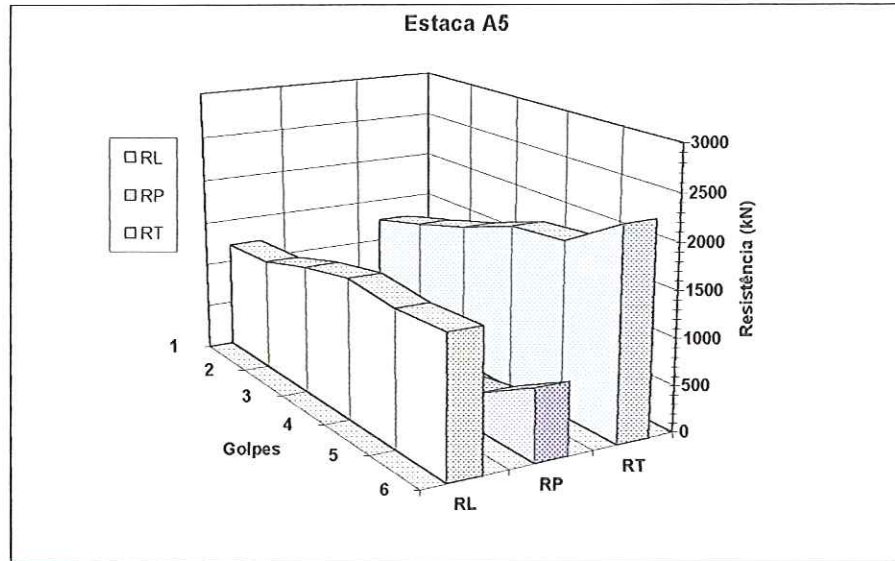


Figura 12. Mobilização da resistência estática total, lateral e de ponta da estaca A5.

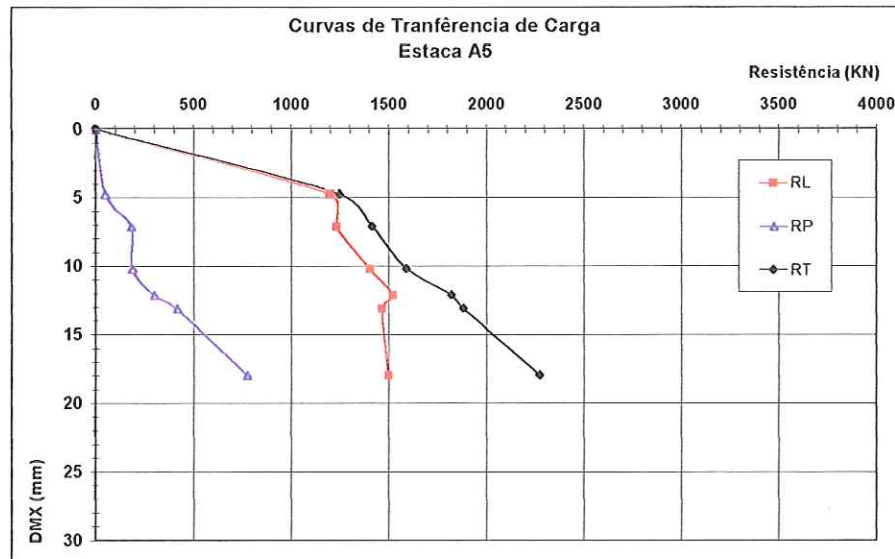


Figura 13. Curvas de transferência de carga da estaca A5.

Tabela 9. Deslocamentos x resistências - Estaca A5.

RL (kN)	RP (kN)	RT (kN)	DMX (mm)
0.0	0.0	0.0	0.00
1198.0	50.0	1248.0	4.72
1231.0	183.0	1414.0	7.07
1404.0	188.0	1592.0	10.15
1522.0	300.0	1822.0	12.12
1466.0	417.0	1884.0	13.08
1498.0	776.0	2274.0	17.94

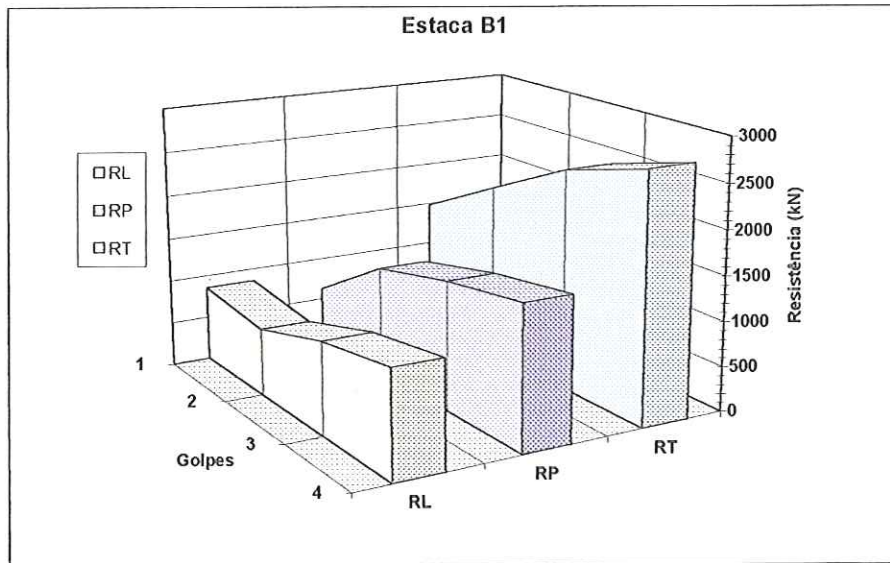


Figura 14. Mobilização da resistência estática total, lateral e de ponta da estaca B1.

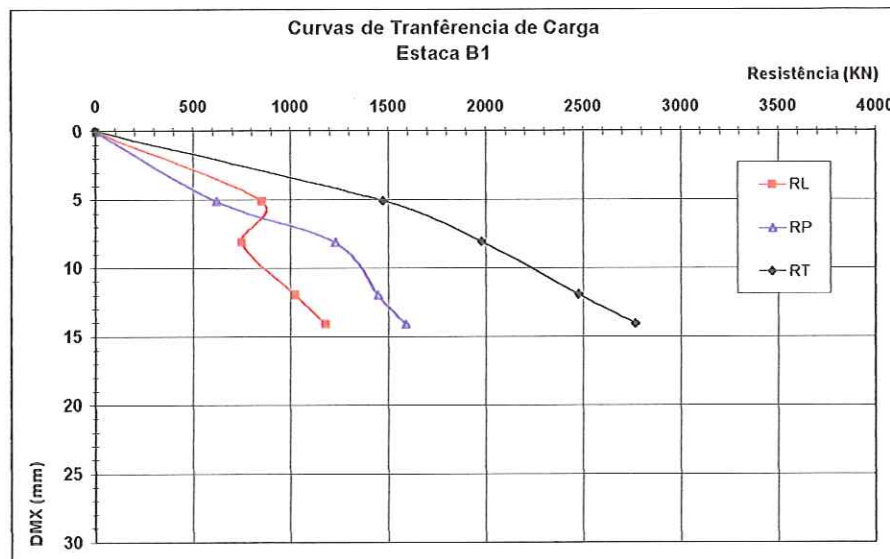


Figura 15. Curvas de transferência de carga da estaca B1.

Tabela 10. Deslocamentos x resistências - Estaca B1.

RL (kN)	RP (kN)	RT (kN)	DMX (mm)
0.0	0.0	0.0	0.00
855.0	621.0	1476.0	5.07
750.0	1230.0	1980.0	8.08
1026.0	1449.0	2475.0	11.93
1179.0	1589.0	2768.0	14.05

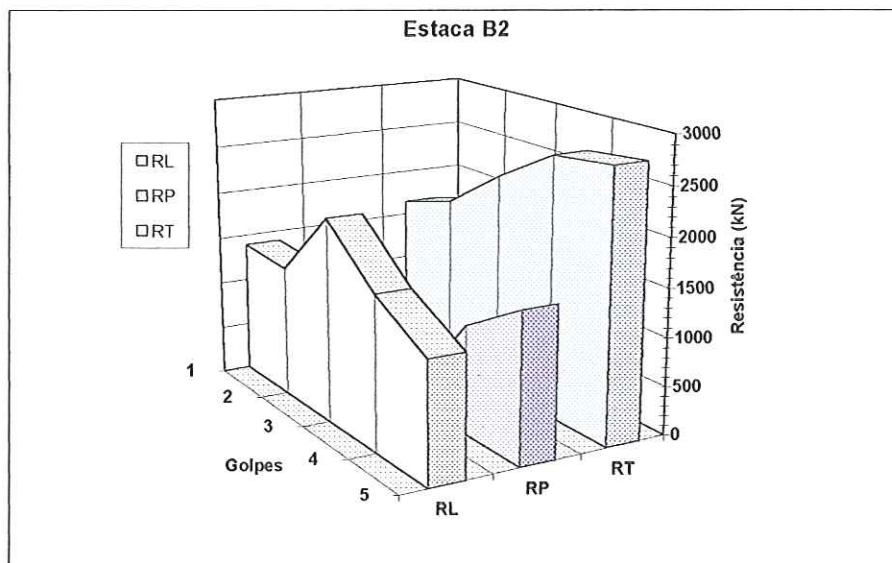


Figura 16. Mobilização da resistência estática total, lateral e de ponta da Estaca B2.

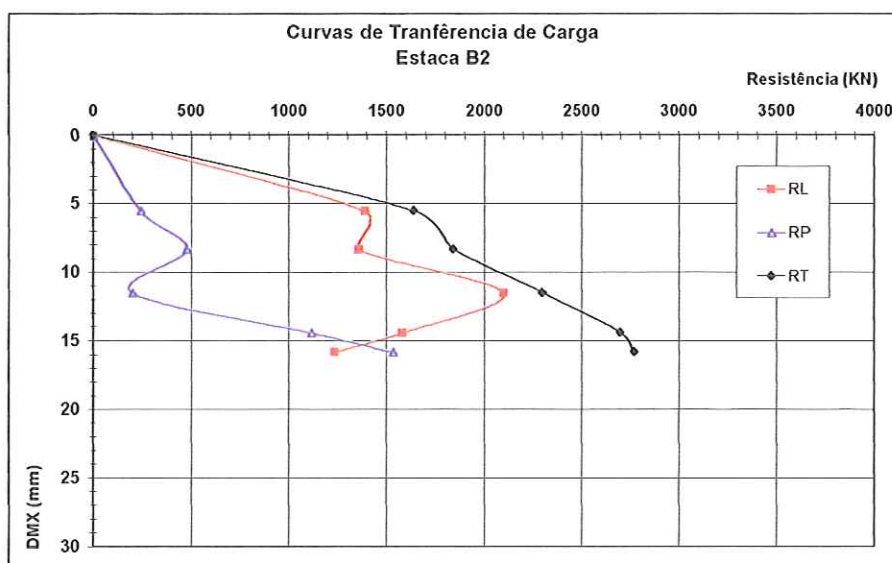


Figura 17. Curvas de transferência de carga da estaca B2.

Tabela 11. Deslocamentos x resistências - Estaca B2.

RL (kN)	RP (kN)	RT (kN)	DMX (mm)
0.0	0.0	0.0	0.00
1394.0	246.0	1640.0	5.51
1362.0	480.0	1842.0	8.29
2098.0	202.0	2300.0	11.48
1582.0	1118.0	2700.0	14.38
1234.0	1536.0	2770.0	15.82

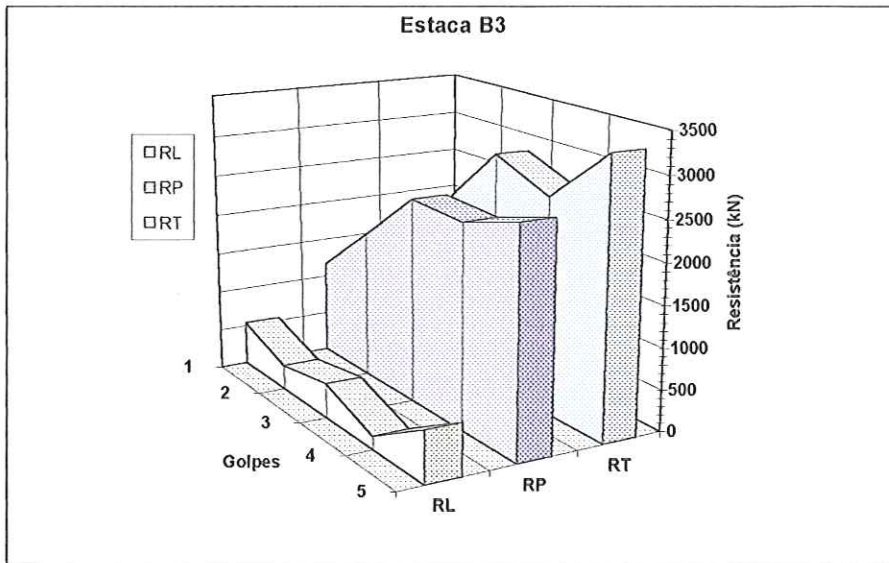


Figura 18. Mobilização da resistência estática total, lateral e de ponta da Estaca B3.

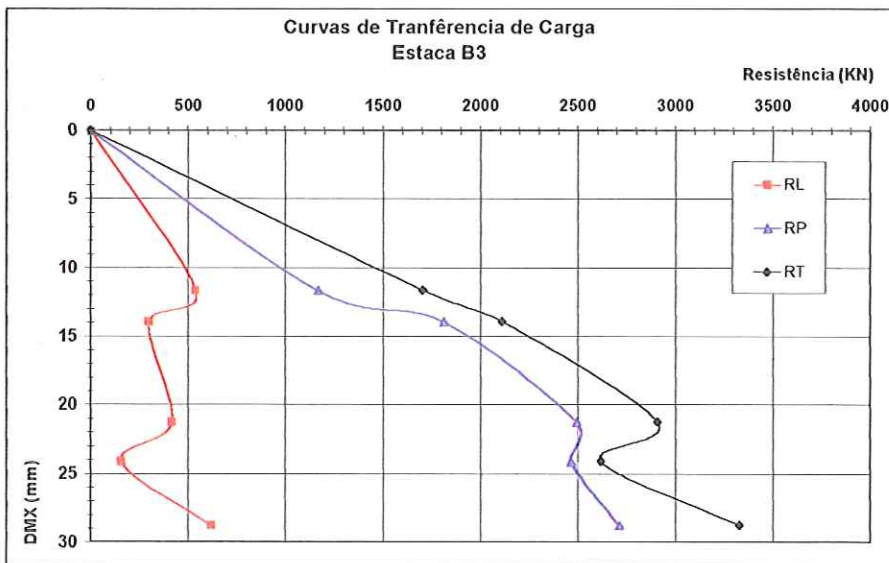


Figura 19. Curvas de transferência de carga da estaca B3.

Tabela 12. Deslocamentos x resistências - Estaca B3.

RL (kN)	RP (kN)	RT (kN)	DMX (mm)
0.0	0.0	0.0	0.00
538.0	1167.0	1705.0	11.65
299.0	1811.0	2110.0	13.93
417.0	2493.0	2910.0	21.25
156.0	2464.0	2620.0	24.11
620.0	2710.0	3330.0	28.78

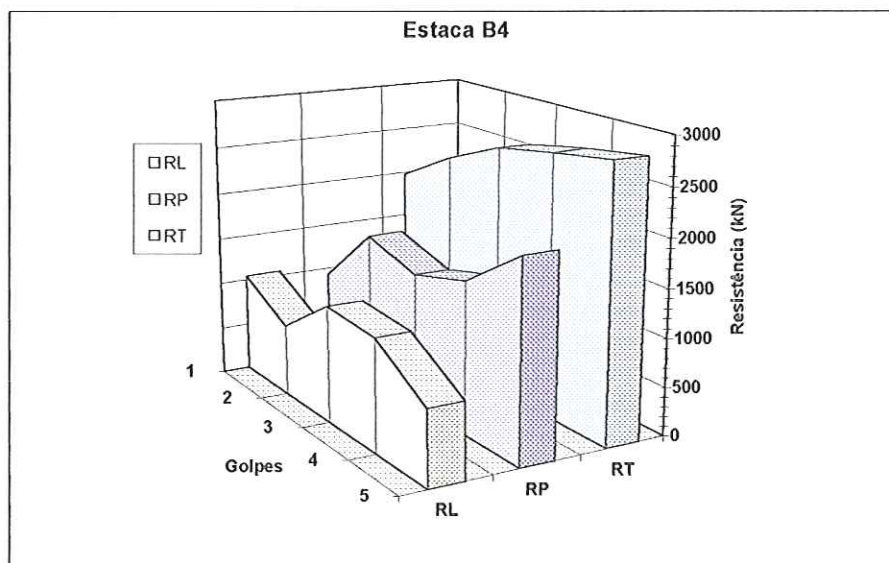


Figura 20. Mobilização da resistência estática total, lateral e de ponta da Estaca B4.

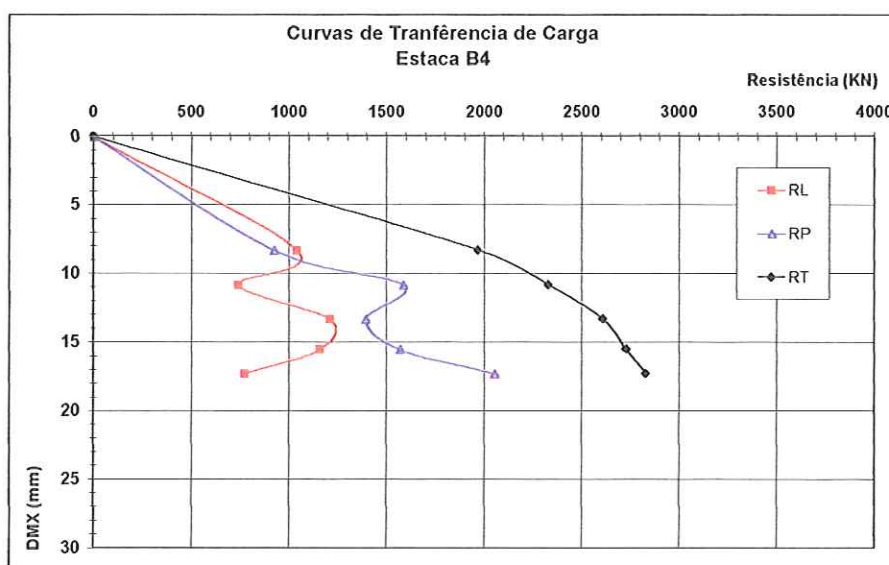


Figura 21. Curvas de transferência de carga da estaca B4.

Tabela 13. Deslocamentos x resistências - Estaca B4.

RL (kN)	RP (kN)	RT (kN)	DMX (mm)
0.0	0.0	0.0	0.00
1044.0	926.0	1970.0	8.31
743.0	1587.0	2330.0	10.82
1214.0	1395.0	2609.0	13.32
1160.0	1570.0	2730.0	15.52
776.0	2055.0	2831.0	17.28

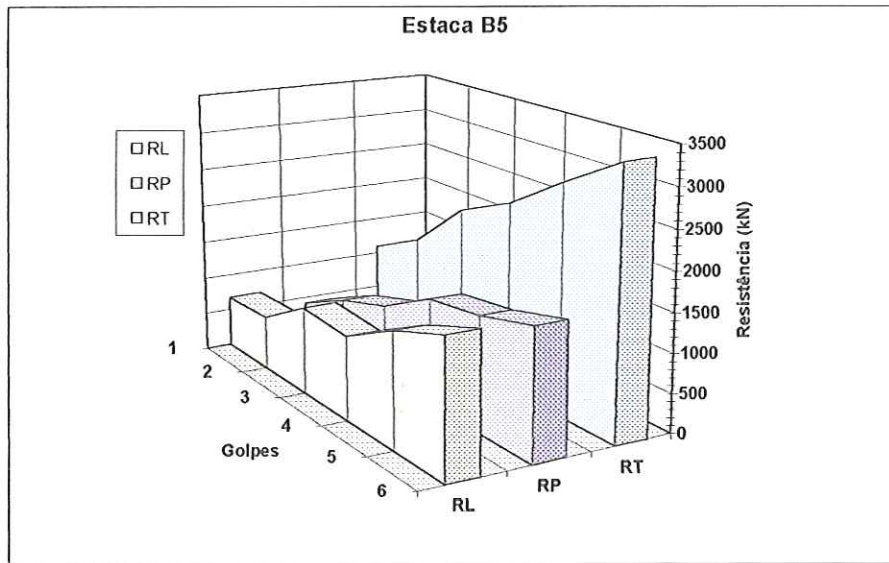


Figura 22. Mobilização da resistência estática total, lateral e de ponta da Estaca B5.

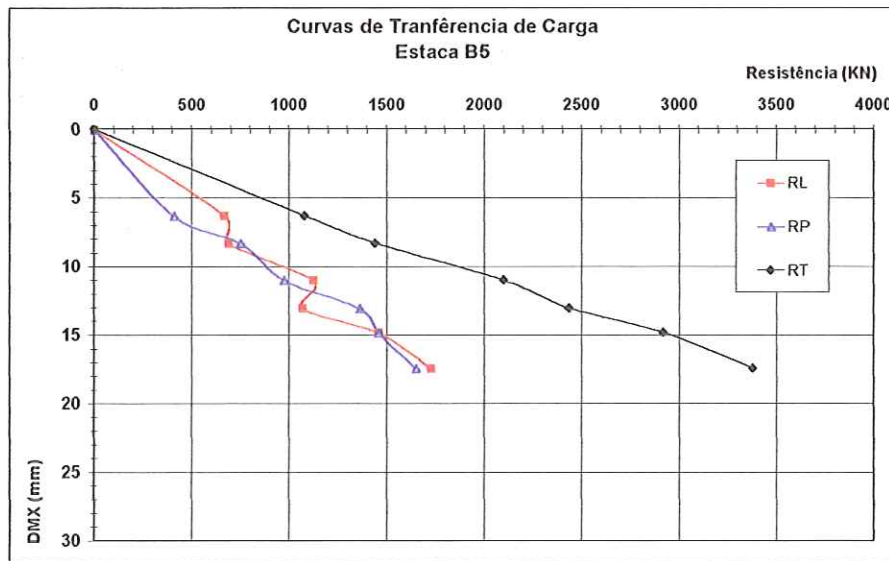


Figura 23. Curvas de transferência de carga da estaca B5.

Tabela 14. Deslocamentos x resistências - Estaca B5.

RL (kN)	RP (kN)	RT (kN)	DMX (mm)
0.0	0.0	0.0	0.00
670.0	410.0	1080.0	6.29
691.0	752.0	1443.0	8.30
1124.0	976.0	2100.0	11.00
1070.0	1365.0	2435.0	13.03
1460.0	1460.0	2920.0	14.83
1731.0	1651.0	3381.0	17.43

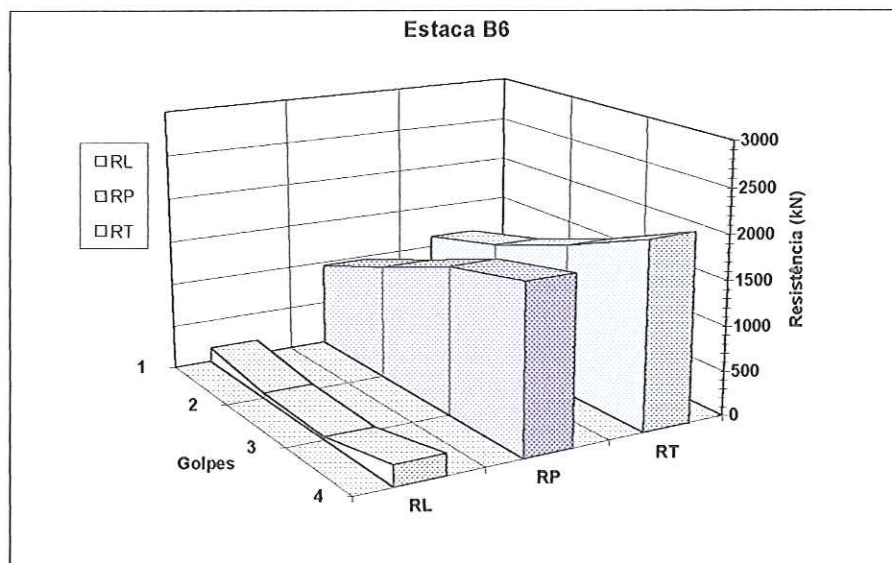


Figura 24. Mobilização da resistência estática total, lateral e de ponta da Estaca B6.

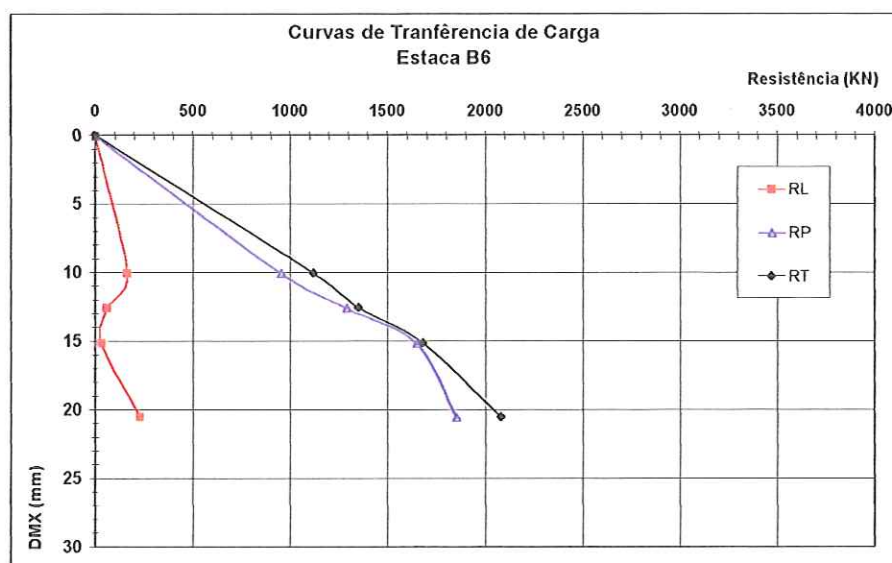


Figura 25. Curvas de transferência de carga da estaca B6.

Tabela 15. Deslocamentos x resistências - Estaca B6.

RL (kN)	RP (kN)	RT (kN)	DMX (mm)
0.0	0.0	0.0	0.00
165.0	955.0	1120.0	10.05
61.0	1289.0	1350.0	12.58
32.0	1648.0	1680.0	15.15
231.0	1851.0	2082.0	20.54

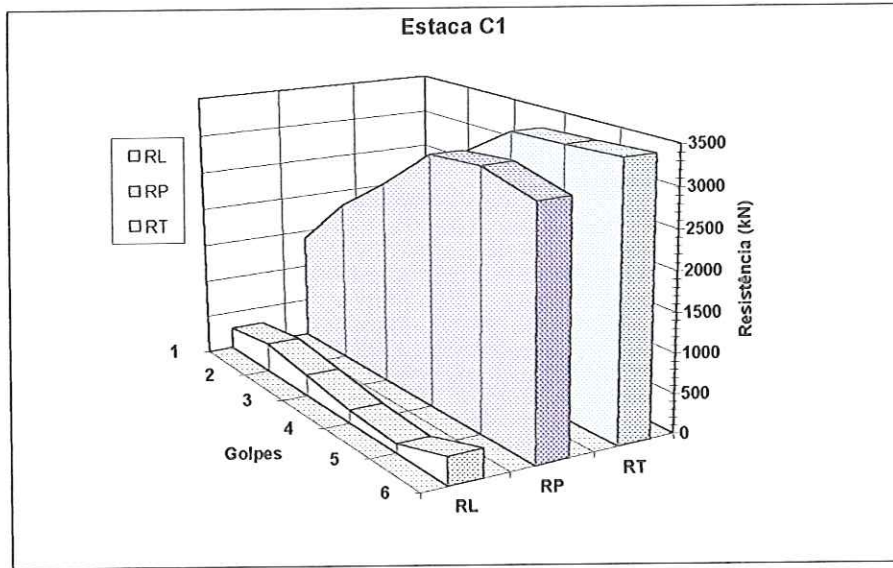


Figura 26. Mobilização da resistência estática total, lateral e de ponta da estaca C1.

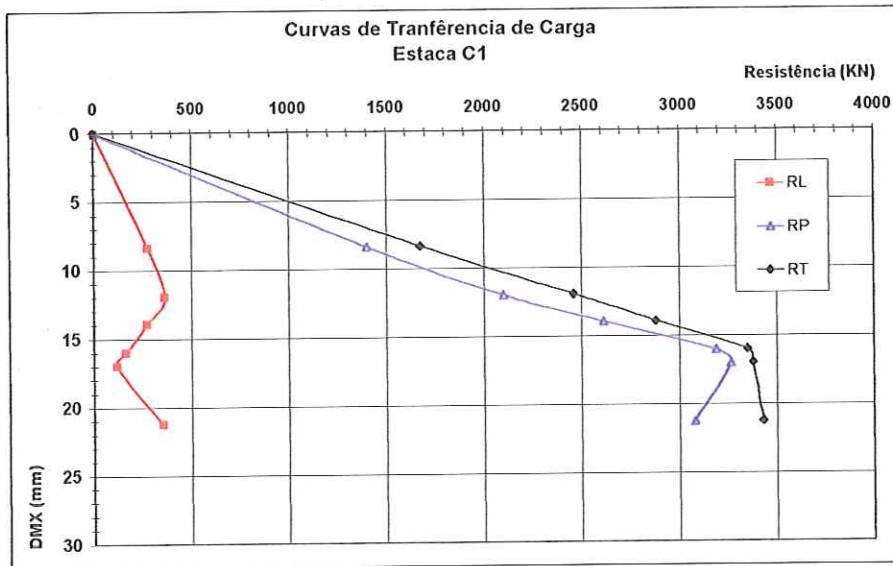


Figura 27. Curvas de transferência de carga da estaca C1.

Tabela 16. Deslocamentos x resistências - Estaca C1.

RL (kN)	RP (kN)	RT (kN)	DMX (mm)
0.0	0.0	0.0	0.00
275.0	1400.0	1675.0	8.34
363.0	2097.0	2460.0	11.93
272.0	2609.0	2881.0	13.91
164.0	3186.0	3350.0	15.99
117.0	3263.0	3380.0	16.95
353.0	3077.0	3430.0	21.24

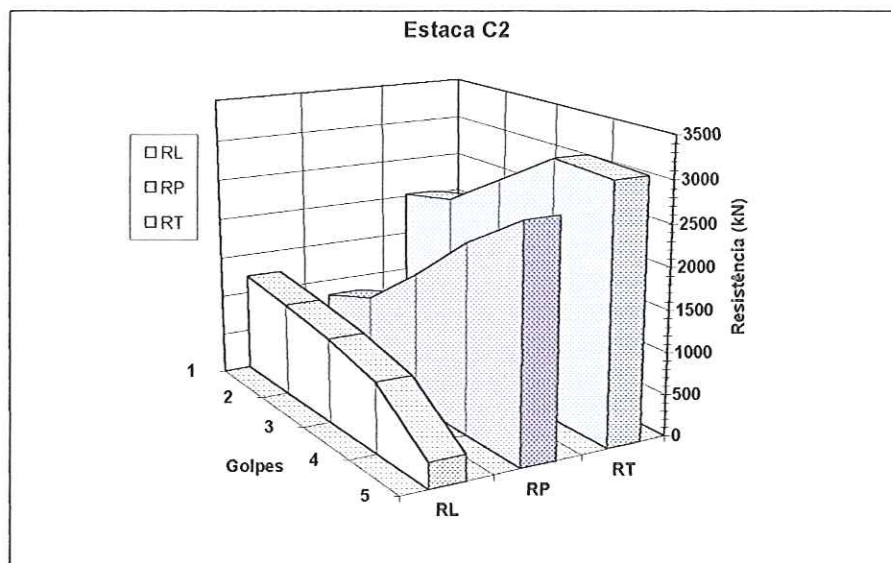


Figura 28. Mobilização da resistência estática total, lateral e de ponta da estaca C2.

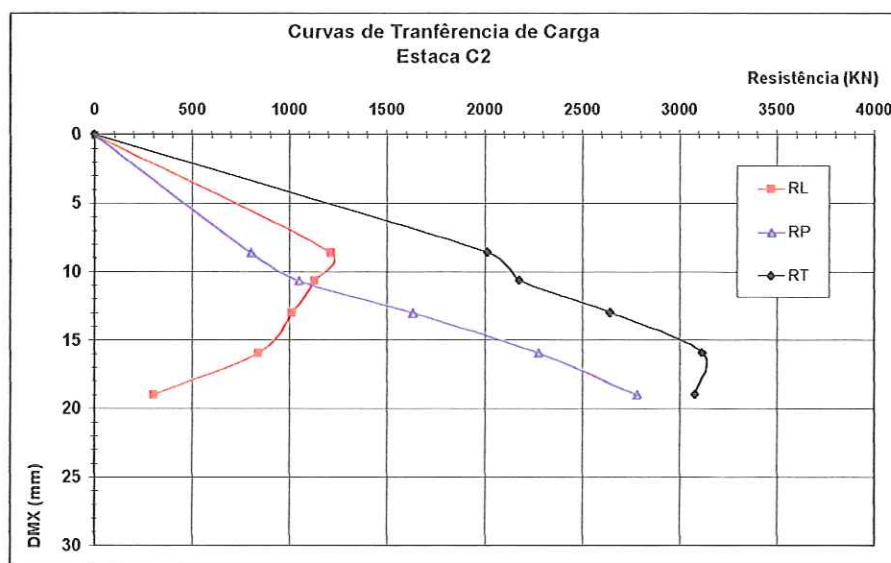


Figura 29. Curvas de transferência de carga da estaca C2.

Tabela 17. Deslocamentos x resistências - Estaca C2.

RL (kN)	RP (kN)	RT (kN)	DMX (mm)
0.0	0.0	0.0	0.00
1213.0	802.0	2015.0	8.58
1130.0	1050.0	2180.0	10.62
1013.0	1631.0	2644.0	12.98
839.0	2277.0	3116.0	15.90
303.0	2777.0	3080.0	18.96

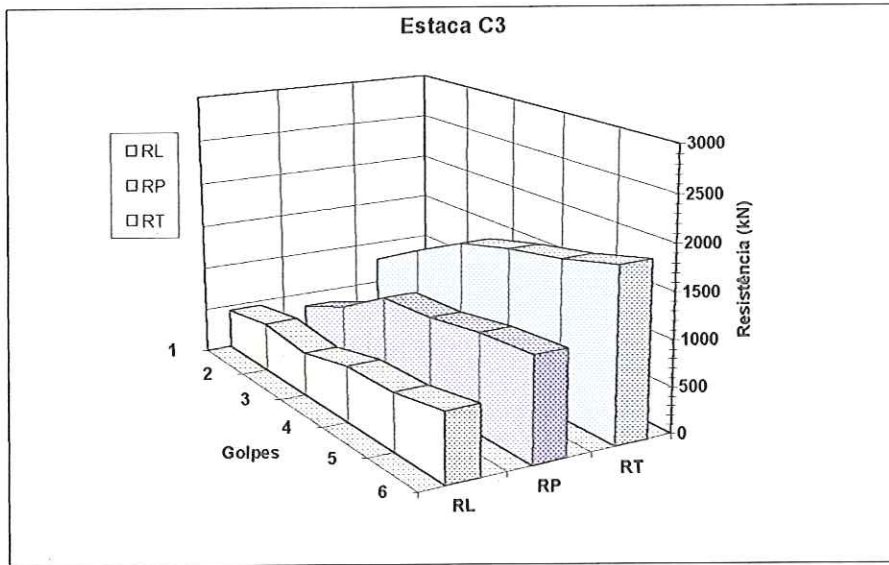


Figura 30. Mobilização da resistência estática total, lateral e de ponta da estaca C3.

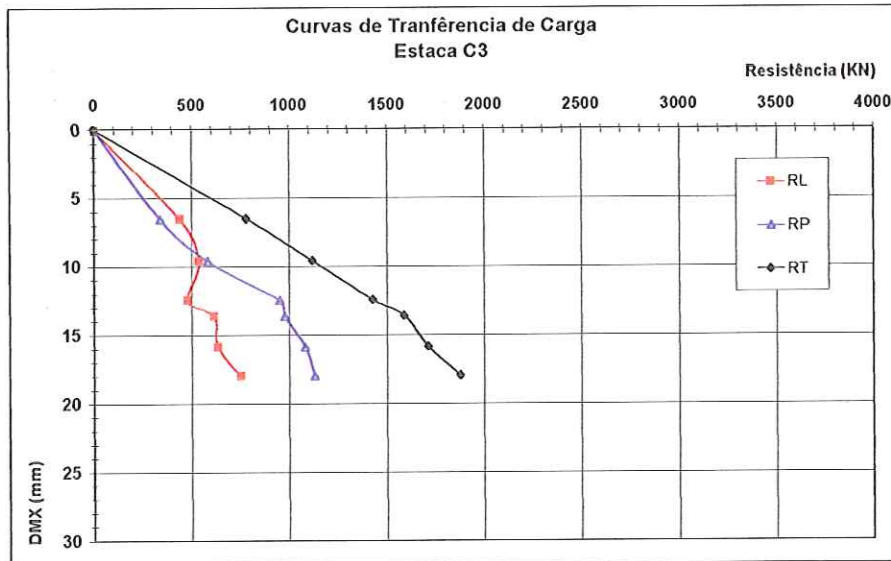


Figura 31. Curvas de transferência de carga da estaca C3.

Tabela 18. Deslocamentos x resistências - Estaca C3.

RL (kN)	RP (kN)	RT (kN)	DMX (mm)
0.0	0.0	0.0	0.00
441.0	340.0	781.0	6.50
537.0	582.0	1119.0	9.57
479.0	949.0	1428.0	12.44
614.0	976.0	1590.0	13.58
633.0	1080.0	1713.0	15.84
750.0	1130.0	1880.0	17.95

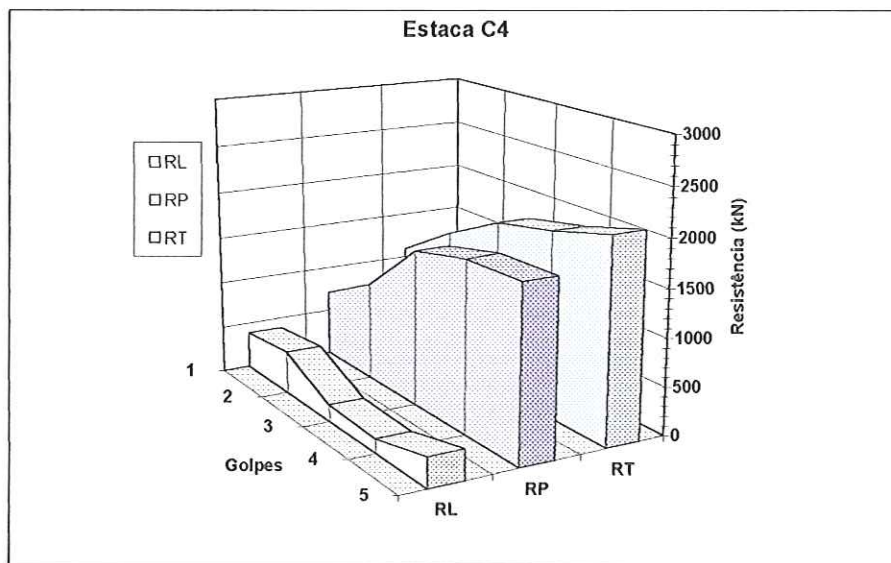


Figura 32. Mobilização da resistência estática total, lateral e de ponta da estaca C4.

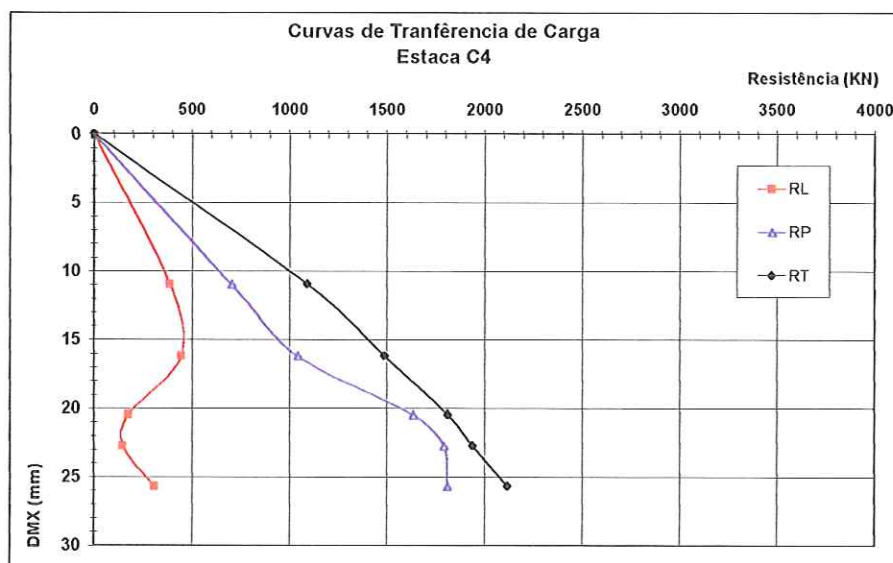


Figura 33. Curvas de transferência de carga da estaca C4.

Tabela 19. Deslocamentos x resistências - Estaca C4.

RL (kN)	RP (kN)	RT (kN)	DMX (mm)
0.0	0.0	0.0	0.00
387.0	704.0	1091.0	10.92
446.0	1042.0	1488.0	16.16
175.0	1638.0	1812.0	20.46
148.0	1792.0	1940.0	22.74
310.0	1810.0	2120.0	25.69

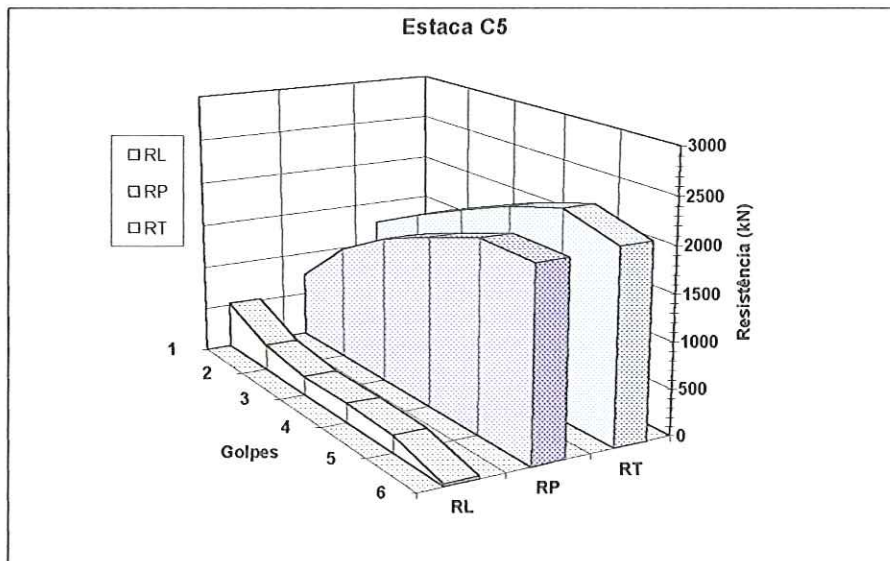


Figura 34. Mobilização da resistência estática total, lateral e de ponta da estaca C5.

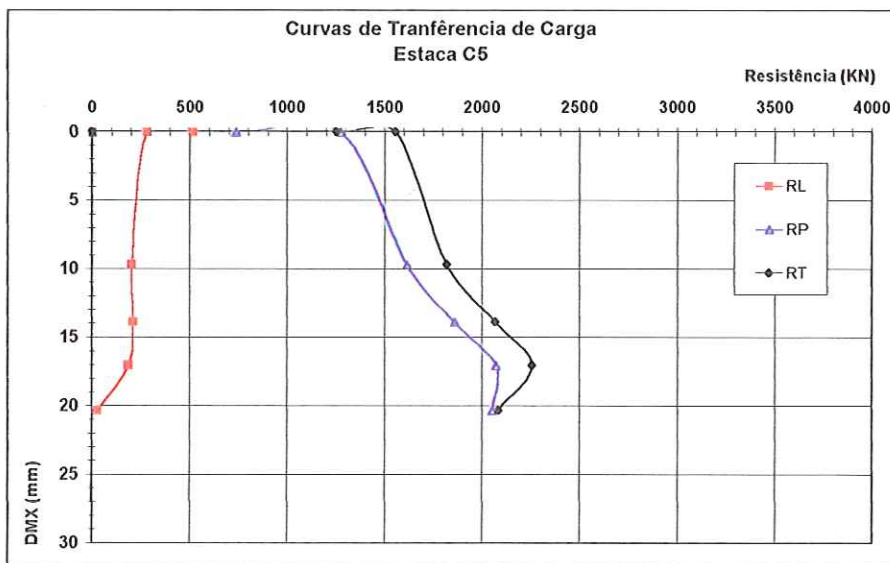


Figura 35. Curvas de transferência de carga da estaca C5.

Tabela 20. Deslocamentos x resistências - Estaca C5.

RL (kN)	RP (kN)	RT (kN)	DMX (mm)
0.0	0.0	0.0	0.00
517.0	737.0	1255.0	0.00
281.0	1275.0	1556.0	0.00
205.0	1615.0	1820.0	9.65
210.0	1860.0	2070.0	13.87
187.0	2071.0	2258.0	17.03
31.0	2053.0	2085.0	20.34

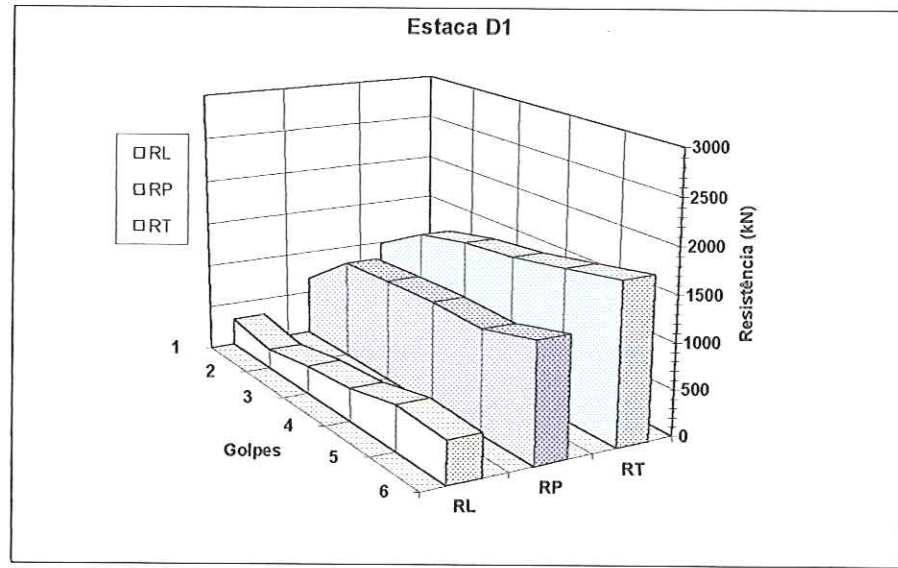


Figura 36. Mobilização da resistência estática total, lateral e de ponta da estaca D1.

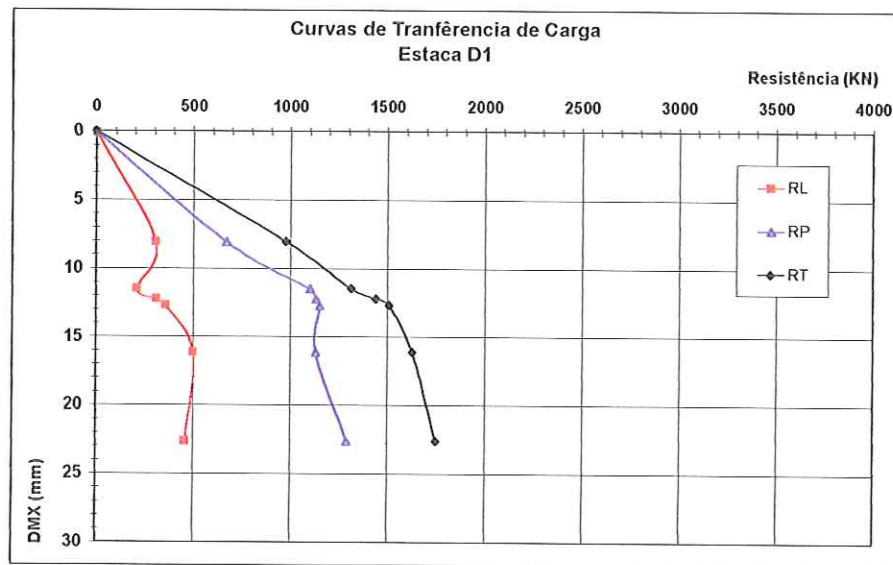


Figura 37. Curvas de transferência de carga da estaca D1.

Tabela 21. Deslocamentos x resistências - Estaca D1.

RL (kN)	RP (kN)	RT (kN)	DMX (mm)
0.0	0.0	0.0	0.00
307.0	672.0	979.0	8.05
211.0	1101.0	1312.0	11.48
310.0	1130.0	1440.0	12.22
360.0	1150.0	1510.0	12.71
500.0	1129.0	1628.0	16.12
460.0	1291.0	1751.0	22.63

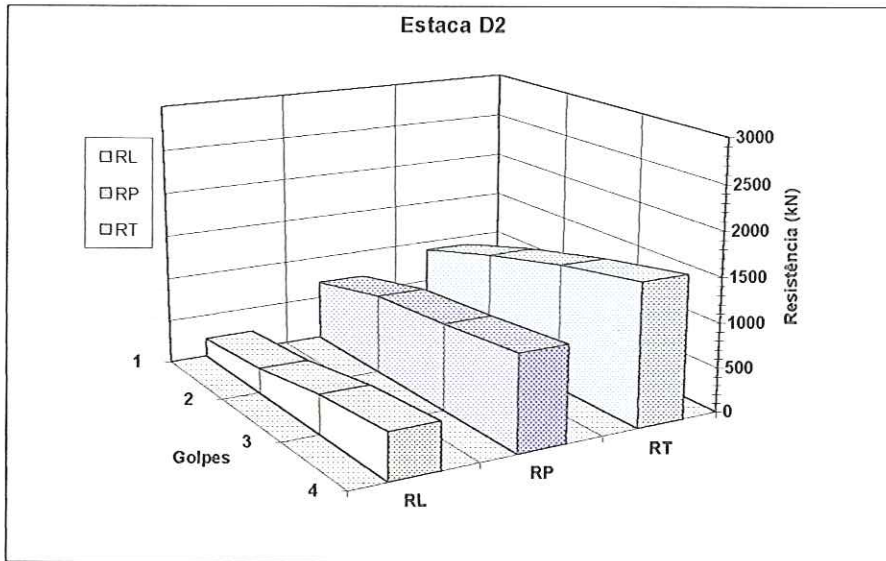


Figura 38. Mobilização da resistência estática total, lateral e de ponta da estaca D2.

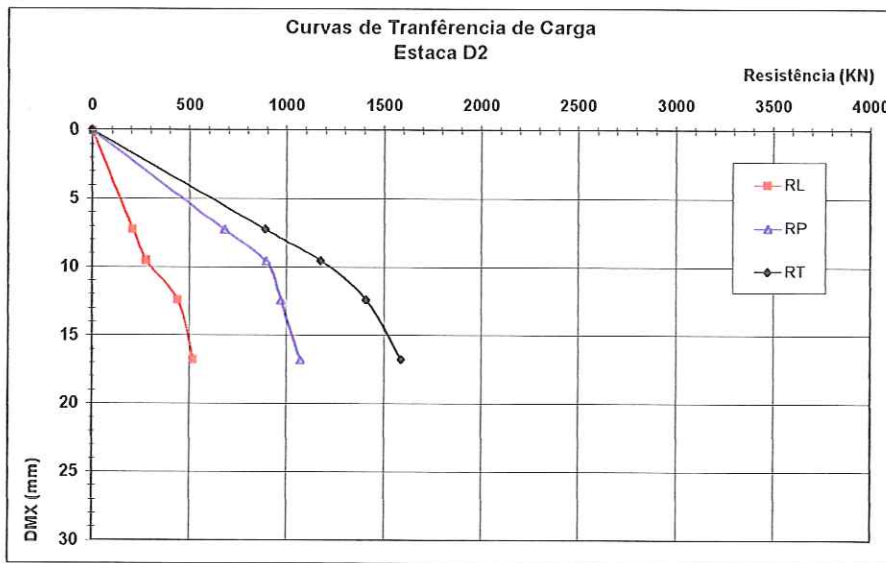


Figura 39. Curvas de transferência de carga da estaca D2.

Tabela 22. Deslocamentos x resistências - Estaca D2.

RL (kN)	RP (kN)	RT (kN)	DMX (mm)
0.0	0.0	0.0	0.00
209.0	681.0	890.0	7.25
280.0	895.0	1175.0	9.53
440.0	970.0	1410.0	12.39
520.0	1070.0	1590.0	16.78

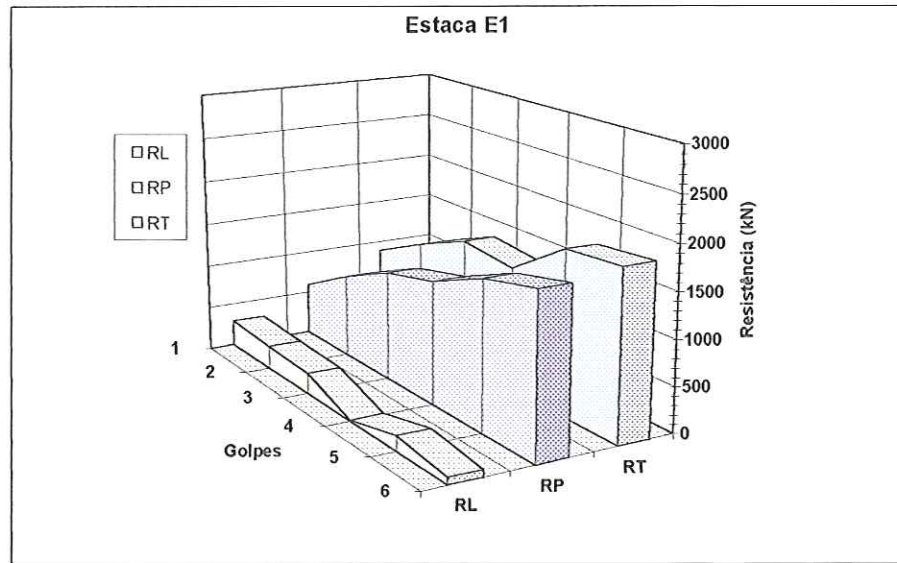


Figura 40. Mobilização da resistência estática total, lateral e de ponta da estaca E1.

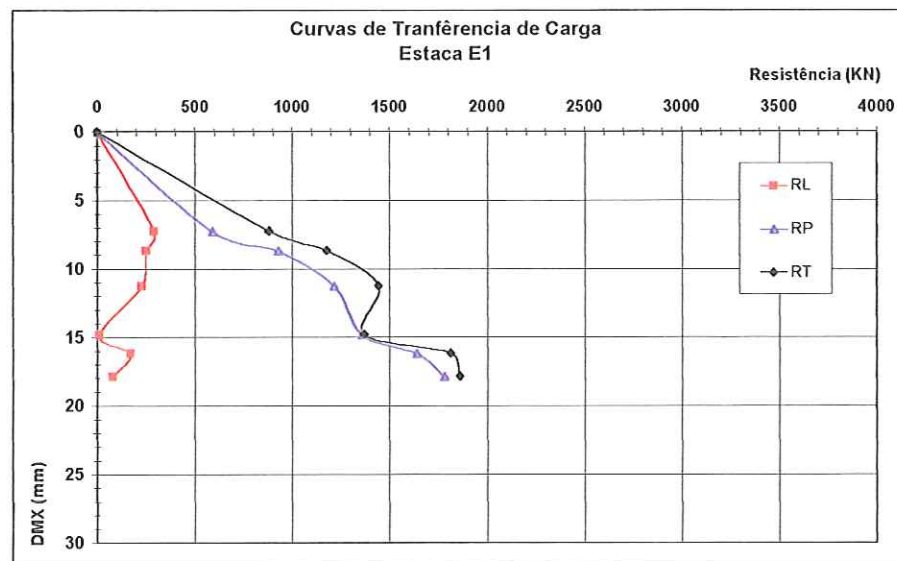


Figura 41. Curvas de transferência de carga da estaca E1.

Tabela 23. Deslocamentos x resistências - Estaca E1.

RL (kN)	RP (kN)	RT (kN)	DMX (mm)
0.0	0.0	0.0	0.00
290.0	590.0	880.0	7.22
250.0	930.0	1180.0	8.67
227.0	1216.0	1443.0	11.24
10.0	1360.0	1370.0	14.80
170.0	1641.0	1811.0	16.15
80.0	1781.0	1861.0	17.85

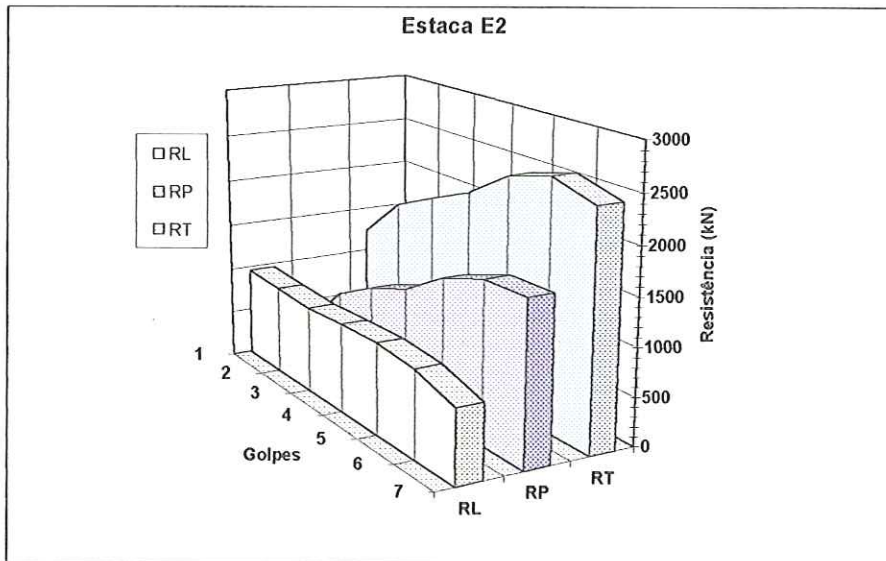


Figura 42. Mobilização da resistência estática total, lateral e de ponta da estaca E2.

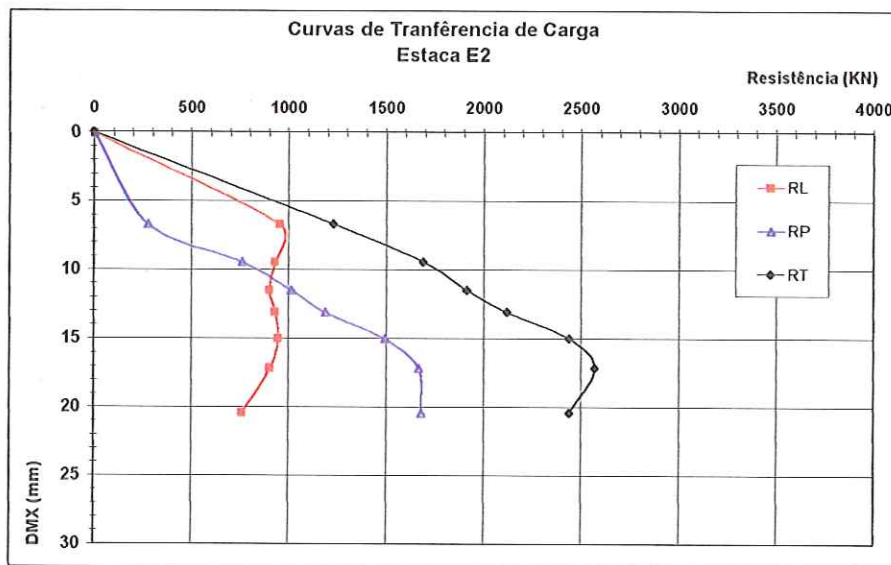


Figura 43. Curvas de transferência de carga da estaca E2.

Tabela 24. Deslocamentos x resistências - Estaca E2.

RL (kN)	RP (kN)	RT (kN)	DMX (mm)
0.0	0.0	0.0	0.00
952.0	278.0	1230.0	6.67
930.0	760.0	1690.0	9.42
901.0	1013.0	1914.0	11.47
931.0	1189.0	2120.0	13.10
946.0	1494.0	2440.0	15.01
904.0	1667.0	2571.0	17.15
760.0	1680.0	2440.0	20.43

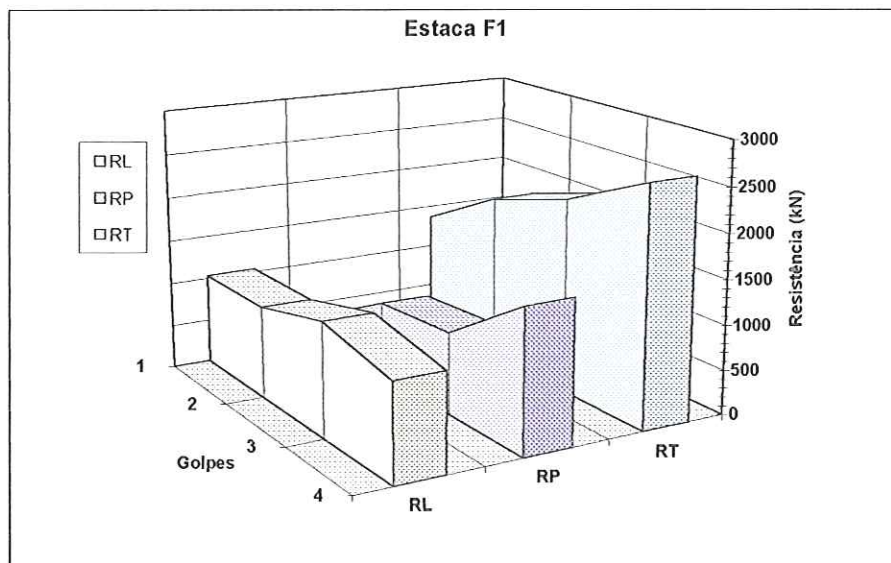


Figura 44. Mobilização da resistência estática total, lateral e de ponta da estaca F1.

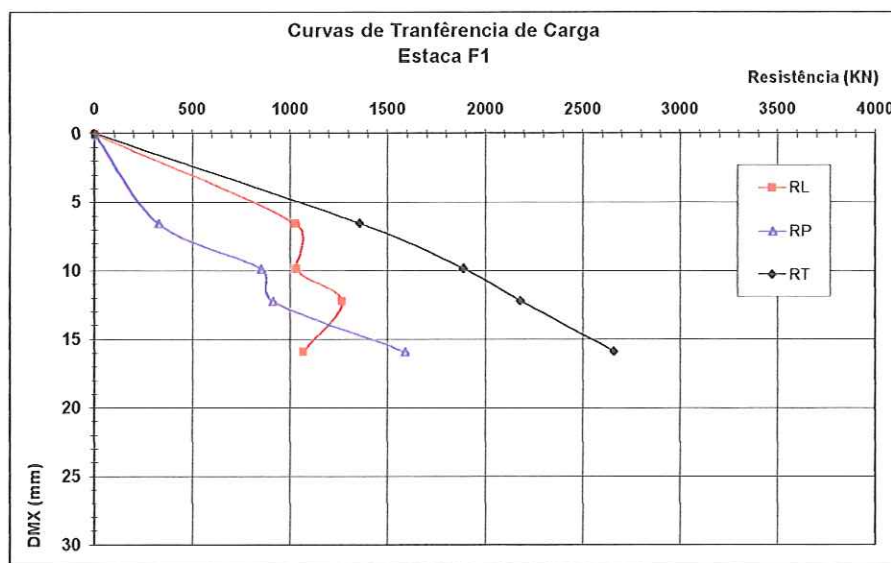


Figura 45. Curvas de transferência de carga da estaca F1.

Tabela 25. Deslocamentos x resistências - Estaca F1.

RL (kN)	RP (kN)	RT (kN)	DMX (mm)
0.0	0.0	0.0	0.00
1029.0	330.0	1359.0	6.52
1035.0	855.0	1890.0	9.84
1268.0	913.0	2183.0	12.17
1070.0	1590.0	2660.0	15.87



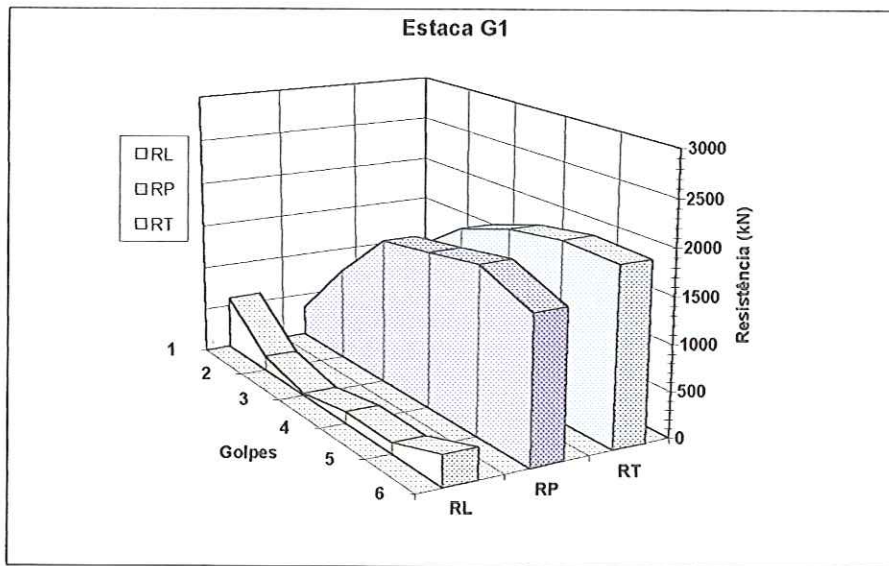


Figura 46. Mobilização da resistência estática total, lateral e de ponta da estaca G1.

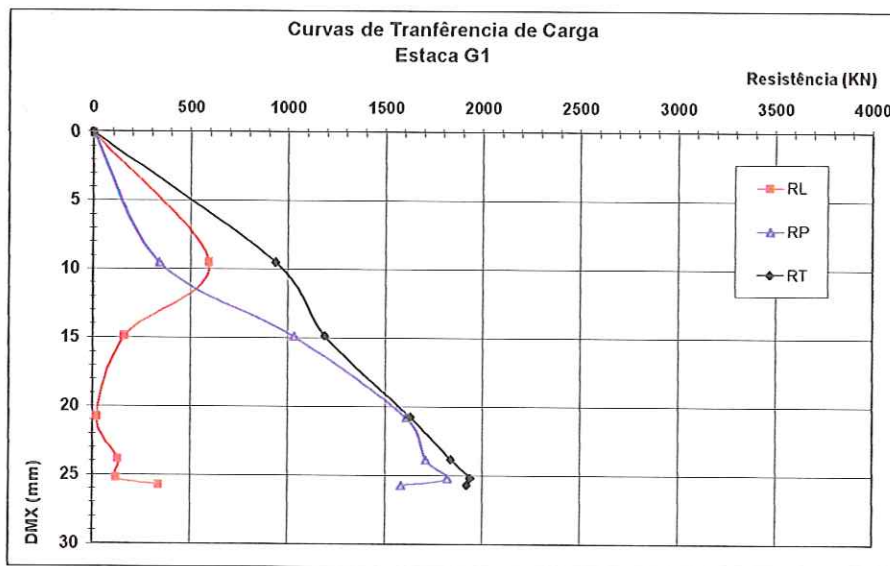


Figura 47. Curvas de transferência de carga da estaca G1.

Tabela 26. Deslocamentos x resistências - Estaca G1.

RL (kN)	RP (kN)	RT (kN)	DMX (mm)
0.0	0.0	0.0	0.00
594.0	340.0	935.0	9.51
162.0	1030.0	1192.0	14.86
21.0	1609.0	1630.0	20.76
130.0	1710.0	1840.0	23.82
120.0	1820.0	1940.0	25.18
340.0	1581.0	1921.0	25.70

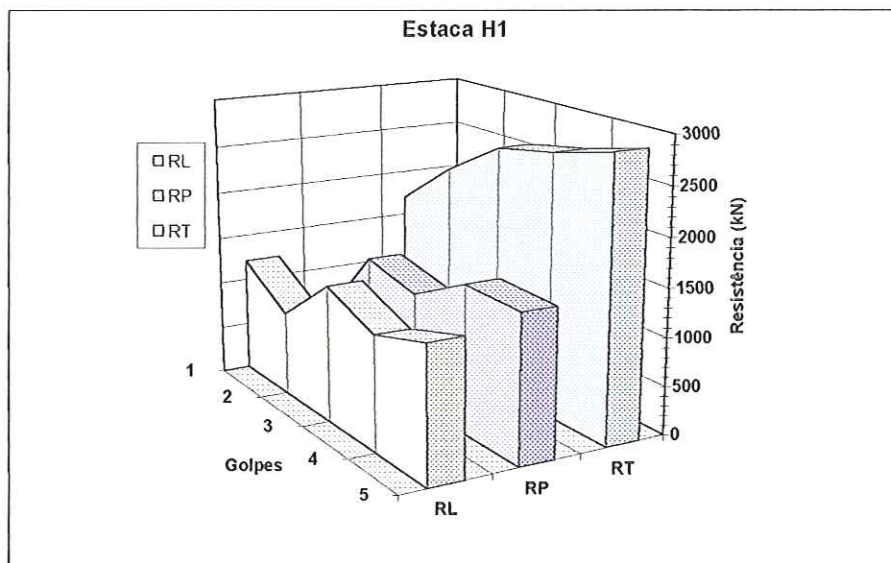


Figura 48. Mobilização da resistência estática total, lateral e de ponta da estaca H1.

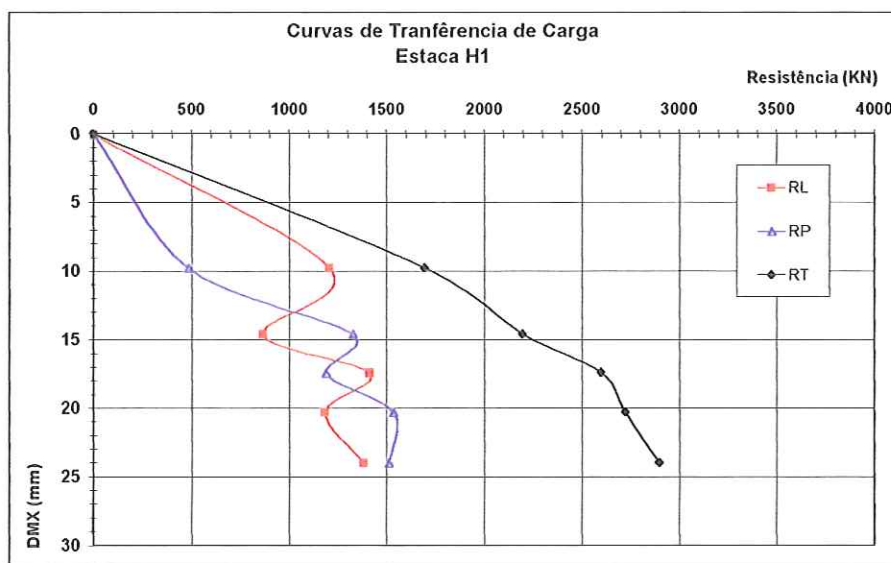


Figura 49. Curvas de transferência de carga da estaca H1.

Tabela 27. Deslocamentos x resistências - Estaca H1.

RL (kN)	RP (kN)	RT (kN)	DMX (mm)
0.0	0.0	0.0	0.00
1207.0	487.0	1694.0	9.74
869.0	1328.0	2197.0	14.58
1413.0	1189.0	2597.0	17.40
1185.0	1536.0	2721.0	20.28
1383.0	1514.0	2897.0	23.97

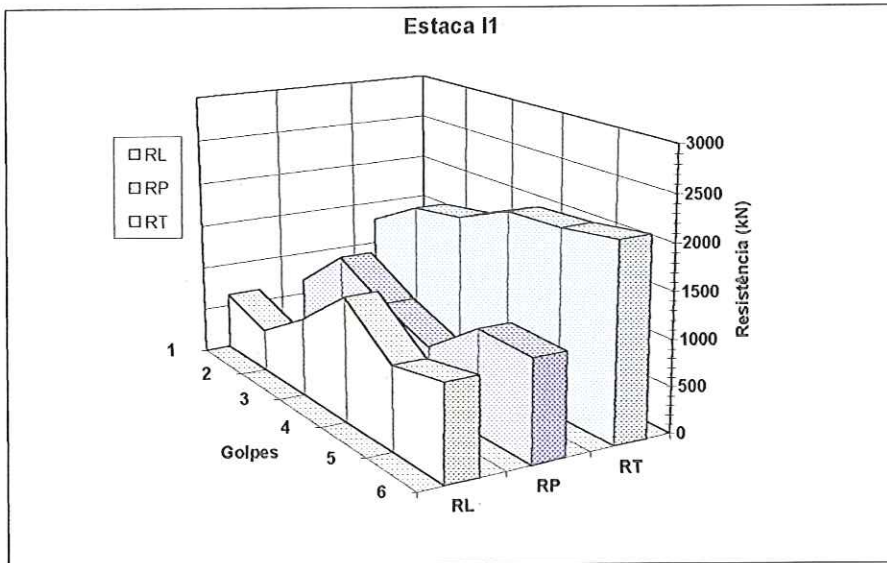


Figura 50. Mobilização da resistência estática total, lateral e de ponta da estaca I1.

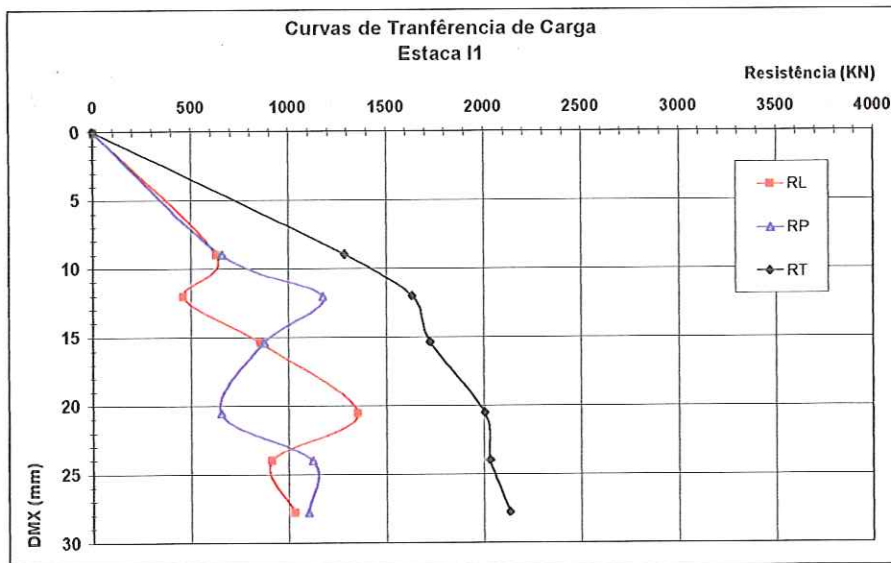


Figura 51. Curvas de transferência de carga da estaca I1.

Tabela 28. Deslocamentos x resistências - Estaca I1.

RL (kN)	RP (kN)	RT (kN)	DMX (mm)
0.0	0.0	0.0	0.00
630.0	660.0	1290.0	8.98
461.0	1174.0	1635.0	12.00
854.0	873.0	1727.0	15.38
1353.0	652.0	2005.0	20.52
913.0	1122.0	2035.0	23.97
1032.0	1101.0	2133.0	27.78

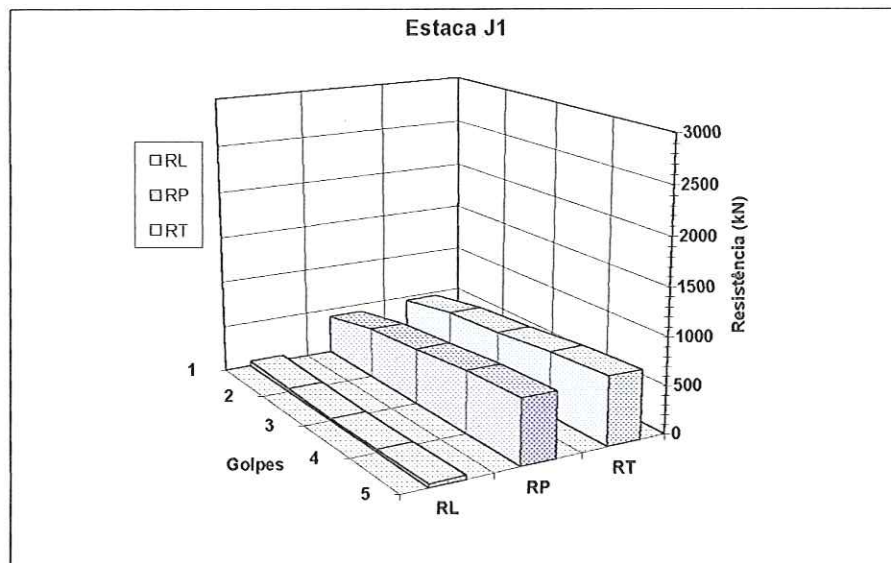


Figura 52. Mobilização da resistência estática total, lateral e de ponta da estaca J1.

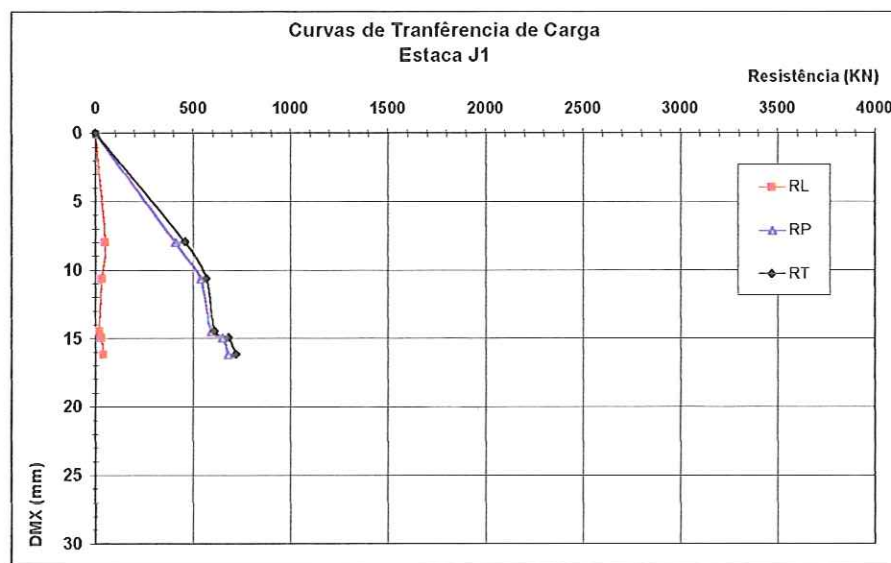


Figura 53. Curvas de transferência de carga da estaca J1.

Tabela 29. Deslocamentos x resistências - Estaca J1.

RL (kN)	RP (kN)	RT (kN)	DMX (mm)
0.0	0.0	0.0	0.00
50.0	410.0	460.0	7.97
32.0	538.0	570.0	10.64
20.0	590.0	610.0	14.45
30.0	652.0	682.0	14.93
40.0	680.0	720.0	16.17

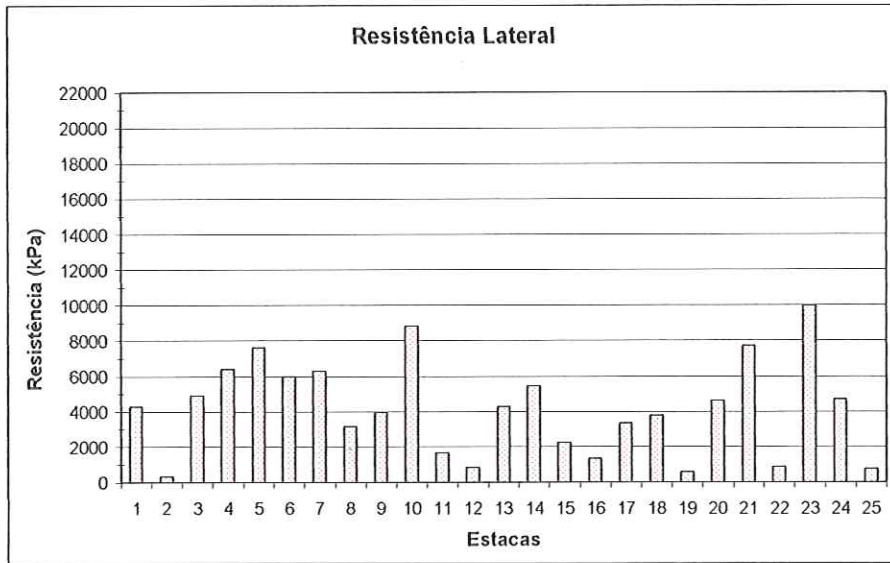


Figura 54. Variação da resistência lateral.

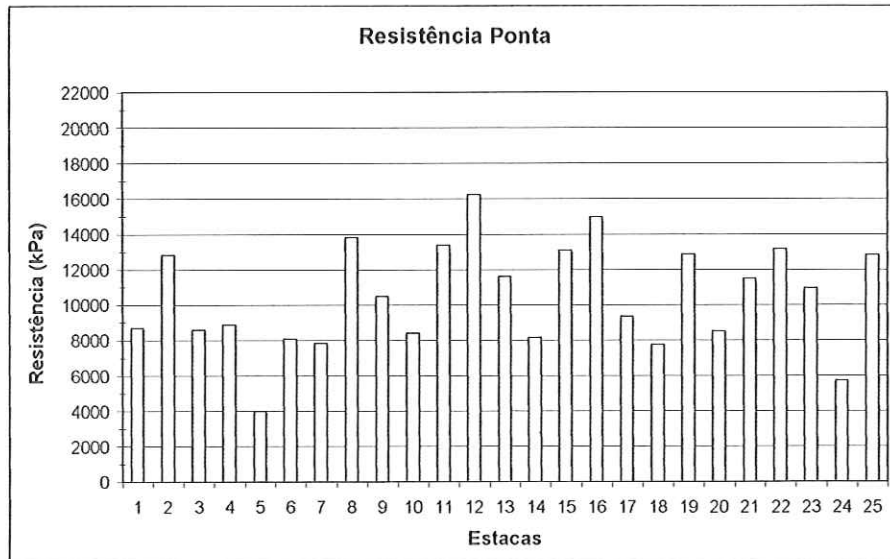


Figura 55. Variação da resistência de ponta.

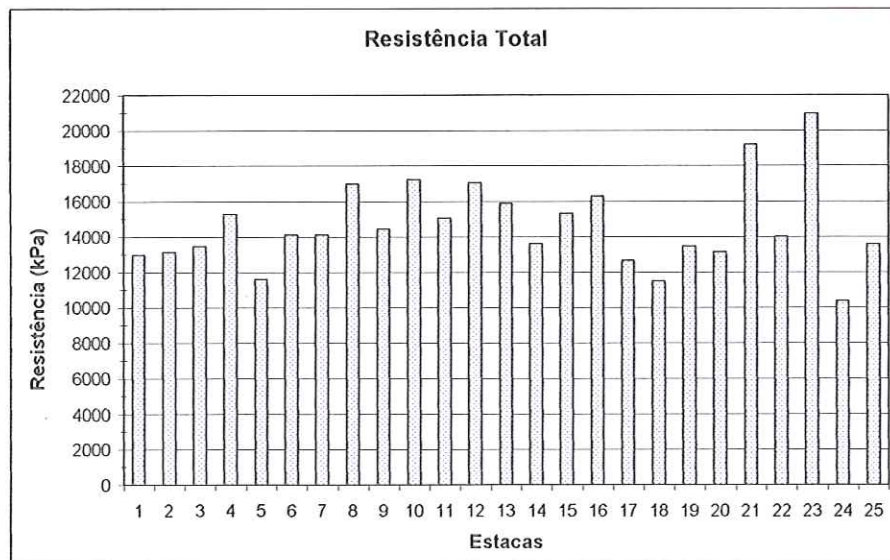


Figura 56. Variação da resistência total.

Tabela 30. Relação entre resistências - todas as estacas.

Estacas	RL (%)	RP (%)
A1	48	52
A2	38	62
A3	42	58
A4	58	42
A5	83	17
B1	45	55
B2	70	30
B3	17	83
B4	40	60
B5	52	48
B6	8	92
C1	10	90
C2	38	62
C3	42	58
C4	20	80
C5	15	85
D1	25	75
D2	28	72
E1	14	86
E2	47	53
F1	57	43
G1	18	82
H1	51	49
I1	48	52
J1	6	94
Média	36.8	63.2
Desvio	20.2	20.2
CV (%)	54.8	31.9

Tabela 31. Relação entre resistências - D = 0.50m.

Estacas D = 0.50 m	RL (%)	RP (%)
A1	48	52
A2	38	62
A3	42	58
A4	58	42
A5	83	17
B1	45	55
B2	70	30
B3	17	83
B4	40	60
B5	52	48
C1	10	90
C2	38	62
E2	47	53
I1	48	52
Média	45.4	54.6
Desvio	18.5	18.5
CV (%)	40.7	33.9

Tabela 32. Relação entre resistências - D = 0.42m.

Estacas D = 0.42 m	RL (%)	RP (%)
B6	8	92
C3	42	58
C4	20	80
C5	15	85
D1	25	75
D2	28	72
E1	14	86
F1	57	43
G1	18	82
H1	51	49
Média	27.8	72.2
Desvio	16.7	16.7
CV (%)	60.0	23.1

Tabela 33. Resistência lateral unitária (kPa) - CAPWAP.

Prof. (m)	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	C1	C2	C3	C4	C5	D1	D2	E1	E2	F1	G1	H1	I1	J1	Mínimo	Média	Máximo	Desvio	CV (%)
1	0.0	2.3	1.8	0.0	4.5	23.4	22.1	0.2	20.8	22.1	3.6	11.6	13.4	0.0	0.0	10.8	0.0	0.0	9.7	24.9	22.4	0.0	14.2	0.0	0.2	0.0	8.3	24.9	9.4	113.0
2	0.0	4.5	3.6	0.0	7.0	46.8	23.0	0.4	41.6	44.2	7.1	23.1	26.8	0.0	0.0	21.6	0.0	0.0	19.3	19.1	44.8	0.0	28.4	0.0	0.4	0.0	14.5	46.8	16.5	114.4
3	0.0	4.5	2.9	0.0	9.5	30.4	23.9	0.6	31.2	34.6	6.5	17.9	23.2	0.0	0.0	17.5	0.0	0.0	14.0	13.2	67.2	0.0	25.7	0.4	0.4	0.0	12.9	67.2	16.3	125.8
4	0.0	4.4	2.2	0.0	20.0	14.0	33.7	1.5	20.7	24.9	5.9	12.6	19.5	0.0	0.0	13.4	0.0	0.0	8.6	8.2	54.0	0.0	22.9	0.7	0.3	0.0	10.7	54.0	13.4	124.9
5	0.0	4.2	2.1	0.0	30.4	7.0	43.5	2.3	13.6	15.2	5.0	6.6	15.8	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0	4.7	3.1	40.8	0.0	15.3	5.0	0.9	0.0	9.0	43.5	12.3	137.5
6	0.0	3.4	1.9	0.0	45.3	0.0	44.8	2.3	6.4	5.5	4.1	0.5	12.1	0.0	0.0	4.6	0.0	0.0	4.7	2.6	29.2	1.0	7.7	9.2	1.4	0.0	7.5	45.3	12.9	172.3
7	0.0	2.6	2.6	0.0	60.2	5.2	46.0	3.3	10.8	2.8	2.7	0.3	8.5	0.0	0.2	3.7	0.0	0.0	0.8	2.0	16.1	1.9	3.9	19.5	2.8	0.0	7.8	60.2	14.6	187.1
8	0.0	1.8	3.2	0.0	66.2	10.4	47.3	4.2	15.2	0.0	1.3	0.0	5.0	7.3	0.4	2.7	0.0	0.0	0.4	8.2	23.4	5.2	0.1	24.6	4.2	0.0	9.2	66.2	16.1	174.0
9	0.0	1.0	2.5	0.0	72.1	35.7	48.5	4.2	27.1	0.0	0.7	1.9	3.7	14.5	2.9	4.7	0.0	0.0	0.0	14.4	30.7	8.4	11.1	29.7	5.4	0.0	12.8	72.1	18.3	143.3
10	0.2	1.1	1.7	0.0	70.4	60.9	53.7	4.1	39.0	0.0	0.0	3.8	2.4	53.6	5.4	6.7	18.7	25.3	0.0	28.5	58.6	12.6	22.0	39.6	6.6	0.0	20.6	70.4	23.2	112.8
11	0.3	1.2	3.2	2.6	68.6	85.7	58.9	5.4	55.4	8.2	0.1	5.3	3.9	92.7	8.8	8.1	37.3	25.3	0.0	42.5	86.5	16.7	49.9	49.4	5.8	0.0	28.9	92.7	31.1	107.8
12	2.5	1.8	4.6	5.2	69.5	110.4	64.1	5.4	47.2	16.4	0.2	6.8	5.3	129.5	12.2	9.4	81.6	92.8	0.0	54.1	112.2	16.7	77.7	64.0	5.0	0.0	39.8	129.5	42.0	105.7
13	4.6	2.3	20.4	26.1	70.3	110.4	69.3	6.6	55.4	47.6	0.2	5.3	16.1	166.3	13.9	8.1	125.8	135.0	0.0	65.6	137.8	16.7	49.9	64.0	3.1	0.0	48.8	166.3	50.5	103.5
14	16.6	2.2	36.1	47.0	74.0	115.6	66.2	18.8	56.6	78.8	9.8	3.7	26.8		15.5	6.8			0.0	65.2		8.4	148.5	78.5	1.1	0.0	41.7	148.5	41.2	98.7
15	28.6	2.0	67.5	78.8	77.7	120.8	63.1	30.9	57.7	121.0	19.4	2.2	46.2		16.9	4.6			0.0	64.8		0.0	173.5	89.4	3.1	0.0	50.9	173.5	47.9	94.2
16	32.8	1.4	98.9	110.6	80.7		60.7	30.9		163.1	33.2	0.7	65.5		18.2	2.3				59.5			198.4	100.2	0.9	0.7	62.2	198.4	57.9	93.1
17	37.0	0.7	125.4	173.6	83.6		58.3	52.8		186.4	46.9	0.4	80.3		22.2	2.3				54.2					2.6	0.4	61.8	186.4	59.8	96.7
18	112.9	0.4	151.8	236.6			74.6			209.6		0.0	95.1		26.2	2.3				54.2					4.2	0.0	80.7	236.6	83.1	103.0
19	188.8	0.0					72.9			209.6					30.4											0.0	100.3	209.6	94.2	93.9
20							71.1								34.6											34.6	52.9	71.1	25.8	48.8

Tabela 34. Resistência lateral acumulada (kPa) - CAPWAP.

Prof. (m)	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	C1	C2	C3	C4	C5	D1	D2	E1	E2	F1	G1	H1	I1	J1	Mínimo	Média	Máximo	Desvio	CV (%)	
1	0.0	2.3	1.8	0.0	4.5	23.4	22.1	0.2	20.8	22.1	3.6	11.6	13.4	0.0	0.0	10.8	0.0	0.0	9.7	24.9	22.4	0.0	14.2	0.0	0.2	0.0	8.3	24.9	9.4	113.0	
2	0.0	6.8	5.4	0.0	11.5	70.2	45.1	0.6	62.4	66.3	10.7	34.7	40.2	0.0	0.0	32.4	0.0	0.0	29.0	44.0	67.2	0.0	42.6	0.0	0.6	0.0	22.8	70.2	25.5	111.8	
3	0.0	11.3	8.3	0.0	21.0	100.6	69.0	1.2	93.6	100.9	17.2	52.5	63.4	0.0	0.0	49.9	0.0	0.0	42.9	57.2	134.4	0.0	68.3	0.4	1.0	0.0	35.7	134.4	40.8	114.3	
4	0.0	15.6	10.5	0.0	41.0	114.6	102.7	2.7	114.3	125.8	23.1	65.1	82.9	0.0	0.0	63.3	0.0	0.0	51.5	65.3	188.4	0.0	91.2	1.1	1.3	0.0	46.4	188.4	52.9	114.0	
5	0.0	19.8	12.6	0.0	71.4	121.6	146.2	5.0	127.8	141.0	28.1	71.7	98.7	0.0	0.0	72.3	0.0	0.0	56.2	68.4	229.2	0.0	106.5	6.0	2.1	0.0	55.4	229.2	62.6	113.0	
6	0.0	23.2	14.5	0.0	116.7	121.6	191.0	7.3	134.2	146.5	32.2	72.2	110.8	0.0	0.0	76.9	0.0	0.0	60.9	71.0	258.4	1.0	114.2	15.2	3.5	0.0	62.8	258.4	70.6	112.4	
7	0.0	25.8	17.0	0.0	176.9	126.8	237.0	10.5	145.0	149.2	34.9	72.4	119.3	0.0	0.2	80.6	0.0	0.0	61.7	73.0	274.5	2.9	118.1	34.7	6.3	0.0	70.7	274.5	79.0	111.8	
8	0.0	27.6	20.2	0.0	243.0	137.2	284.2	14.7	160.2	149.2	36.2	72.4	124.2	7.3	0.6	83.3	0.0	0.0	62.1	81.2	297.9	8.0	118.2	59.3	10.5	0.0	79.9	297.9	90.0	112.6	
9	0.0	28.6	22.7	0.0	315.1	172.9	332.7	18.9	187.3	149.2	36.8	74.3	127.9	21.8	3.5	88.0	0.0	0.0	62.1	95.6	328.6	16.4	129.2	89.0	15.9	0.0	92.6	332.7	104.5	112.7	
10	0.2	29.7	24.4	0.0	385.5	233.8	386.4	23.0	226.3	149.2	36.8	78.1	130.3	75.4	8.9	94.7	18.7	25.3	62.1	124.0	387.2	29.0	151.2	128.6	22.5	0.0	113.2	387.2	122.0	107.8	
11	0.5	30.9	27.5	2.6	454.1	319.4	445.3	28.3	281.7	157.4	36.9	83.4	134.2	168.1	17.7	102.7	56.0	50.5	62.1	166.5	473.7	45.7	201.1	178.0	28.3	0.5	142.1	473.7	145.8	102.6	
12	2.9	32.7	32.1	7.8	523.5	429.8	509.4	33.7	328.9	173.8	37.1	90.2	139.5	297.6	29.9	112.1	137.5	143.3	62.1	220.6	585.9	62.4	278.8	241.9	33.3	2.9	181.9	585.9	175.7	96.6	
13	7.5	35.0	52.5	33.9	593.8	540.2	578.7	40.3	384.3	221.4	37.3	95.5	155.5	463.9	43.8	120.2	263.3	278.3	62.1	286.2	723.7	79.1	328.6	305.9	36.4	7.5	230.7	723.7	212.5	92.1	
14	24.1	37.1	88.6	80.9	667.8	655.8	644.9	59.0	440.9	300.2	47.1	99.2	182.3		59.3	127.0			62.1	351.4		87.4	477.1	384.4	37.5	24.1	234.0	667.8	226.2	96.7	
15	52.7	39.1	156.1	159.7	745.5	776.6	708.0	89.9	498.6	421.2	66.5	101.4	228.5		76.1	131.6			62.1	416.2		87.4	650.6	473.7	40.5	39.1	284.8	776.6	261.6	91.8	
16	85.5	40.5	255.0	270.3	826.2		768.7	120.8		584.3	99.7	102.1	294.0		94.3	133.9				475.7			849.0	573.9	41.4	40.5	330.3	849.0	288.7	87.4	
17	122.5	41.2	380.3	443.9	909.8		827.0	173.6		770.6	146.6	102.4	374.3		116.5	136.2				529.9					44.0	41.2	341.2	909.8	296.9	87.0	
18	235.4	41.5	532.1	680.5			248.2			980.2		102.4	469.4		142.7	138.5				584.1					48.2	41.5	350.2	980.2	296.6	84.7	
19	424.2	41.5					321.0			1189.8					173.1												41.5	429.9	1189.8	448.9	104.4
20							392.1								207.7												207.7	299.9	392.1	130.4	43.5

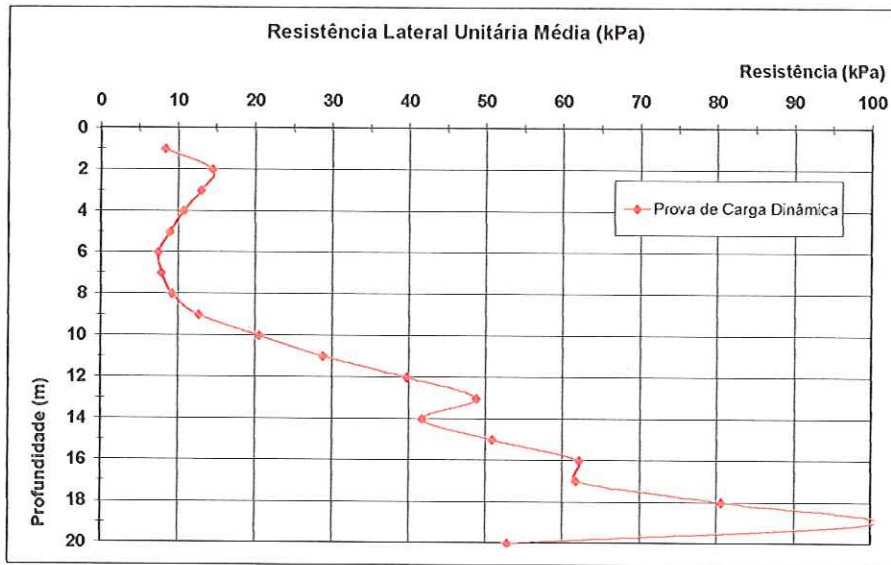


Figura 57. Variação da Resistência Lateral unitária média ao longo da profundidade.

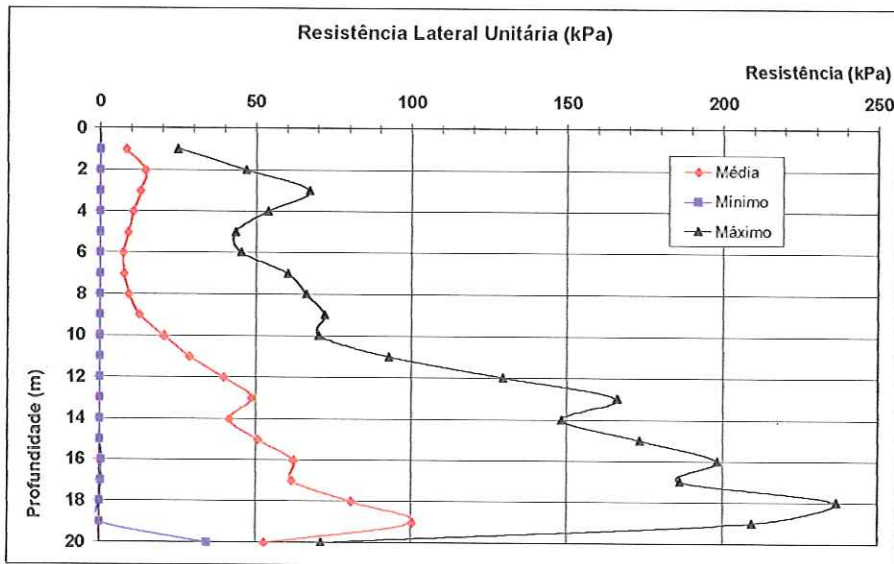


Figura 58. Resistência Lateral unitária mínima, média e máxima ao longo da profundidade.

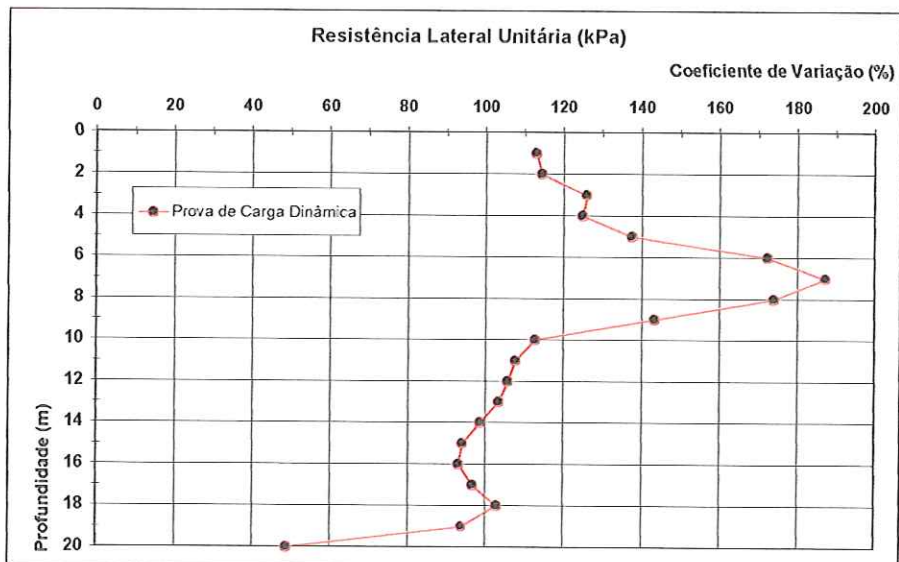


Figura 59. Coeficiente de Variação da Resistência Lateral unitária ao longo da profundidade.

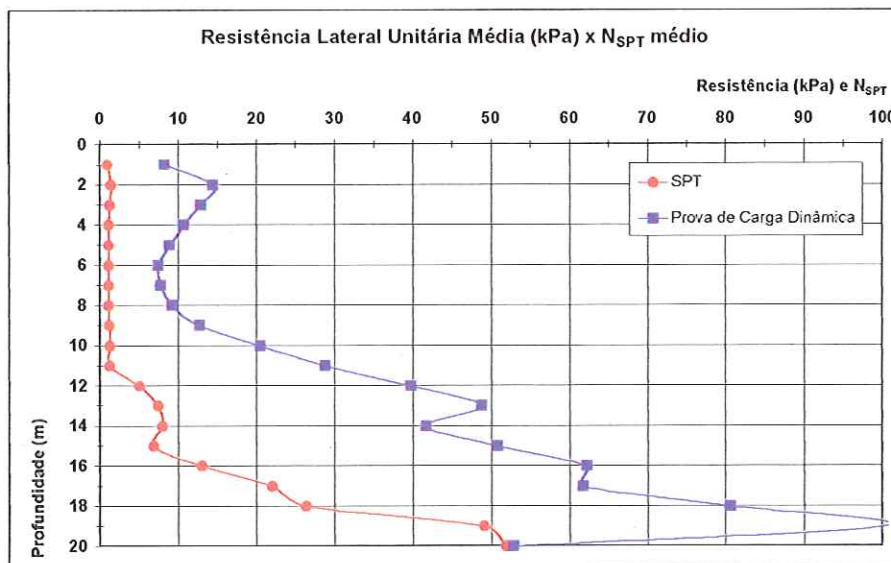


Figura 60. Variação da Resistência Lateral unitária média x N_{SPT} médio ao longo da profundidade.

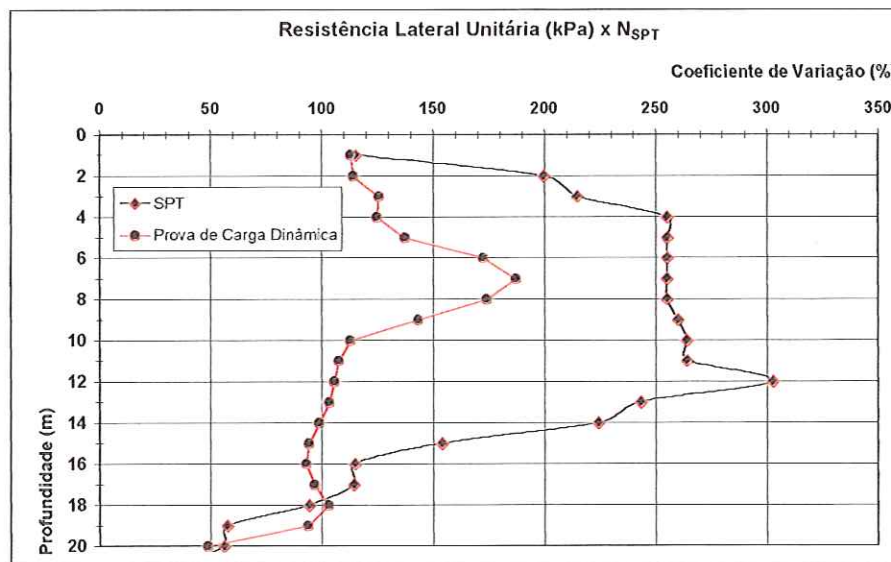


Figura 61. Coeficiente de Variação da Resistência Lateral unitária x N_{SPT} .

Tabela 35. Valores de N_{SPT} acumulado.

Prof. (m)	SPT A	SPT B	SPT C	SPT D	SPT E	SPT F	SPT G	SPT H	SPT I	SPT J	Mínimo	Média	Máximo	Desvio	CV (%)
1	2	0	1	0	0	0	2	2	3	0	0	1	3	1	115
2	4	0	2	0	0	0	2	4	12	0	0	2	12	4	156
3	5	0	3	0	0	0	2	6	21	0	0	4	21	6	175
4	6	0	4	0	0	0	2	6	30	0	0	5	30	9	192
5	7	0	5	0	0	0	2	6	39	0	0	6	39	12	203
6	8	0	6	0	0	0	2	6	48	0	0	7	48	15	210
7	9	0	7	0	0	0	2	6	57	0	0	8	57	18	216
8	10	0	8	0	0	0	2	6	66	0	0	9	66	20	221
9	11	0	9	0	0	0	2	6	76	0	0	10	76	23	225
10	12	0	10	0	0	11	2	6	76	0	0	12	76	23	193
11	13	0	11	0	0	22	2	6	76	0	0	13	76	23	179
12	14	0	12	0	0	71	2	6	76	0	0	18	76	30	164
13	15	0	13	55	10		2	6	76	0	0	20	76	27	138
14	16	5	14	110	20		2	6	76	0	0	28	110	39	139
15	17	19	15	139	37		2	6	76	0	0	35	139	46	132
16	18	56	44	168	54		7	6	76	0	0	48	168	52	110
17	28	93	73	197	133		18	10	76	0	0	70	197	65	93
18	58	142	102	223	212		29	14	76	10	10	96	223	81	84
19		191	131	249	276		115	18	130	91	18	150	276	85	56
20		240		275	340		201	22	184	172	22	205	340	99	49
21		290		301	404		287	91	238		91	269	404	103	38
22		340		327	468		373	160			160	334	468	112	33
23		405		448	532			259			259	411	532	114	28
24		470		569	596			358			358	498	596	108	22
25					896			476			476	686	896	297	43

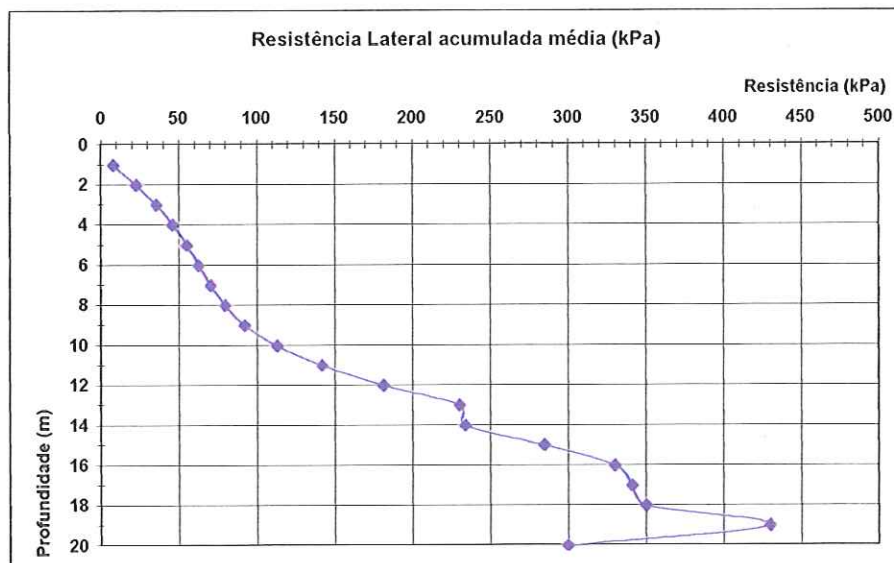


Figura 62. Variação da Resistência Lateral acumulada média ao longo da profundidade.

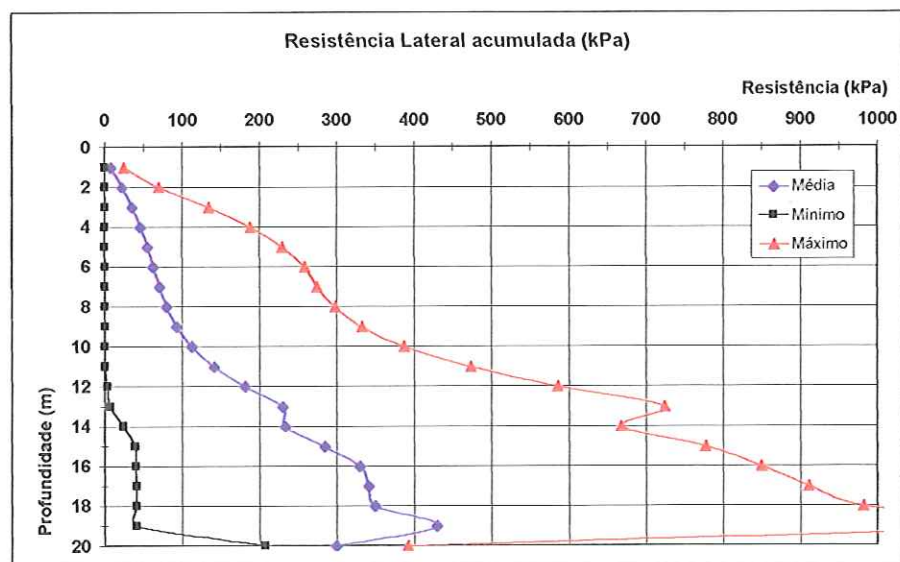


Figura 63. Resistência Lateral acumulada mínima, média e máxima ao longo da profundidade.

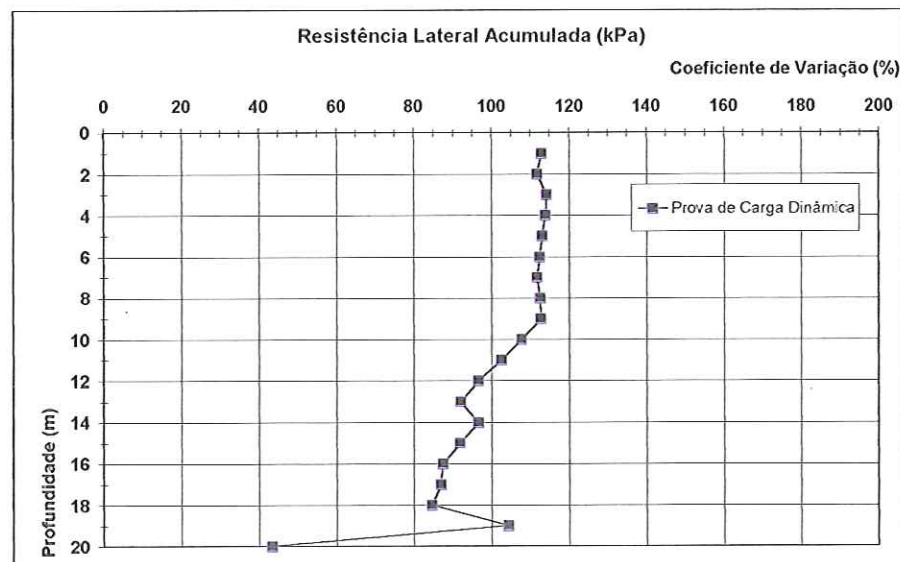


Figura 64. Coeficiente de Variação da Resistência Lateral acumulada.

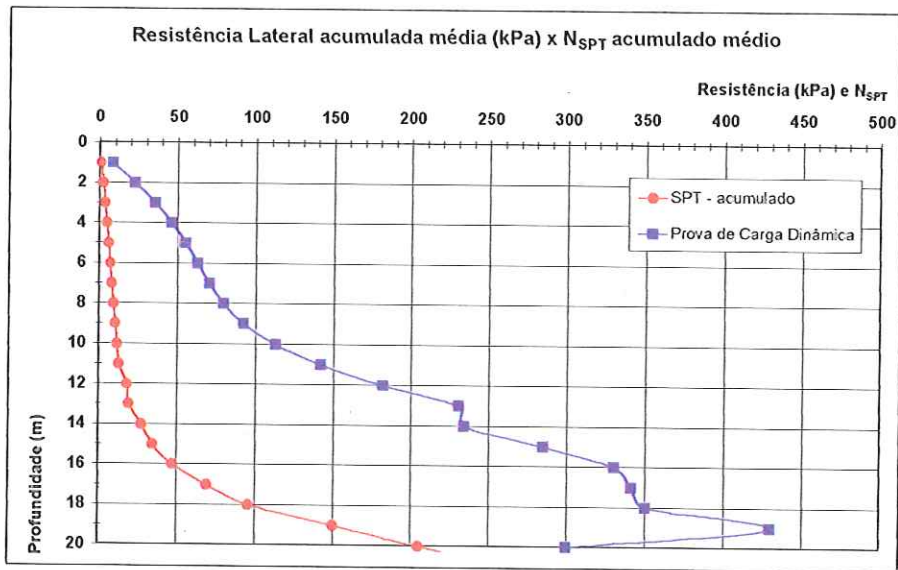


Figura 65. Resistência Lateral acumulada média x N_{SPT} acumulado médio ao longo da profundidade.

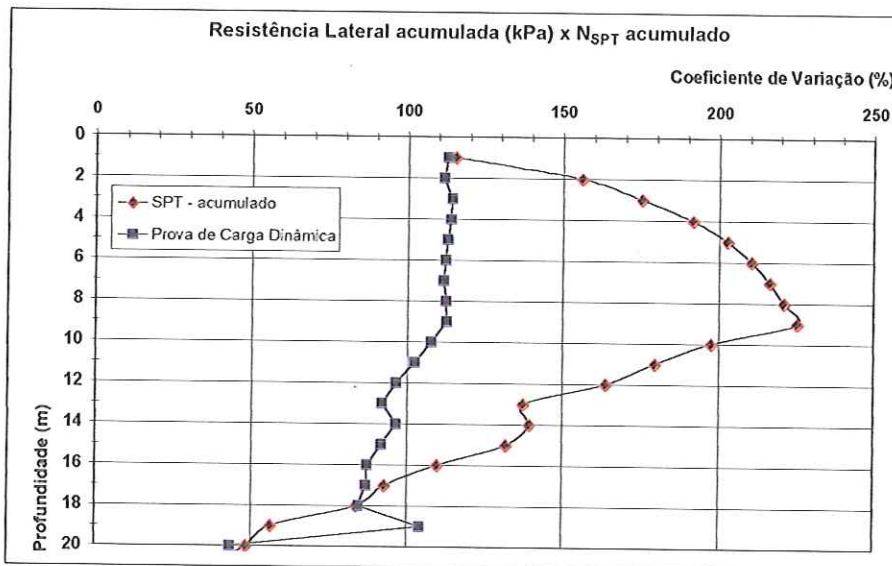


Figura 66. Coeficiente de Variação da Resistência Lateral acumulada x N_{SPT} acumulado.

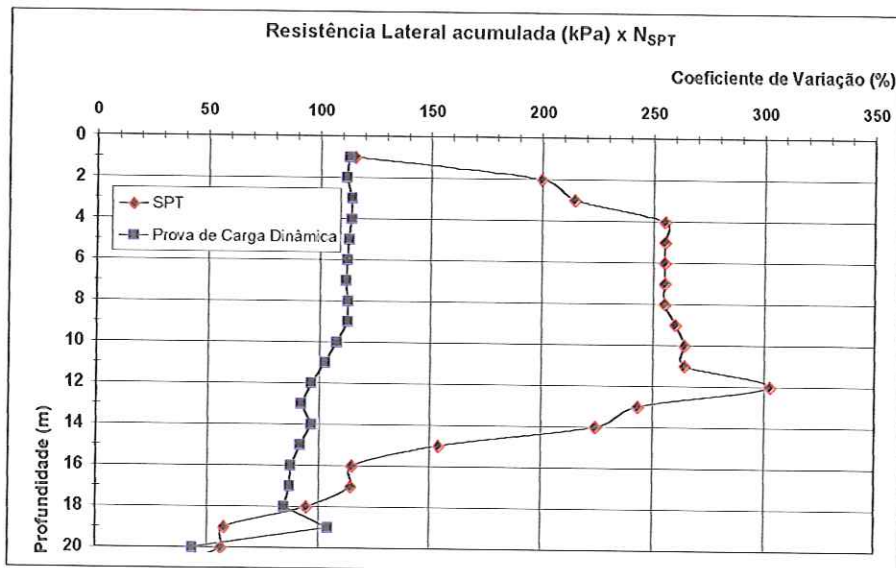


Figura 67. Coeficiente de Variação da Resistência Lateral acumulada x N_{SPT} .

Tabela 36. Solicitações atuantes nas estacas.

Estacas	Diamêtro (m)	Área cheia (m ²)	Carga adm. (kN)	Solicitação (kPa)
A1	0.50	0.20	1700.0	8658.0
A2	0.50	0.20	1700.0	8658.0
A3	0.50	0.20	1700.0	8658.0
A4	0.50	0.20	1700.0	8658.0
A5	0.50	0.20	1700.0	8658.0
B1	0.50	0.20	1700.0	8658.0
B2	0.50	0.20	1700.0	8658.0
B3	0.50	0.20	1700.0	8658.0
B4	0.50	0.20	1700.0	8658.0
B5	0.50	0.20	1700.0	8658.0
B6	0.42	0.14	1150.0	8300.6
C1	0.50	0.20	1700.0	8658.0
C2	0.50	0.20	1700.0	8658.0
C3	0.42	0.14	1150.0	8300.6
C4	0.42	0.14	1150.0	8300.6
C5	0.42	0.14	1150.0	8300.6
D1	0.42	0.14	1150.0	8300.6
D2	0.42	0.14	1150.0	8300.6
E1	0.42	0.14	1150.0	8300.6
E2	0.50	0.20	1700.0	8658.0
F1	0.42	0.14	1150.0	8300.6
G1	0.42	0.14	1150.0	8300.6
H1	0.42	0.14	1150.0	8300.6
I1	0.50	0.20	1700.0	8658.0
J1	0.26	0.05	500.0	9417.5
Média	0.46	0.17	1432.0	8545.4
Desvio	0.06	0.04	333.5	253.1
CV (%)	12.5	22.2	23.3	3.0

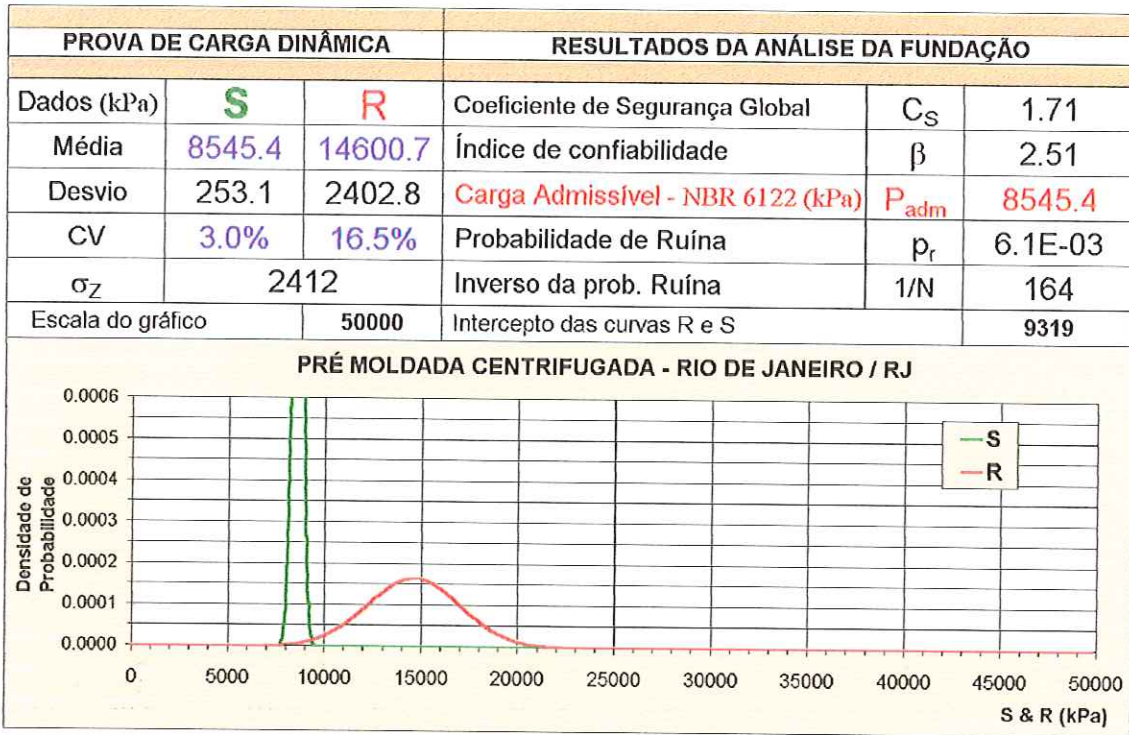


Figura 68. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 - todas as estacas.

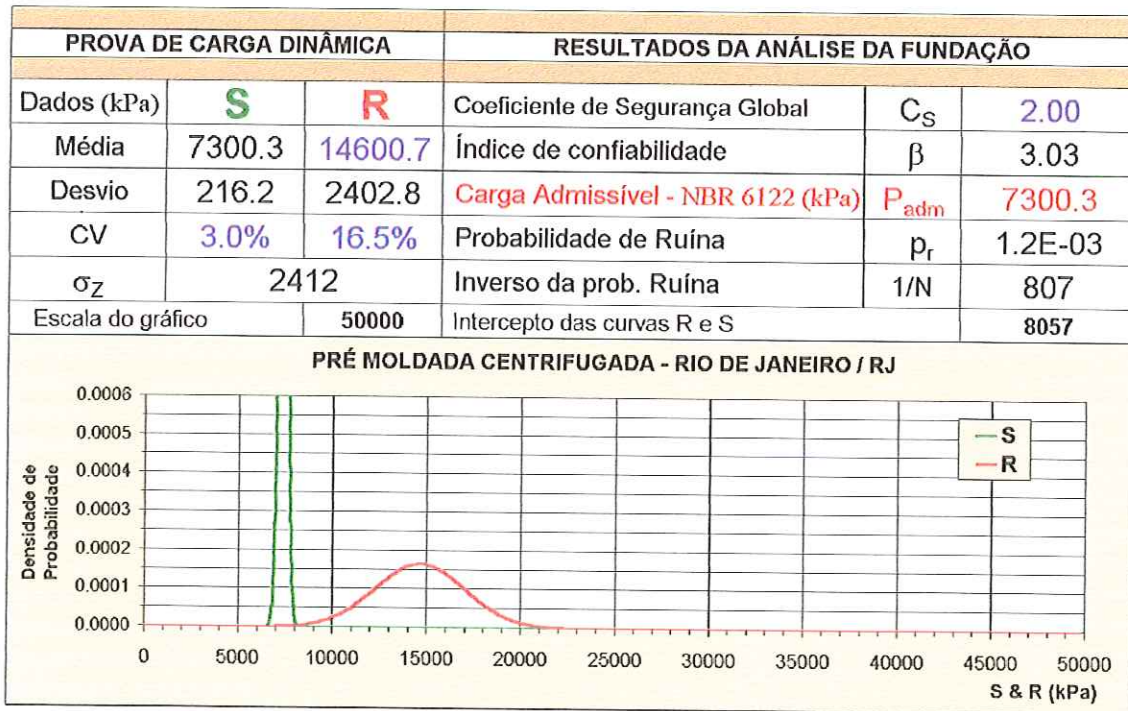


Figura 69. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$ - todas as estacas.

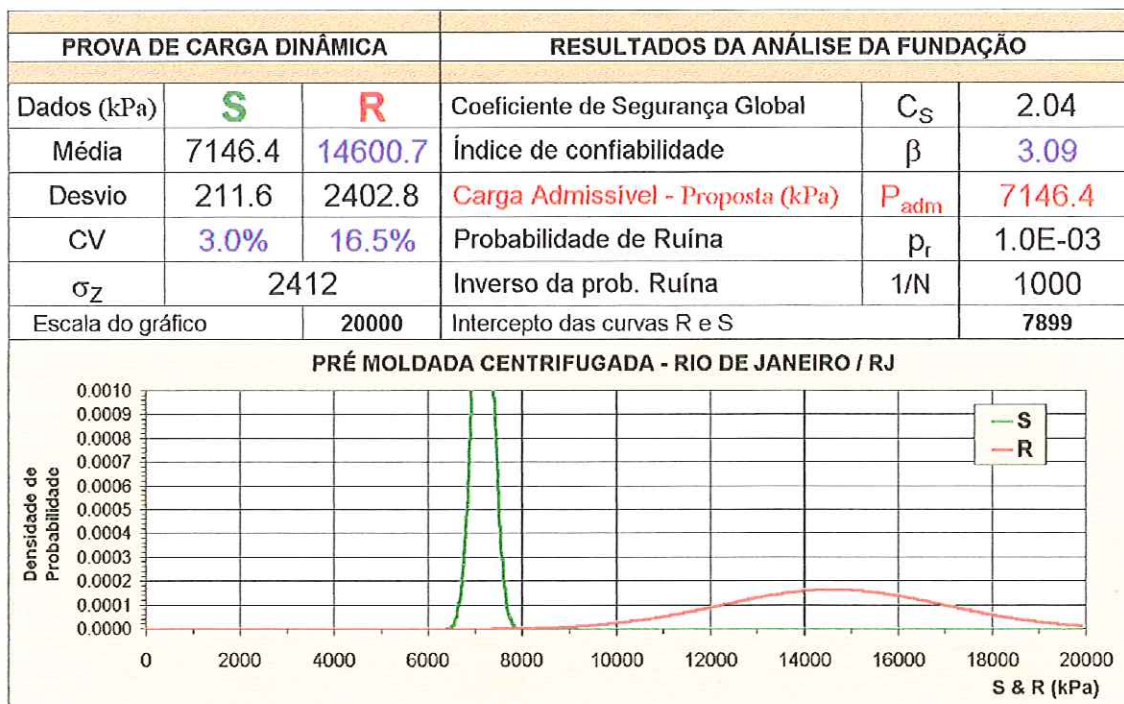


Figura 70. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$ - todas as estacas.

Tabela 37. Índice de confiabilidade x coeficiente de segurança - Rio de Janeiro.

Localização		Resistência Média (kPa)	Desvio Padrão (kPa)	Coeficiente de Variação (%)
Rio de Janeiro / RJ		14,600.7	2,402.8	16.5%
CS	β	Pr	1 / Pr	P_{adm}
1.0	0.0	0.50000000	2	14600.7
2.0	3.0	0.00123890	807	7300.3
3.0	4.0	0.00002631	38005	4866.9
4.0	4.6	0.00000265	377473	3650.2
5.0	4.9	0.00000059	1685254	2920.1
6.0	5.1	0.00000021	4800677	2433.4
7.0	5.2	0.00000010	10387923	2085.8
8.0	5.3	0.00000005	18778975	1825.1
9.0	5.4	0.00000003	29995651	1622.3
10.0	5.5	0.00000002	43842749	1460.1
11.0	5.5	0.00000002	60003040	1327.3
12.0	5.6	0.00000001	78109228	1216.7
13.0	5.6	0.00000001	97790583	1123.1
14.0	5.6	0.00000001	118699622	1042.9
15.0	5.7	0.00000001	140525194	973.4

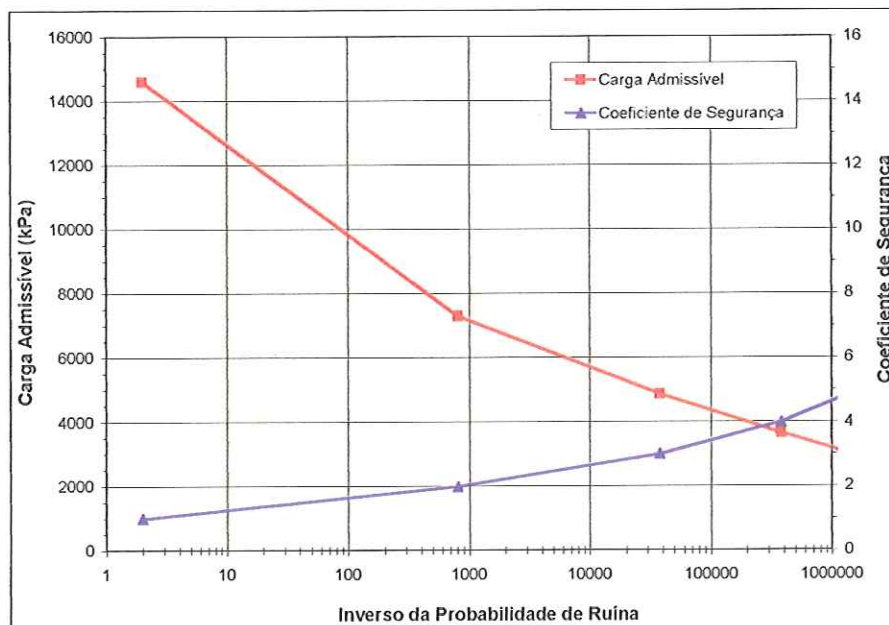


Figura 71. Carga admissível proposta – Rio de Janeiro/RJ.

Tabela 38. Valores de resistência lateral, ponta e total para as estacas com D = 0.50m.

Estacas D = 0.50 m	Res. Lateral (kN)	Res. Ponta (kN)	Res. Total (kN)
A1	840.0	1707.0	2546.0
A2	60.0	2518.0	2578.0
A3	960.0	1681.0	2641.0
A4	1255.0	1745.0	3000.0
A5	1498.0	776.0	2274.0
B1	1179.0	1589.0	2768.0
B2	1234.0	1536.0	2770.0
B3	620.0	2710.0	3330.0
B4	776.0	2055.0	2831.0
B5	1731.0	1651.0	3381.0
C1	164.0	3186.0	3350.0
C2	839.0	2277.0	3116.0
E2	904.0	1667.0	2571.0
I1	913.0	1122.0	2035.0
Média	926.6	1872.9	2799.4
Desvio	456.2	630.7	403.6
CV (%)	49.2	33.7	14.4

Tabela 39. Valores de resistência lateral, ponta e total para as estacas com D = 0.42m.

Estacas D = 0.42 m	Res. Lateral (kN)	Res. Ponta (kN)	Res. Total (kN)
B6	231.0	1851.0	2082.0
C3	750.0	1130.0	1880.0
C4	310.0	1810.0	2120.0
C5	187.0	2071.0	2258.0
D1	460.0	1291.0	1751.0
D2	520.0	1070.0	1590.0
E1	80.0	1781.0	1861.0
F1	1070.0	1590.0	2660.0
G1	120.0	1820.0	1940.0
H1	1383.0	1514.0	2897.0
Média	511.1	1592.8	2103.9
Desvio	434.0	335.7	406.5
CV (%)	84.9	21.1	19.3

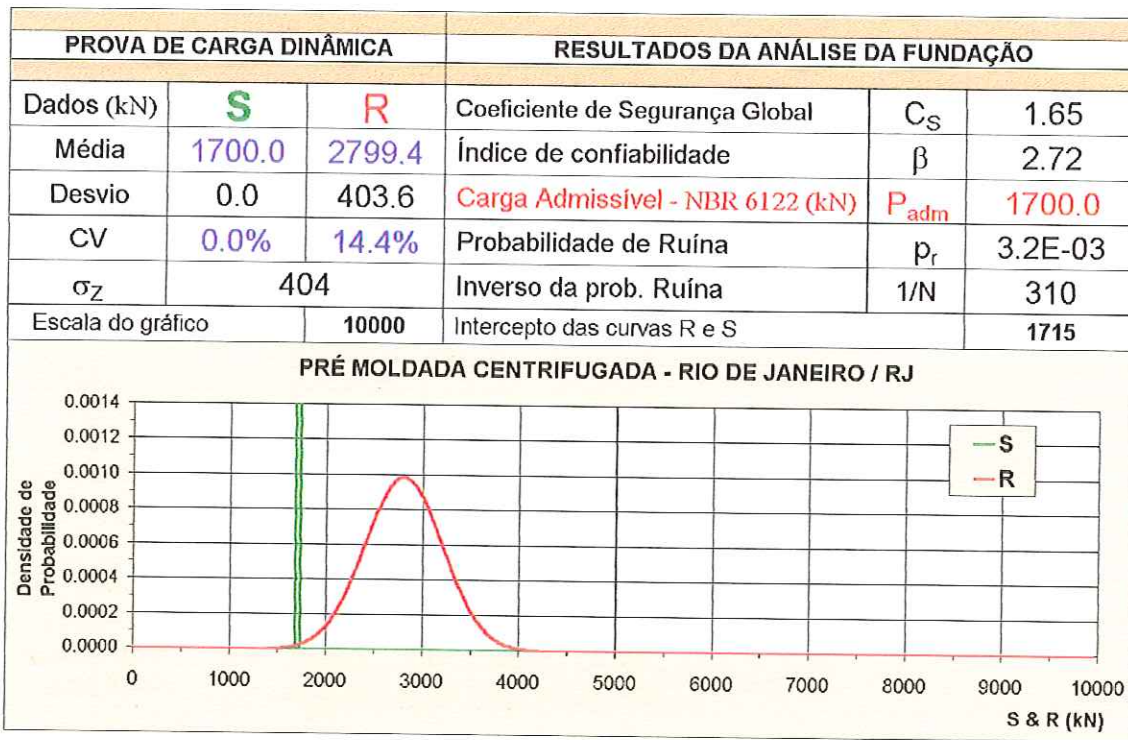


Figura 72. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 - Estacas com $D = 0.50\text{m}$.

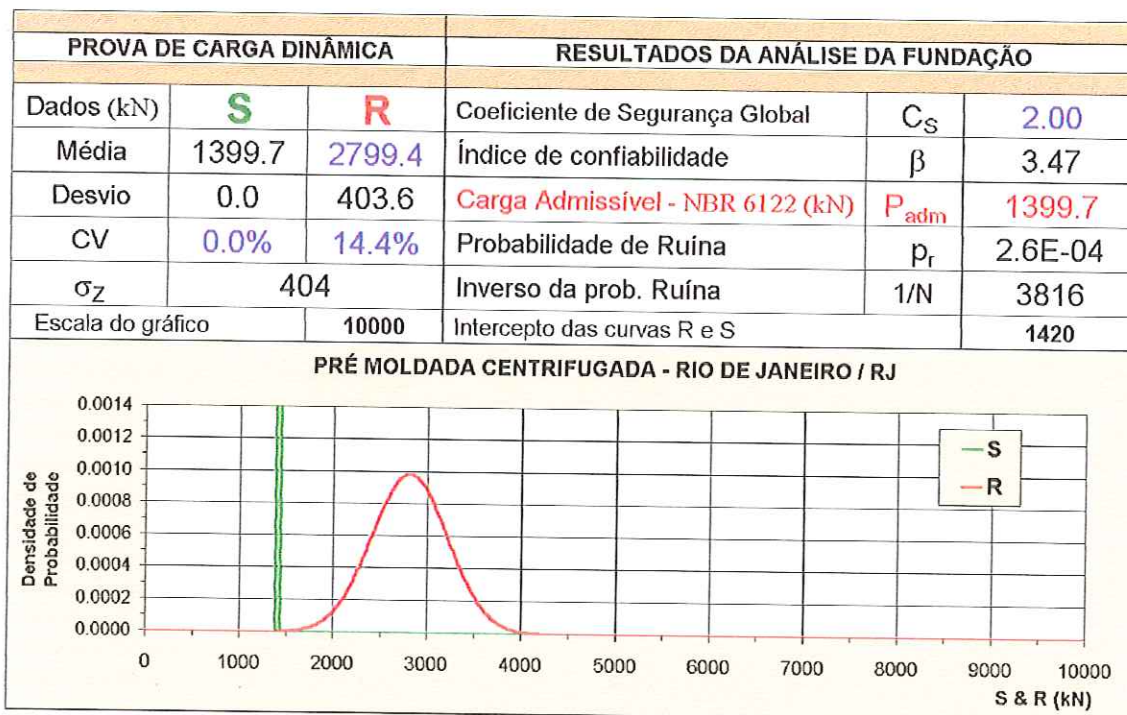


Figura 73. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$ - Estacas com $D = 0.50\text{m}$.

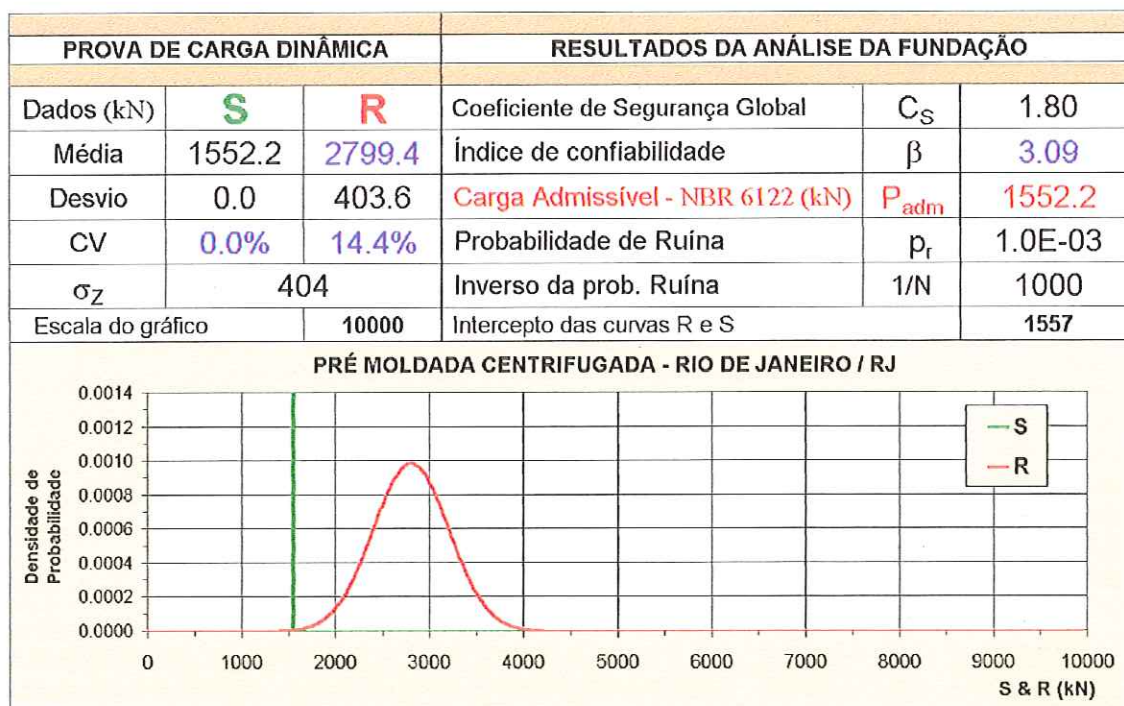


Figura 74. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$ - Estacas com $D = 0.50m$.

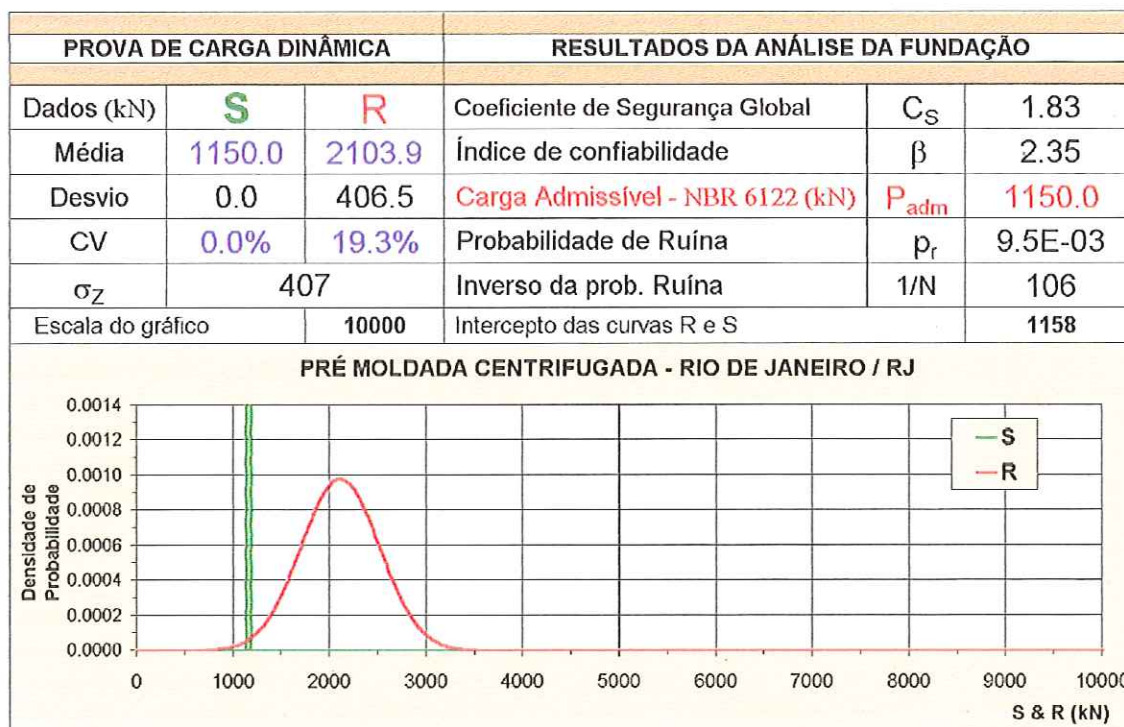


Figura 75. Análise 1 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 - Estacas com $D = 0.42m$.

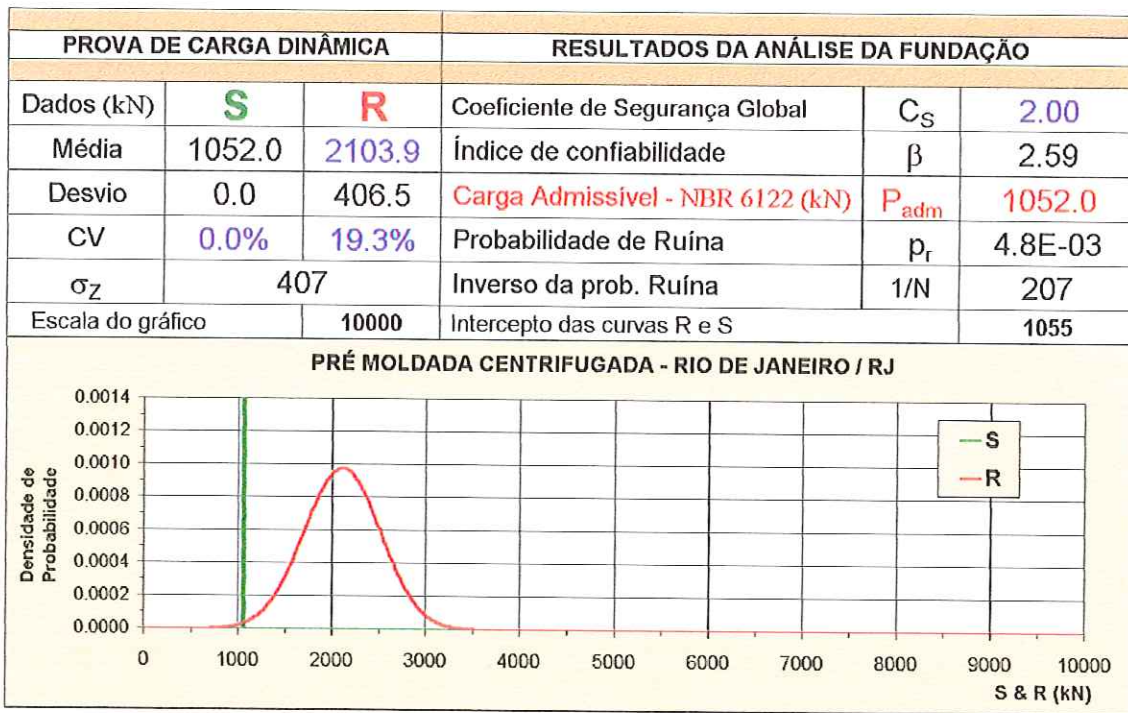


Figura 76. Análise 2 - Carga admissível segundo a NBR 6122/1996 para $C_S = 2.0$ - Estacas com $D = 0.42m$.

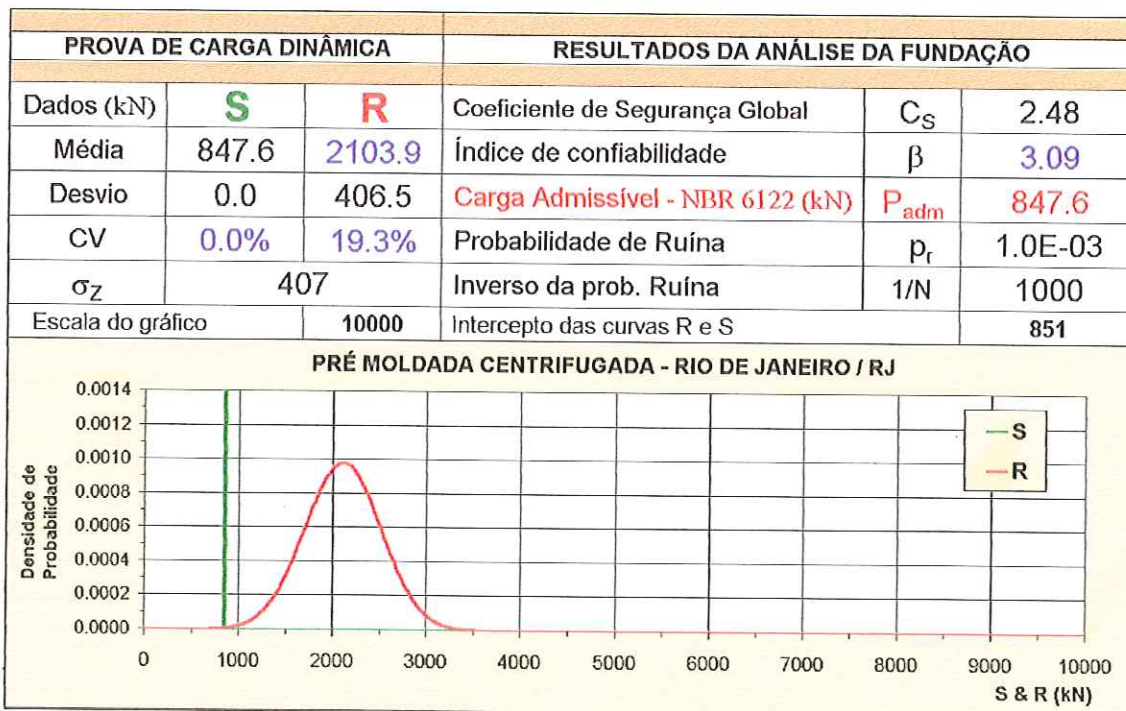


Figura 77. Análise 3 - Carga admissível proposta para $\beta = 3.09$ - Estacas com $D = 0.42m$.

ANEXO A

RESUMO TEÓRICO SOBRE ESTATÍSTICA E PROBABILIDADE

1. Introdução

Este anexo dedica-se a apresentar alguns conceitos que constituem a base das análises realizadas nesta dissertação. Serão apresentados somente alguns dos conceitos básicos relacionados à Estatística e à Teoria das Probabilidades necessários ao desenvolvimento do tema tratado neste trabalho. Deve ser enfatizado que este anexo não tem a pretensão de apresentar de forma rigorosa e completa todo o complexo conteúdo referente às técnicas estatísticas e probabilísticas, mas somente as principais informações necessárias para que o leitor se familiarize com a notação e com os termos utilizados ao longo do texto desta dissertação.

A utilização de técnicas estatísticas e probabilísticas destinadas à análise de situações complexas ou não, tem apresentado um crescente desenvolvimento e encontrado aplicação nas mais variadas áreas do conhecimento humano. Antes, no entanto, de dar início à apresentação dessas técnicas, é necessária à compreensão de alguns conceitos básicos, bem como das suposições necessárias para o seu uso de forma criteriosa.

A Estatística está interessada nos métodos científicos para coleta, organização, resumo, apresentação e análise de dados, bem como na obtenção de conclusões válidas e na tomada de decisões razoáveis baseadas em tais análises. Assim, entende-se por Estatística o conjunto de técnicas que permite, de forma sistemática, organizar, descrever, analisar e interpretar os *dados* oriundos de estudos ou experimentos, realizados em qualquer área do conhecimento. Denomina-se por *dados* um (ou mais) conjunto de valores, numéricos ou não. Pode-se dividir a Estatística em três áreas:

- Estatística Descritiva;
- Probabilidade;
- Inferência Estatística.

Estatística Dedutiva ou Descritiva é, em geral, utilizada na etapa inicial da análise, quando se toma contato com os dados pela primeira vez. Objetivando tirar conclusões de modo informal e direto, a maneira mais simples seria a observação dos valores colhidos. Entretanto, ao se deparar com uma grande quantidade de dados, percebe-se, imediatamente, que a tarefa pode não ser simples. Para tentar depreender dos dados informações a respeito do fenômeno sob estudo, é preciso aplicar alguma técnica que permita resumir a informação daquele particular conjunto de valores. Em outras palavras, a Estatística Descritiva pode ser definida como um conjunto de técnicas

destinadas a descrever e resumir os dados, a fim de que se possa tirar conclusões a respeito de características de interesse.

Probabilidade pode ser entendida como a teoria Matemática utilizada no estudo das incertezas oriundas de fenômenos de caráter aleatório. Logo, o cálculo de Probabilidades é um importante ramo da Matemática que trata das situações sujeitas às leis do acaso e, apesar de ser uma área extremamente atraente e estudada do ponto de vista matemático, serão apresentados aqui apenas os conceitos necessários a essa dissertação.

A Estatística Indutiva ou Inferência Estatística é o estudo de técnicas que possibilitam a extrapolação, a um grande conjunto de dados, das informações e conclusões obtidas a partir de subconjuntos de dados, usualmente, de dimensão muito menor. Deve ser notado que quando se tem acesso a todos os elementos que se deseja estudar, não é necessário o uso das técnicas de inferência estatística; entretanto, elas são indispensáveis quando existe a impossibilidade de acesso a todo o conjunto de dados, por razões de natureza econômica, ética ou física.

Deve-se observar que, em geral, estudos complexos que envolvem o tratamento estatístico dos dados, usualmente, utilizam as três áreas mencionadas acima. Pois, em resumo, foi visto que a parte da Estatística que procura somente descrever e analisar um certo grupo, sem tirar quaisquer conclusões ou inferências sobre um grupo maior, é chamada Estatística Dedutiva ou Descritiva e que a parte da Estatística que trata das condições sob as quais essas inferências são válidas chama-se Estatística Indutiva ou Inferência Estatística e que, devido ao fato dessa inferência não ser absolutamente precisa, a linguagem da Probabilidade é, muitas vezes, usada no estabelecimento das conclusões.

Na terminologia estatística, o grande conjunto de dados que contém a característica que se tem interesse recebe o nome de *população*. Esse termo refere-se ao alvo sobre o qual reside interesse. Algumas vezes, pode-se acessar toda a população para se estudar as características de interesse, mas em muitas situações, tal procedimento não pode ser realizado. Em geral, razões econômicas são as mais determinantes dessas situações.

Tendo em vista as dificuldades de várias naturezas para se observar todos os elementos da população, tomam-se alguns deles para formar um grupo a ser estudado. Este subconjunto da população, em geral com dimensão sensivelmente menor, é denominado *amostra*. Se uma *amostra* é representativa de uma *população*, conclusões

importantes sobre a população podem ser inferidas de sua análise.

A *seleção da amostra* pode ser feita de várias maneiras, dependendo, entre outros fatores, do grau de conhecimento que se tem da população, da quantidade de recursos disponíveis e assim por diante. Deve-se ressaltar que, em princípio, a seleção da amostra tenta fornecer um subconjunto de valores o mais parecido possível com a população que lhe dá origem. A *amostragem* mais usada é a *amostragem casual simples*, em que se seleciona ao acaso, com ou sem reposição, os itens da população que farão parte da amostra.

Eventualmente, se houver informações adicionais a respeito da população de interesse, pode-se utilizar outros esquemas de amostragem mais sofisticados. Por exemplo, se numa cidade, há mais mulheres do que homens, pode-se selecionar um certo número de indivíduos entre as mulheres e outro número entre os homens. Esse procedimento é conhecido como *amostragem estratificada*. Outras vezes, pode existir uma relação numerada dos itens da população que permita utilizar a chamada *amostragem sistemática* em que se seleciona os indivíduos de forma pré-determinada, por exemplo de 8 em 8 ou de 10 em 10. Outros esquemas de amostragem poderiam ser citados e todos fazem parte da denominada Teoria da Amostragem.

A Teoria da Amostragem estuda as relações existentes entre uma população e as amostras dela extraídas, como por exemplo, pode-se fazer a estimação das grandezas desconhecidas da população (parâmetros populacionais) através das grandezas correspondentes das amostras (estatísticas amostrais). Entretanto, detalhes desta teoria não serão aqui aprofundados, mas deve-se observar que quanto mais complexa for a amostragem, maiores cuidados deverão ser tomados nas análises estatísticas utilizadas. Em contrapartida, o uso de esquemas de amostragem mais elaborados pode levar a uma diminuição no tamanho de amostra necessário para uma dada precisão.

Na seqüência, são apresentadas algumas noções básicas de Estatística Descritiva e, posteriormente, são apresentados os fundamentais conceitos da Teoria das Probabilidades necessários a essa dissertação.

2. Fundamentos básicos de Estatística Descritiva

Como comentado anteriormente, a Estatística Dedutiva ou Descritiva é utilizada na etapa inicial da análise, quando se toma contato com os dados pela primeira vez e, consiste de um conjunto de técnicas destinadas a descrever e a resumir os dados, a fim

de que seja possível depreender alguma conclusão a respeito dos mesmos.

O primeiro trabalho a ser realizado após a obtenção dos dados é organizá-los de forma racional para que possa ser realizada a segunda etapa, que consiste em utilizar conceitos que resuma as informações oriundas desses dados.

Denomina-se por *dados brutos*, os dados que ainda não foram numericamente organizados e por *rol* o arranjo destes dados em ordem crescente ou decrescente de grandeza. Entretanto, quando se resumem grandes massas de *dados brutos*, costuma-se freqüentemente distribuí-los em classes ou categorias e determinar o número de indivíduos pertencentes a cada uma dessas classes, o que se denomina de *freqüência da classe*. Um arranjo tabular dos dados por classes, juntamente com as freqüências correspondentes, é denominado de *distribuição de freqüência*.

Histogramas e polígonos de freqüência são duas representações gráficas de *distribuições de freqüência* que permitem organizar os dados de forma coerente. Um *histograma* consiste em um conjunto de retângulos contíguos que tem as bases sobre um eixo horizontal composto por faixas de valores da variável, com centro no ponto médio e, as larguras iguais às amplitudes dos intervalos de classes; e as áreas proporcionais às freqüências de classe. Se todos os intervalos tiverem a mesma amplitude, as alturas dos retângulos serão proporcionais às *freqüências relativas das classes* e, então, costuma-se tomar as alturas numericamente iguais a essas freqüências. Dessa forma, a altura de cada retângulo é denominada *densidade de freqüência* ou simplesmente *densidade*, definida como o quociente da área pela amplitude da faixa. Um *polígono de freqüência* é um gráfico de linha em que as freqüências são locadas sobre perpendiculares levantadas nos pontos médios. Pode-se também obtê-los, ligando os pontos médios dos topos dos retângulos de um histograma.

Entretanto, após a organização dos dados devem ser obtidas as denominadas *medidas de tendência central* (média aritmética, aritmética ponderada, harmônica, moda, mediana, etc.) e as denominadas *medidas de dispersão ou de variação* (amplitude total, variância, desvio médio, desvio padrão, coeficiente de variação, etc.), para ser possível a obtenção das informações necessárias sobre o conjunto de dados analisados.

As *medidas de dispersão ou de variação* fornecem uma idéia a respeito do grau ao qual dos dados numéricos tendem a dispersar-se em torno de um valor médio. Existem as denominadas medidas de dispersão absoluta e as denominadas medidas de dispersão relativa.

A variação ou dispersão real, determinada a partir do desvio padrão, ou de qualquer outra medida de dispersão, é denominada *dispersão absoluta*. Entretanto, uma variação de 10cm em 1000m é diferente da mesma variação em uma distância de 20m. A medida deste efeito é proporcionada pela *dispersão relativa*, dada pela relação entre a dispersão absoluta e a média. Como exemplo, se a dispersão absoluta for o desvio padrão e a média for a média aritmética, a dispersão relativa é denominada *coeficiente de variação ou de dispersão*, geralmente dado em porcentagem.

3. Probabilidades

3.1. Espaço amostral e eventos

Inicialmente serão apresentados alguns conceitos da Teoria dos Conjuntos que serão necessários à compreensão dos conceitos apresentados adiante.

Denomina-se *fenômeno aleatório* à situação ou acontecimento cujos resultados não podem ser previstos com certeza. Em um fenômeno aleatório ou probabilístico, isto é, sujeito às leis do acaso, chama-se *espaço amostral* ou *espaço das possibilidades* ao conjunto (em geral, o mais detalhado possível) de todos os resultados possíveis de ocorrer de um determinado fenômeno aleatório. O espaço amostral geralmente é representado pela letra grega Ω (ômega).

Os subconjuntos de Ω são denominados *eventos*, e representados pelas letras latinas maiúsculas A, B, ..., K. Logo, qualquer subconjunto de um espaço amostral será um evento, definindo um resultado bem determinado. Os eventos podem ser simples ou compostos, conforme se constituam de um ou mais resultados de Ω . Dentre os eventos a se considerar, deve-se incluir o próprio Ω (evento certo) e o conjunto vazio ϕ (evento impossível). As operações entre conjuntos (Teoria dos Conjuntos) podem ser aplicadas aos eventos:

a) *Evento intersecção* ($A \cap B$, $A \cdot B$): é o evento formado pelos resultados que pertencem a ambos os eventos considerados. O evento intersecção significa a ocorrência de ambos os eventos considerados.

b) *Evento reunião ou união* ($A \cup B$, $A + B$): é o evento formado pelos resultados que pertencem a pelo menos um dos eventos considerados. O evento reunião ou união significa a ocorrência de pelo menos um dos eventos considerados.

c) *Evento complementar* (A^c , \bar{A}): é o evento formado pelos resultados que não

pertencem ao evento considerado. Assim, dois eventos são complementares se a sua união é o espaço amostral e a sua interseção é vazia. O evento complementar significa a não ocorrência do evento considerado.

d) *Eventos disjuntos ou mutuamente exclusivos* ($A \cap B = \emptyset$): dois eventos A e B são ditos disjuntos ou mutuamente exclusivos se a ocorrência de um deles exclui a do outro, ou seja, quando esses eventos não têm elementos em comum. Logo, tais eventos não podem ocorrer simultaneamente numa mesma realização de um experimento aleatório. Essa definição também pode ser imediatamente generalizada a mais de dois eventos. Se a reunião de n eventos mutuamente exclusivos é o próprio Ω , diz-se que tais eventos são mutuamente exclusivos e exaustivos, ou que formam uma *partição* de Ω . Logo, os eventos A, B, ..., K formam uma *partição* do espaço amostral quando eles não têm interseção entre si e quando a sua união é igual ao próprio espaço amostral.

3.2. Probabilidade e suas propriedades

Considera-se *probabilidade* com sendo uma *função* $P(\cdot)$ que atribui valores numéricos aos eventos de um espaço amostral. Assim, a maior ou menor possibilidade de ocorrência dos diversos eventos é medida por um número denominado probabilidade. Logo, pode-se entender probabilidade como sendo um número real associado a um evento.

Sejam os eventos A e B de Ω , uma função $P(\cdot)$ somente é denominada probabilidade se esta satisfizer as seguintes propriedades:

- $0 \leq P(A) \leq 1$, qualquer $A \in \Omega$;
- $P(\Omega) = 1$;
- $P(\emptyset) = 0$;
- $P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$ *.

* A probabilidade da união de eventos é calculada através da *regra da adição de probabilidades*. Essa propriedade é comumente conhecida por *Teorema da soma das probabilidades*.

Observe que, se A e B forem disjuntos, a expressão acima se reduz à soma das probabilidades dos eventos A e B, pois a interseção é vazia e a correspondente probabilidade é nula. A *regra de adição de probabilidades* pode ainda ser expandida

para mais de dois eventos. Como consequência da regra da adição tem-se que, para qualquer evento $A \in \Omega$ a $P(\bar{A}) = 1 - P(A)$.

Os diversos autores que tratam do assunto, às vezes, divergem quanto às propriedades admitidas como axiomas, razão pela qual não será realizada aqui tal distinção. Deve-se notar que as propriedades anteriores não fornecem uma maneira objetiva de se atribuir probabilidades. Em verdade, a probabilidade, considerada à luz das propriedades acima, pode ter seus valores atribuídos de forma subjetiva por diversos indivíduos o que, em diversos casos, tem suas vantagens. Logo, surge a seguinte questão: como atribuir probabilidades aos elementos de um espaço amostral? Há duas maneiras de responder a essa questão. A primeira delas consiste na atribuição de probabilidades baseando-se em características teóricas da realização do fenômeno, e a outra maneira é através das frequências de ocorrências.

Observando as diversas repetições do fenômeno em que ocorre a variável de interesse, pode-se anotar o número de ocorrências de cada valor dessa variável. Para um número grande de realizações, a frequência relativa poderia ser considerada como probabilidade. Pois, à medida que o número de repetições vai aumentando, as frequências relativas se estabilizam em um número que será denominado de probabilidade.

Sendo assim, uma regra prática que fornece uma forma objetiva para a atribuição numérica da probabilidade é a seguinte: suponha que um evento A possa acontecer de m maneiras diferentes, em um total de n modos possíveis, igualmente prováveis. Então a probabilidade de ocorrência do evento é definida por:

$$P(A) = m / n \quad **$$

Sendo,

m = número de resultados favoráveis ao evento A ;

n = número de resultados possíveis, desde que igualmente prováveis.

Essa maneira de se atribuir probabilidades já foi historicamente considerada como a definição da probabilidade, daí ser hoje por muitos chamada “definição clássica da probabilidade”. Por outro lado, a maneira teoricamente mais correta de se atribuir probabilidades seria, em casos onde o experimento pode ser repetido infinitas vezes, calcular o valor limite para o qual tende o limite da frequência relativa** à medida que aumenta o número de repetições do experimento, sempre sob as mesmas condições.

3.3. Probabilidade condicionada e correspondentes propriedades

Em muitas situações práticas, o fato de se ficar sabendo que certo evento ocorreu faz com que se modifique a probabilidade que se atribuí a outro evento. Este é o caso, por exemplo, no qual o fenômeno aleatório pode ser dividido em etapas. A informação do que ocorreu em uma determinada etapa pode influenciar nas probabilidades de ocorrências das etapas sucessivas.

Dados dois eventos A e B, denota-se por $P(A/B)$ a probabilidade do evento A ocorrer sabendo-se que B ocorreu ou, simplesmente, probabilidade de A condicionada a B. Pode-se mostrar a coerência da relação segundo a qual

$$P(A/B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}, \quad P(B) > 0$$

Analogamente

$$P(B/A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)}, \quad P(A) > 0$$

Caso $P(B) = 0$, a $P(A/B)$ pode ser atribuída arbitrariamente, por exemplo, $P(A/B) = P(A)$.

Das expressões acima resulta a *regra do produto*, que se refere ao cálculo da probabilidade do evento intersecção:

$$P(A \cap B) = P(A) \cdot P(B/A) = P(B) \cdot P(A/B)$$

Nota-se que a ordem de condicionamento pode ser invertida e que a expressão pode ser generalizada para diversos eventos. Para três eventos pode-se, por exemplo, escrever,

$$P(A \cap B \cap C) = P(A) \cdot P(B/A) \cdot P(C/A \cap B)$$

Dois importantes teoremas são os seguintes:

a) *Teorema da Probabilidade Total*: Seja E_1, E_2, \dots, E_n uma partição e A um evento qualquer de Ω . Então:

$$P(A) = \sum_{i=1}^n P(E_i) \cdot P(A/E_i)$$

b) *Teorema de Bayes*: Nas mesmas condições do teorema anterior, suponha que os eventos E_1, E_2, \dots, E_n formem uma partição de Ω e que suas probabilidades sejam conhecidas. Suponha ainda que para um evento A, se conheçam as probabilidades $P(A/E_i)$ para todo $i = 1, 2, \dots, n$. Então para qualquer j:

$$P(E_j / A) = \frac{P(E_j \cap A)}{P(A)} = \frac{P(E_j) \cdot P(A / E_j)}{\sum_{i=1}^n P(E_i) \cdot P(A / E_i)}, \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

O primeiro teorema ensina como calcular a probabilidade incondicional do evento A, isto é, não importando qual dos eventos da família E_i possa ter ocorrido. O Teorema de Bayes por sua vez, mostra como calcular a probabilidade de que tenha sido o particular evento E_j da família E_i aquele que ocorreu, isto face à informação de que o evento A ocorreu.

3.4. Eventos independentes

Se $P(A / B) = P(A / \bar{B}) = P(A)$, o evento A é dito estatisticamente independente do evento B, isso implica que o evento B também será estatisticamente independente do evento A. Logo, dois eventos A e B são independentes se a informação da ocorrência ou não de B não alterar a probabilidade de ocorrência de A, caso contrário, são eventos dependentes.

Nas condições de independência os cálculos se simplificam, pois não é preciso se preocupar com probabilidades condicionadas. Sendo independentes os eventos, a *regra do produto* fica:

$$P(A \cap B) = P(A) \cdot P(B)$$

sendo de imediata generalização a vários eventos, ou seja:

$$P(A \cap B \cap \dots \cap K) = P(A) \cdot P(B) \dots P(K)$$

3.5. Variáveis aleatórias

Uma *variável* é representada por um símbolo, como X, Y, ..., K que pode assumir qualquer um de um conjunto de valores que lhe são atribuídos, conjunto este chamado *domínio da variável*. Se a variável pode assumir apenas um valor é denominada *constante*. Uma variável que pode assumir, teoricamente, qualquer valor entre duas observações quaisquer se chama *variável contínua*; de outro modo denomina-se *variável discreta*. Os *dados* que podem ser descritos por meio de uma variável discreta ou contínua são chamados *dados discretos* ou *contínuos*, respectivamente. Em geral, as medições dão origem a dados contínuos, enquanto que as enumerações ou contagens, resultam em dados discretos.

Uma variável aleatória é uma função que associa números reais aos eventos de um espaço amostral. Cada variável aleatória tem associada a si uma *distribuição de probabilidade*, cujo conhecimento é necessário para a perfeita caracterização do seu comportamento. Sabe-se que as *variáveis aleatórias* são completamente caracterizadas pela sua *distribuição de probabilidade* e uma parte importante da Estatística é justamente obter, para uma dada variável de interesse, a *distribuição de probabilidade* que melhor represente seu comportamento na população.

3.5.1. Variáveis aleatórias unidimensionais

3.5.1.1. Variáveis aleatórias unidimensionais discretas

Variáveis aleatórias discretas são as que os possíveis valores da variável formam um conjunto enumerável de valores. Ou seja, uma variável aleatória é dita discreta, quando essa associa a cada possível resultado do espaço amostral valores enumeráveis com certa probabilidade. Em tais casos, a *distribuição de probabilidade* é caracterizada por uma função denominada de *função probabilidade*, $P(X)$, que associa probabilidades não nulas aos possíveis valores da variável aleatória, e zero aos demais valores. A *função probabilidade* pode ser dada por uma tabela, gráfico, por uma expressão analítica, etc. Assim, a função que associa a cada valor da variável aleatória sua probabilidade é denominada de *função de probabilidade*:

$$P(X = x_i) = P(x_i) = p_i$$

Note que, na maioria dos casos, X terá apenas um número finito de valores possíveis e, assim, a verificação de que a soma de probabilidades é igual a um será feita através de uma soma finita.

A obtenção da função de probabilidade no caso de variáveis aleatórias discretas é feita, em geral, diretamente através do cálculo das probabilidades dos eventos do espaço amostral original do experimento.

Usam-se letras maiúsculas para designar genericamente as variáveis aleatórias, e letras minúsculas para particulares valores por elas assumidos. Por exemplo: sendo X uma variável aleatória com função de probabilidade dada por $P(X = x)$, ou simplesmente $P(x)$, os possíveis valores de X são representados por (x_1, x_2, \dots, x_n) .

3.5.1.2. Variáveis aleatórias unidimensionais contínuas

São aquelas em que os possíveis resultados do experimento são representados pelos infinitos valores de um intervalo contínuo. Uma *variável aleatória contínua* é uma variável que, em uma certa faixa, pode assumir qualquer valor dentre um conjunto contínuo de possíveis valores. Assim sendo, a probabilidade correspondente a cada possível valor individualmente considerado passa a ser zero o que, obviamente, nesse caso, não mais significa necessariamente resultado impossível. Conseqüentemente, no caso de variáveis aleatórias contínuas, somente terão interesse as probabilidades de que a variável aleatória assuma valores em dados intervalos. Tais probabilidades poderão ser determinadas com o conhecimento da *distribuição de probabilidade* da variável aleatória.

No caso de uma variável aleatória contínua, a *distribuição de probabilidade* será caracterizada por sua *função densidade de probabilidade*, que será designada por letra minúscula, $f(x)$. Diz-se que $f(x)$ é uma *função densidade de probabilidade* para uma variável aleatória contínua X se satisfazer a duas condições:

- 1) $f(x) \geq 0$, para todo $x \in (-\infty, \infty)$.
- 2) A área definida por $f(x)$ for igual a 1.

Com o auxílio do cálculo diferencial e integral, é possível representar a segunda condição através de:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(x) \cdot dx = 1$$

Da mesma forma, para calcular probabilidades, tem-se que para $a < b$:

$$P(a \leq X \leq b) = \int_a^b f(x) \cdot dx$$

a integral, acima, indica a área sob a função $f(x)$ definida pelo intervalo $[a, b]$.

Pois, a segunda propriedade interpretada geometricamente, estabelece que a probabilidade correspondente a um intervalo será dada pela área determinada por esse intervalo sob o gráfico da função. Note que, pela forma como se atribui as probabilidades no caso contínuo, tem-se área zero sob qualquer valor individual, isto é, $P(X = x) = 0$, para qualquer x . Portanto, em se tratando de variáveis aleatórias contínuas, a probabilidade de ocorrência de um valor isolado é sempre zero e, conseqüentemente, as probabilidades calculadas sobre os intervalos $[a, b]$, $[a, b)$, $(a, b]$ e (a, b) são as mesmas, para quaisquer valores de a e b .

A forma geométrica da *função densidade de probabilidade* irá caracterizar a *distribuição de probabilidade* no caso de variáveis aleatórias contínuas, e o gráfico da função dará uma idéia visual de como deve ser o seu comportamento. Resultados impossíveis, no caso de *variáveis aleatórias contínuas*, serão caracterizados por uma *função densidade de probabilidade* nula no intervalo considerado.

3.5.1.3. Função de repartição ou Função de distribuição acumulada

Uma maneira alternativa pela qual se pode caracterizar a *distribuição de probabilidade* de uma variável aleatória é através de sua *função de repartição* ou de *função de distribuição acumulada*.

A função de repartição ou de distribuição acumulada de uma variável aleatória X é representada pela letra maiúscula, $F(x)$, correspondente a minúscula usada para a função densidade, $f(x)$. Essa função é definida para qualquer número real x pela seguinte expressão:

$$F(x) = P(X \leq x)$$

Trata-se, portanto, de uma função que fornece, para qualquer ponto considerado, a probabilidade de que a variável aleatória assuma um valor menor ou igual que o correspondente a esse ponto. Assim, para as variáveis aleatórias discretas,

$$F(x) = \sum_{x_i \leq x} P(x_i)$$

e para as variáveis aleatórias contínuas,

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(x) \cdot dx$$

Conhecida a função de probabilidade de uma variável aleatória discreta ou a função densidade de probabilidade de uma variável aleatória contínua, pode-se determinar sua função de repartição ou de distribuição acumulada (o inverso é verdadeiro).

Por exemplo, no caso de uma variável aleatória contínua, a função densidade de probabilidade pode ser obtida por derivação da função de repartição, o que é fácil de se perceber uma vez que $F(x)$ resulta da integração de $f(x)$.

A função de repartição goza das seguintes propriedades:

- $0 \leq F(x) \leq 1$;
- $F(-\infty) = 0$;

- $F(+\infty) = 1$;
- $F(x)$ é sempre não decrescente;
- $F(b) - F(a) = P(a < X \leq b)$, para $b > a$;
- $F(x)$ é contínua à direita de qualquer ponto;
- $F(x)$ é descontínua à esquerda dos pontos de probabilidade positiva.

3.5.1.4. Parâmetros de posição

a) Média, valor esperado, expectância ou esperança matemática: pode ser denotada por μ ou E , e definida por

$$\mu = E(X) = \sum_i x_i \cdot P(x_i),$$

para variáveis aleatórias discretas, e por

$$\mu = E(X) = \int_{-\infty}^{+\infty} x \cdot f(x) \cdot dx,$$

para variáveis aleatórias contínuas.

A média de um conjunto de dados, x_1, x_2, \dots, x_n , é a soma dos valores dividida pelo número total de observações, ou seja,

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Propriedades:

- $E(k) = k$;
- $E(kX) = k \cdot E(X)$;
- $E(X + Y) = E(X) + E(Y)$, em geral; ***
- $E(k \pm X) = k \pm E(X)$;
- $E(X \cdot Y) = E(X) \cdot E(Y)$, para variáveis independentes.

*** Importante.

b) Mediana: pode ser denotada por m_d . É o ponto que divide a distribuição de probabilidade em duas partes equiprováveis, quando tal ponto existir, ou seja,

$$P(X < m_d) = P(X > m_d) = 0,5$$

no caso contínuo a mediana pode ser definida como o ponto tal que $F(m_d) = 0,5$.

c) Moda: pode ser denotada por m_o . É (são) o(s) ponto(s) de maior probabilidade, no caso discreto, ou maior densidade de probabilidade, no caso contínuo. É, portanto, um parâmetro que indica a região mais provável da distribuição. No caso contínuo, para encontrar a moda, deve-se tomar o máximo da função densidade:

$$f(m_o) = \max f(x)$$

3.5.1.5. Parâmetros de dispersão

São parâmetros que caracterizam a variabilidade das variáveis aleatórias.

a) Variância: pode ser denotada por $\sigma^2(X)$ ou, simplesmente por σ^2 . Sendo,

$$\sigma^2(X) = E[(X - \mu)^2] = E(X^2) - [E(X)]^2 = E(X^2) - \mu^2$$

onde $E(X)$ é indicada simplesmente por μ e $E(X^2)$ é calculado, no caso discreto, por

$$E(X^2) = \sum_i x_i^2 \cdot P(x_i)$$

e, no caso contínuo, por

$$E(X^2) = \int_{-\infty}^{+\infty} x^2 \cdot f(x) \cdot dx$$

Com a aplicação da definição de expectância ou média, a expressão acima leva, no caso discreto, com $P(X = x_i) = P(x_i)$, para $i = 1, 2, \dots, k$ e média μ , à variância a ser definida por,

$$\sigma^2(X) = \sum_{i=1}^k (x_i - \mu)^2 \cdot P(x_i) = \sum_{i=1}^k P(x_i) \cdot x_i^2 - \mu^2$$

e, no caso contínuo, para a variável X com função de densidade $f(x)$, a variância é dada por,

$$\sigma^2(X) = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - \mu)^2 \cdot f(x) \cdot dx$$

Propriedades:

- $\sigma^2(k) = 0$;
- $\sigma^2(kX) = k^2 \cdot \sigma^2(X)$;
- $\sigma^2(X \pm Y) = \sigma^2(X) + \sigma^2(Y)$, para variáveis independentes; ****
- $\sigma^2(k \pm X) = \sigma^2(X)$.

**** Importante.

b) Desvio padrão: é a raiz quadrada da variância, e pode ser denotada por $\sigma(X)$ ou, simplesmente por σ . Tem sobre a variância a vantagem de ser mais representativa ao se comparar dispersões, e de ser expressa na mesma unidade de medida da variável. Suas propriedades decorrem das da variância.

c) Coeficiente de variação: é definido como o quociente entre o desvio padrão e a média. É usado quando se deseja ter uma idéia da dispersão relativa, será denotado por CV , ou seja

$$CV = \frac{\sigma}{\mu}$$

d) Amplitude: é dado pela diferença entre o maior e o menor valor possível da variável, pode ser denotada por A .

3.5.2. Funções de variáveis aleatórias unidimensionais

Toda função de uma variável aleatória é também uma variável aleatória, ou seja, se $Y = f(X)$ e X é uma variável aleatória, Y também será uma variável aleatória. Assim, conhecida a distribuição de probabilidade de X e a função que relaciona os valores de Y aos valores de X , é fácil descobrir a distribuição de probabilidade de Y . É muito comum ter que estudar o comportamento conjunto de várias variáveis. Neste item, será estudado o comportamento de duas variáveis.

3.5.2.1. Distribuições bidimensionais

Uma *variável aleatória bidimensional* é caracterizada por um par ordenado de valores, o qual pode assumir valores dentro de dado conjunto segundo leis probabilísticas.

Sejam X e Y duas variáveis aleatórias discretas originárias do mesmo fenômeno aleatório, com valores atribuídos a partir do mesmo espaço amostral. A *função de probabilidade conjunta*, $P(X,Y)$, para a *variável aleatória bidimensional discreta* é definida, para todos os possíveis pares de valores de (X, Y) , da seguinte forma:

$$P(x, y) = P[(X = x) \cap (Y = y)] = P(X = x, Y = y)$$

No caso de *variáveis aleatórias bidimensionais contínuas*, a distribuição de

probabilidade será caracterizada por uma *função densidade de probabilidade bidimensional* ou *conjunta*, $f(x,y)$. Essa função, a duas variáveis, será sempre não negativa e sua integral dupla em dada região nos dará a probabilidade de que o par (X,Y) pertença a essa região. O volume total por ela definida é unitário.

3.5.2.2. Distribuições marginais

Dada a *distribuição da variável aleatória bidimensional* (X,Y) , é possível conhecer a distribuição apenas de X ou de Y , independentemente do valor da outra variável. Essa distribuição é denominada de *distribuição marginal*.

A *distribuição marginal* no caso de variáveis aleatórias discretas pode ser obtida com,

$$P(X = x_i) = \sum_j P(x_i, y_j)$$

$$P(Y = y_j) = \sum_i P(x_i, y_j)$$

No caso contínuo, sendo $g(x)$ a função densidade marginal de X e $h(y)$ a função densidade marginal de Y , tem-se

$$g(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x, y) \cdot dy$$

$$h(y) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x, y) \cdot dx$$

3.5.2.3. Distribuições condicionadas

A idéia de probabilidade condicionada pode ser generalizada às distribuições de probabilidade. Assim, no caso discreto, dado duas variáveis discretas definidas no mesmo espaço amostral, a *probabilidade condicional* de $X = x$, dado que $Y = y$ ocorreu, é dada pela expressão:

$$P(X = x / Y = y) = \frac{P(X = x, Y = y)}{P(Y = y)}$$

a distribuição de probabilidade de X condicionada a y_i , será dada pelas probabilidades

$$P(x_i / y_j) = \frac{P(X = x_i, Y = y_j)}{P(Y = y_j)}, \text{ para todo } i.$$

Analogamente, a distribuição de probabilidade de Y condicionada a x_i será dada

pelas probabilidades,

$$P(y_j / x_i) = \frac{P(X = x_i, Y = y_j)}{P(X = x_i)}, \text{ para todo } j.$$

No caso contínuo, as distribuições condicionadas de X e Y são dadas por,

$$g(x / y_j) = \frac{f(x, y_j)}{h(y_j)}$$

$$h(y / x_i) = \frac{f(x_i, y)}{g(x_i)}$$

onde $g(x)$ e $h(y)$ são as respectivas distribuições marginais, e x_i e y_j os valores específicos para os quais se desejam obter as distribuições condicionadas.

3.5.2.4. Variáveis aleatórias independentes

Duas variáveis discretas são independentes se, para todos os pares (x_i, y_j) , tem-se:

$$P(X = x_i, Y = y_j) = P(X = x_i) \cdot P(Y = y_j)$$

No caso contínuo, duas variáveis aleatórias são independentes se, para todo par (x, y) , tem-se:

$$f(x, y) = g(x) \dots h(y)$$

No caso de variáveis independentes, as distribuições condicionadas coincidem com as respectivas distribuições marginais.

4. Distribuição Normal ou de Gauss

Existem inúmeras distribuições de probabilidade. Para variáveis aleatórias discretas, as principais distribuições são: distribuição equiprovável, distribuição de Bernoulli, distribuição binomial, distribuição de Poisson, distribuição polinomial ou multinomial, distribuição geométrica, distribuição de Pascal, distribuição hipergeométrica, etc. Com relação às variáveis aleatórias contínuas, pode-se citar como as principais distribuições contínuas: distribuição uniforme, distribuição exponencial, distribuição normal ou de Gauss, distribuição gama, distribuição beta, distribuição lognormal, etc. Entretanto, de todas as distribuições citadas, será detalhada nesse anexo somente a distribuição Normal ou de Gauss, por ter sido esta a distribuição adotada nesta dissertação.

Essa distribuição é de grande importância na Estatística. A importância da distribuição Normal decorre de razões de ordem prática e teórica. A importância prática está em que inúmeras variáveis encontradas na realidade se distribuem aproximadamente segundo o modelo normal que pode, então, ser usado para descrever o seu comportamento. A importância teórica está ligada ao fato de ser a distribuição normal uma distribuição limite, fato esse resultante do denominado Teorema do Limite Central. Esse importante teorema é, em geral, apresentado sob diversas formas, mas afirma, em essência, que, sob condições bastante gerais, uma variável aleatória resultante de uma soma de n variáveis aleatórias independentes, no limite quando n tende a infinito, tem distribuição normal.

Os próprios fenômenos naturais, de certa forma, oferecem situações semelhantes à mencionada no teorema, em que diversas causas independentes somam seus efeitos para produzir um certo resultado. Por outro lado, uma consequência do teorema é que se pode aproximar pela normal várias distribuições importantes que se enquadram na situação mencionada como, por exemplo, as distribuições binomial e de Poisson.

Diz-se que uma variável aleatória contínua tem distribuição Normal com parâmetros μ e σ^2 , se sua função densidade de probabilidade é dada por:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}, \text{ com } -\infty < x < +\infty$$

na qual $\pi = 3.14159$, $e = 2.71828$, $\mu =$ media, e $\sigma =$ desvio padrão.

Usa-se a notação $X \sim N(\mu, \sigma^2)$, para indicar que X tem distribuição Normal com parâmetros μ e σ^2 .

Algumas propriedades da distribuição Normal são:

- $f(x)$ é simétrica em relação a μ ;
- $f(x) \rightarrow 0$ quando $x \rightarrow \pm \infty$;
- o valor máximo de $f(x)$ se dá para $x = \mu$.

No cálculo de probabilidades para variáveis contínuas, deve-se resolver a integral da função densidade no intervalo de interesse, isto é,

$$P(a \leq X \leq b) = \int_a^b \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \cdot dx$$

Observando a expressão anterior, vê-se imediatamente que ela depende de dois parâmetros μ e σ , que são a sua média e seu desvio padrão, conforme a própria notação

sugere. Analisando matematicamente essa expressão, pode-se verificar que seu gráfico será simétrico em relação à μ , que também será a moda e mediana, e decrescente assintoticamente a zero nos extremos e com pontos de inflexão em $\mu - \sigma$ e $\mu + \sigma$.

Para distribuições normais,

68,27% dos casos estão incluídos ente $\mu - \sigma$ e $\mu + \sigma$.

95,45% dos casos estão incluídos ente $\mu - 2\sigma$ e $\mu + 2\sigma$.

99,73% dos casos estão incluídos ente $\mu - 3\sigma$ e $\mu + 3\sigma$.

Entretanto, a integral acima só pode ser resolvida de modo aproximado e por métodos numéricos. Por essa razão, as probabilidades para o modelo Normal são calculadas com o auxílio de tabelas.

Para se evitar a multiplicação desnecessária de tabelas para cada par de (μ, σ^2) , utiliza-se a *variável normal padrão* ou *reduzida* com parâmetros $(0,1)$.

Essas tabelas utilizam valores padronizados que denotaremos pela letra X' , a fim de tornar a tabela independente de μ e σ . Os valores da variável X' são obtidos em função de X pela transformação linear:

$$x' = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

Quando a variável X é expressa em termos de unidade reduzida, a expressão anterior é substituída por:

$$f(x') = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \cdot x'^2}$$

Como consequência do Teorema do Limite Central, X' também será uma variável normalmente distribuída, resultando, das propriedades da média e do desvio padrão, que $\mu = 0$ e $\sigma = 1$. A essa particular distribuição normal denomina-se *normal reduzida* ou *padronizada*. Tal denominação justifica-se perfeitamente, pois se vê pela expressão acima que X' nada mais é que a distância algébrica do ponto x considerado à média, medida em desvios padrões.

Dessa forma, entrando-se na tabela com um valor de x'_0 correspondente ao x_0 considerado, obtém-se diretamente $P(0 \leq Z \leq x'_0) = P(\mu \leq X \leq x_0)$. Em geral, tabela-se somente a parte positiva da distribuição de X' , devido à sua simetria. Entretanto, sendo $x'_0 < 0$, a tabela também fornecerá diretamente $P(x'_0 \leq Z \leq 0) = P(x_0 \leq X \leq 0)$.

4.1. Combinações lineares de variáveis normais independentes

O Teorema do Limite Central afirma que uma *variável aleatória* obtida por combinação linear de *variáveis aleatórias normais independentes* será também uma *variável aleatória normalmente distribuída*.

Segundo esse teorema, sob determinadas circunstâncias, uma *variável* que é resultante da soma de várias *variáveis independentes* terá distribuição tendendo à normal e que, uma combinação linear de *variáveis aleatórias normais* pode ser decomposta em diversas somas de *várias variáveis independentes* e também terá *distribuição normal*. Não será demonstrada aqui essa afirmação, porém uma importante aplicação decorre deste teorema.

Para o cálculo dos parâmetros da distribuição normal resultante, basta aplicar as propriedades da média e da variância:

- $\sigma^2(X + Y) = \sigma^2(X) + \sigma^2(Y)$, para variáveis independentes;
- $E(X + Y) = E(X) + E(Y)$, em geral.

Logo seja, Z uma variável aleatória originada pela soma das variáveis aleatórias X e Y , ou seja, $Z = X + Y$. Se X e Y são variáveis aleatórias normalmente distribuídas, pelo teorema acima, Z também será e a sua média e variância poderão ser calculadas pelas expressões acima.

4.2. Aproximações pela normal

Como consequência do Teorema do Limite Central, distribuições resultantes da soma de *variáveis aleatórias independentes* poderão ser aproximadas pela *curva normal* desde que o número de parcelas dessa soma seja suficientemente grande.

Por exemplo, pode-se citar o caso da distribuição binomial, que pode ser considerada como uma soma de n variáveis independentes tipo Bernoulli. Portanto, quando n cresce, a distribuição binomial tende a uma curva normal de média $\mu = n.p$ e variância e $\sigma^2 = n.p.q$. Em geral, se considera que, se $n.p \geq 5$ e $n.q \geq 5$, n será suficientemente grande para se poder aproximar uma distribuição binomial pela normal. Há autores que sugerem $n.p \geq 10$ e $n.q \geq 10$, ou ainda $n.p \geq 15$ e $n.q \geq 15$. Evidentemente, a exigência está relacionada com o grau de precisão desejado nos cálculos.

Analogamente, a distribuição de Poisson, que resulta de um caso limite da binomial, poderá, se $\mu = \lambda t \geq 5$ (ou 10, ou 15), ser aproximada pela distribuição normal de mesma média λt e mesma variância λt .

Evidentemente, outras distribuições além das acima citadas poderão ser também aproximadas pela normal desde que resultem da soma de variáveis aleatórias independentes, como as distribuições de Pascal, Gama, etc.

5. Árvores de Probabilidade e Decisão

A construção de uma árvore de probabilidade e de decisão fornece uma ferramenta muito útil para a solução de problemas envolvendo duas ou mais etapas. A árvore de probabilidade consiste em uma representação gráfica na qual as diversas possibilidades são representadas, juntamente com as respectivas probabilidades condicionadas de cada situação. Isso permite, pela utilização direta da regra do produto das probabilidades, associar a cada nó terminal da árvore a respectiva probabilidade.

Note-se que, ao se construir a árvore, os diversos eventos são organizados em uma ordem natural de condicionamento, o que corresponde a representar na árvore a realidade do fenômeno ou, segundo uma terminologia usual, a construir a “árvore da natureza” do problema. A obtenção desses resultados pelo cálculo de probabilidades formal seria certamente bem mais trabalhosa.

Se, além de ocorrerem eventos com probabilidades conhecidas, estiverem envolvidas decisões nos diversos estágios da árvore, tem-se uma árvore de decisões.

Nesse caso, as probabilidades e as decisões devem aparecer na árvore na seqüência em que os fatos se revelam ao agente tomador de decisões. Nesse tipo de árvore, deve-se distinguir entre dois tipos de nós: nós de acaso e nós de decisão. Nos nós de acaso, os fatores acontecem segundo probabilidades conhecidas e, nos nós de decisão, o tomador de decisão escolherá a alternativa que lhe parecer melhor.

ANEXO **B**

MULTIPLICADORES DE LAGRANGE

Multiplicadores de Lagrange

O método dos multiplicadores de Lagrange é utilizado para maximizar e minimizar funções de muitas variáveis sujeitas a uma ou mais restrições. Como exemplo, será esboçado o caso mais simples, que é o de duas variáveis e uma restrição. Suponha calcular os máximos e mínimos de uma função $z = f(x, y)$ de duas variáveis que não são independentes, mais sim, ligadas por uma condição ou restrição sob a forma: $g(x, y) = 0$.

Para determinar o valor máximo de $f(x, y)$ sobre a curva $g(x, y) = 0$, procura-se o maior valor de $f(x, y)$ que intercepta $g(x, y) = 0$. Em tal ponto de intersecção as duas curvas têm a mesma reta tangente e logo, a mesma reta normal.

Assim, os vetores dessas retas normais ao ponto de intersecção, tem a mesma direção, sendo, portanto, múltiplos um do outro, segundo um número λ .

$$\text{grad } f = \frac{\partial f}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial f}{\partial y} \vec{j}$$

e

$$\text{grad } g = \frac{\partial g}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial g}{\partial y} \vec{j}$$

tem-se $\text{grad } f = \lambda \text{grad } g$, que em notação escalar, resulta em três equações:

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \lambda \frac{\partial g}{\partial x}, \quad \frac{\partial f}{\partial y} = \lambda \frac{\partial g}{\partial y}, \quad g(x, y) = 0.$$

Logo, tem-se três equações e três incógnitas x , y e λ , que ao serem resolvidas irão fornecer os pontos (x, y) que maximizam ou minimizam a função $f(x, y)$ sob $g(x, y) = 0$. Assim, a etapa final consiste em calcular os valores de $f(x, y)$ nos pontos-solução (x, y) a fim de distinguir os valores de máximo dos valores de mínimo.

No entanto, deve-se observar, que o método dos multiplicadores de Lagrange é simplesmente um artifício para se obter as três equações acima. O problema consiste em determinar os valores máximos e mínimos não-condicionados da função auxiliar abaixo, para determinar os valores condicionados de $f(x, y)$ com a restrição $g(x, y) = 0$. Ou seja,

$$L(x, y, \lambda) = f(x, y) - \lambda g(x, y)$$

onde a variável λ chama-se multiplicador de Lagrange.

ANEXO **C**

SÉRIE DE TAYLOR

Série de Taylor

A série de Taylor é uma série infinita de potências publicada em 1715 por Brook Taylor. Uma série infinita é uma soma de infinitos termos compostos de infinitos números a_n , um para cada inteiro positivo n .

Há séries numéricas e séries de funções, onde se tem, por exemplo, as séries de potência. A soma de uma série de potências, dentro do intervalo de convergência, é uma função contínua com derivadas de todas as ordens.

Na Matemática Avançada existem inúmeras funções cuja resolução prática somente se torna possível através do uso de séries. Em tais casos, a série é usada para expandir a função em uma soma, através da qual se torna possível o cálculo dos valores numéricos da mesma. Logo, através do estudo das propriedades da série é possível investigar as propriedades da função.

A série de Taylor é usada quando se tem uma função infinitamente derivável e necessita-se expandi-la em uma série de potências para a sua resolução.

Com esse fim, vamos assumir que uma função $f(x)$ seja a soma de uma série de potências com raio de convergência positivo,

$$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \dots + a_n x^n \quad \text{com, } R > 0$$

Derivando a função, $f(x)$, tem-se as derivadas: $f'(x)$, $f''(x)$, $f'''(x)$, ..., que podem ser expressas pelas expansões das derivadas em série de potências.

Colocando $x = 0$ em $f'(x)$, $f''(x)$, $f'''(x)$, ..., tem-se:

$$f(0) = a_0$$

$$f'(0) = a_1$$

$$f''(0) = 1.2a_2$$

$$f'''(0) = 1.2.3a_3, \dots,$$

$$f^{(n)}(0) = n!a_n$$

Logo,

$$a_0 = f(0)$$

$$a_1 = f'(0)$$

$$a_2 = \frac{f''(0)}{2!}$$

$$a_3 = \frac{f'''(0)}{3!}, \dots,$$

$$a_n = \frac{f^{(n)}(0)}{n!}.$$

A partir dessas fórmulas, conclui-se que $f(x)$ tem uma expansão em série de potências da forma:

$$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \dots + a_n x^n$$

então, seus coeficientes devem ser os números dados pelas equações acima. A série torna-se, portanto,

$$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \dots + a_n x^n = f(0) + f'(0)x + \frac{f''(0)}{2!}x^2 + \dots + \frac{f^{(n)}(0)}{n!}x^n$$

Sendo que a série de potências,

$$f(0) + f'(0)x + \frac{f''(0)}{2!}x^2 + \dots + \frac{f^{(n)}(0)}{n!}x^n$$

chama-se série de Taylor de $f(x)$ em $x = 0$.

Em resumo, se uma função é representada por uma série de potências com raio de convergência positivo, então existe somente uma série como essa - a série de Taylor da função. Logo, as expansões em séries de potências são únicas, pois os coeficientes são univocamente determinados pela própria função. Assim, a série de Taylor é uma série que tem como soma $f(x)$. A Série de Taylor pode ser escrita como:

$$f(x) = f(0) + f'(0)x + \frac{f''(0)}{2!}x^2 + \dots + \frac{f^{(n)}(0)}{n!}x^n = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{f^{(n)}(0)}{n!}x^n.$$

onde os números $a_n = \frac{f^{(n)}(0)}{n!}$ são chamados de Coeficientes de Taylor de $f(x)$.

ANEXO D

PROBABILIDADE DE FALHA SEGUNDO ANG & TANG (1984)

Exemplo de aplicação do conceito de Probabilidade de Falha
(segundo Ang & Tang (1984))

A Figura 1 apresenta os histogramas de resistência e solicitação para uma dada superfície resistente da fundação de uma obra:

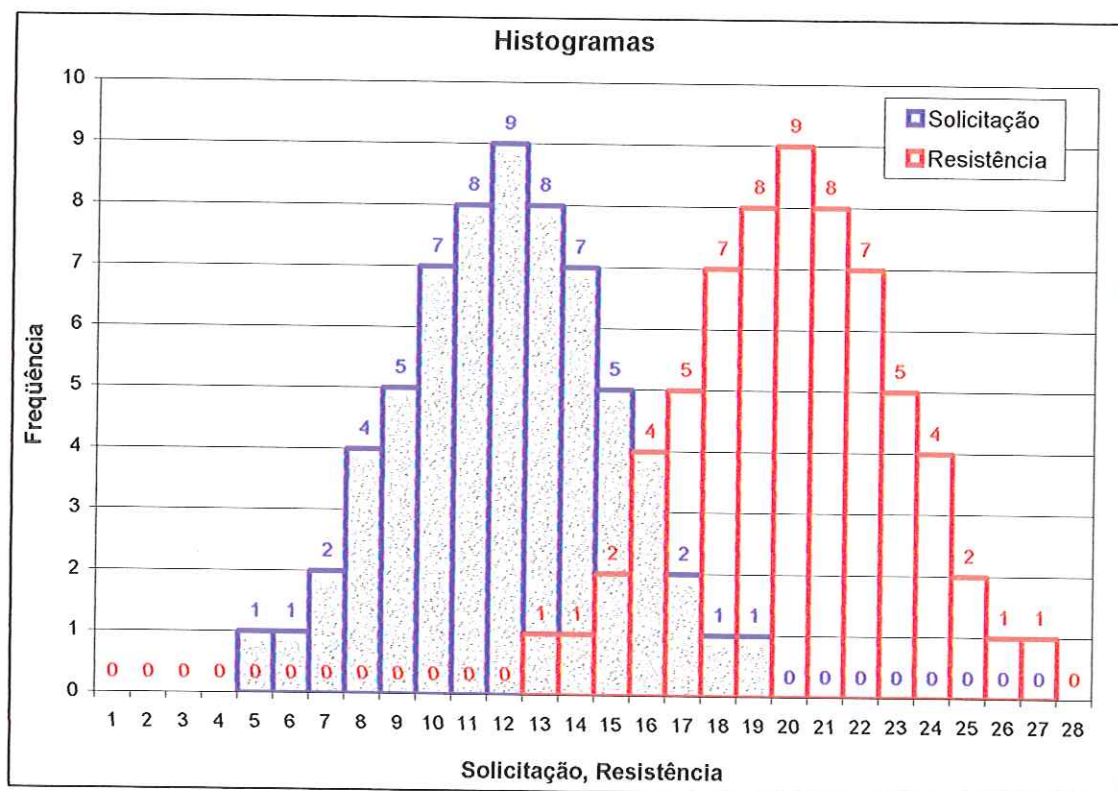


Figura 1. Histogramas de frequências de solicitação e resistência.

Premissas:

- ✓ O intervalo entre dois valores ao longo do eixo y é igual a $\Delta y = 1$;
- ✓ Há eventos 65 de solicitações (Y) e 65 de resistências (X);
- ✓ O histograma azul corresponde ao histograma das solicitações;
- ✓ O histograma vermelho corresponde ao histograma das resistências;
- ✓ A ruína ocorre quando $Y \leq X$.

O número apresentado na parte superior de cada um dos retângulos que compõem os histogramas da Figura 1, indica a quantidade de vezes que ocorreu o evento, ou seja, indica a frequência de ocorrência do evento. Observando essa figura é possível perceber que:

- a probabilidade de ocorrência de valores de resistências menores que 13 é igual a $F_X(13) = 1/65$. A frequência de solicitação $f_Y(13) = 8/65$. Para o intervalo $\Delta y = 1$, resulta

a correspondente frequência de ocorrência de ruptura de:

$$1/65 \cdot 8/65 \cdot 1 = 8/65^2$$

- a probabilidade de ocorrência de valores de resistências menores que 14 é igual a $F_X(14) = 2/65$. A frequência de solicitação $f_Y(14) = 7/65$. Para o intervalo $\Delta y = 1$, resulta a correspondente frequência de ocorrência de ruptura de:

$$2/65 \cdot 7/65 \cdot 1 = 14/65^2$$

- a probabilidade de ocorrência de valores de resistências menores que 15 é igual a $F_X(15) = 4/65$. A frequência de solicitação $f_Y(15) = 5/65$. Para o intervalo $\Delta y = 1$, resulta a correspondente frequência de ocorrência de ruptura de:

$$4/65 \cdot 5/65 \cdot 1 = 20/65^2$$

- a probabilidade de ocorrência de valores de resistências menores que 16 é igual a $F_X(16) = 8/65$. A frequência de solicitação $f_Y(16) = 4/65$. Para o intervalo $\Delta y = 1$, resulta a correspondente frequência de ocorrência de ruptura de:

$$8/65 \cdot 4/65 \cdot 1 = 32/65^2$$

- a probabilidade de ocorrência de valores de resistências menores que 17 é igual a $F_X(17) = 10/65$. A frequência de solicitação $f_Y(17) = 2/65$. Para o intervalo $\Delta y = 1$, resulta a correspondente frequência de ocorrência de ruptura de:

$$10/65 \cdot 2/65 \cdot 1 = 20/65^2$$

- a probabilidade de ocorrência de valores de resistências menores que 18 é igual a $F_X(18) = 11/65$. A frequência de solicitação $f_Y(18) = 1/65$. Para o intervalo $\Delta y = 1$, resulta a correspondente frequência de ocorrência de ruptura de:

$$11/65 \cdot 1/65 \cdot 1 = 11/65^2$$

- a probabilidade de ocorrência de valores de resistências menores que 19 é igual a $F_X(19) = 12/65$. A frequência de solicitação $f_Y(19) = 1/65$. Para o intervalo $\Delta y = 1$, resulta a correspondente frequência de ocorrência de ruptura de:

$$12/65 \cdot 1/65 \cdot 1 = 12/65^2$$

Somando-se estes valores tem-se a probabilidade de ruína:

$$Pr = (8 + 14 + 20 + 32 + 20 + 11 + 12) / 65^2 = 0,02769$$

A integração numérica da expressão de Ang & Tang (1984) realizada com o auxílio da planilha de integração numérica indicou $P_F = 0.027$. Observe a Figura 2 que apresenta as funções densidade de probabilidade de resistência, solicitação, probabilidade de falha e probabilidade de falha acumulada.

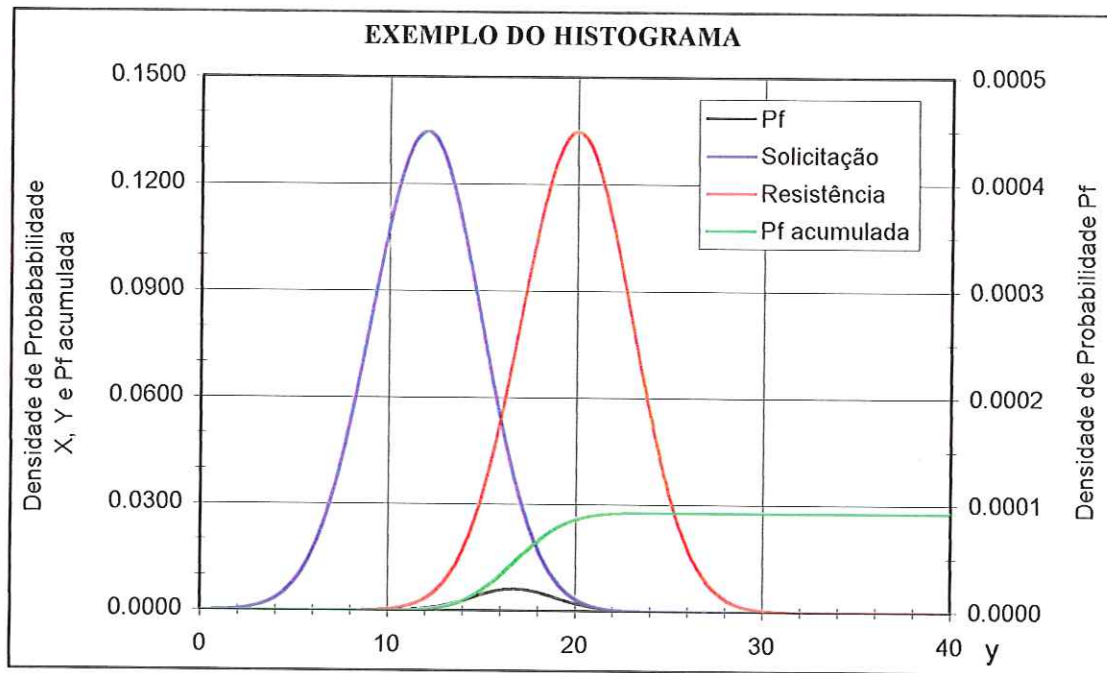


Figura 2. Funções de densidade de probabilidade para o exemplo.

Caso se opte por realizar, uma geração aleatória das funções normais X e Y , usando $X_m = 20$ e $\sigma_X = 2.958$, e $Y_m = 12$ e $\sigma_Y = 2.958$, a planilha de geração aleatória irá indicar $P_F = 0.029$.

ANEXO E

RELAÇÃO: COEFICIENTE DE SEGURANÇA E ÍNDICE DE CONFIABILIDADE

Relação entre Coeficiente de Segurança e Índice de Confiabilidade

Em uma análise de confiabilidade é de grande utilidade determinar a relação existente entre o Índice de Confiabilidade e o Coeficiente de Segurança. Considerando que a solicitação apresenta um coeficiente de variação igual a zero, a expressão do índice de confiabilidade se reduz à:

$$\beta = \frac{R - S}{\sigma_R}$$

Substituindo nesta expressão, o termo solicitação pela sua relação com o coeficiente de segurança, tem-se:

$$\beta = \frac{R - (R/CS)}{\sigma_R}$$

Colocando o índice de confiabilidade em evidência é possível perceber que o índice de confiabilidade relaciona-se com o coeficiente de segurança de acordo com a seguinte expressão (GENEVOIS, 1991):

$$CS = \frac{I}{I - \beta \cdot CV_R}$$

Com base nesta expressão foram elaborados os gráficos das Figuras 1, 2, 3 e 4, adotando um coeficiente de segurança igual a 1.5, 2.0, 3.0 e 4.0, respectivamente.

Quando isso é feito, a variável coeficiente de segurança passa a ser uma constante, conseqüentemente a expressão anterior apresenta a relação existente entre o índice de confiabilidade (probabilidade de ruína) e o coeficiente de variação dos valores de resistência dos elementos de fundação de um estaqueamento.

Observando esses gráficos é possível perceber que até um determinado valor de coeficiente de variação das resistências é possível projetar a fundação com uma probabilidade de ruína adequada (índice de confiabilidade mínimo igual a 3.09). Entretanto, a partir de determinado valor de coeficiente de variação, o índice de confiabilidade resultante será inferior ao recomendado (3.09) e como conseqüência à probabilidade de ruína será superior à aceitável (1/1000).

Para o coeficiente de segurança igual a 2.0, um coeficiente de variação das resistências de no máximo 16.2 % permite que a fundação a ser projetada tenha um índice de confiabilidade adequado. Após esse valor, percebe-se que se torna inviável projetar a fundação com níveis de segurança adequados.

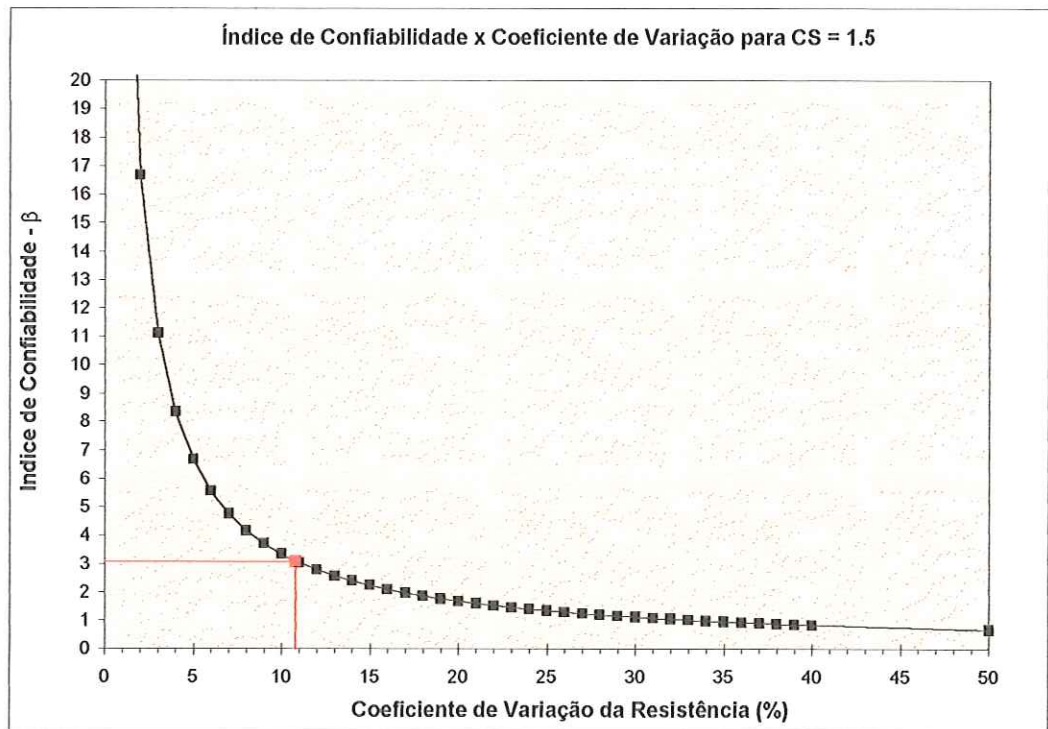


Figura 1. Relação: Índice de Confiabilidade e Coeficiente de Variação para CS = 1.5.

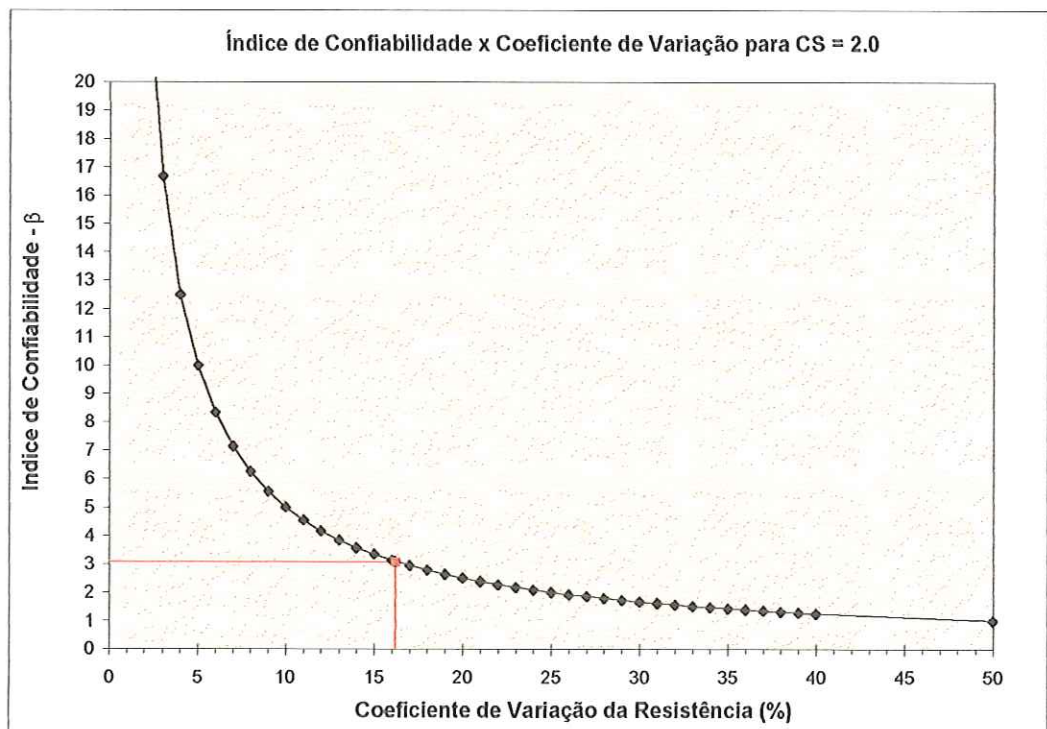


Figura 2. Relação: Índice de Confiabilidade e Coeficiente de Variação para CS = 2.0.

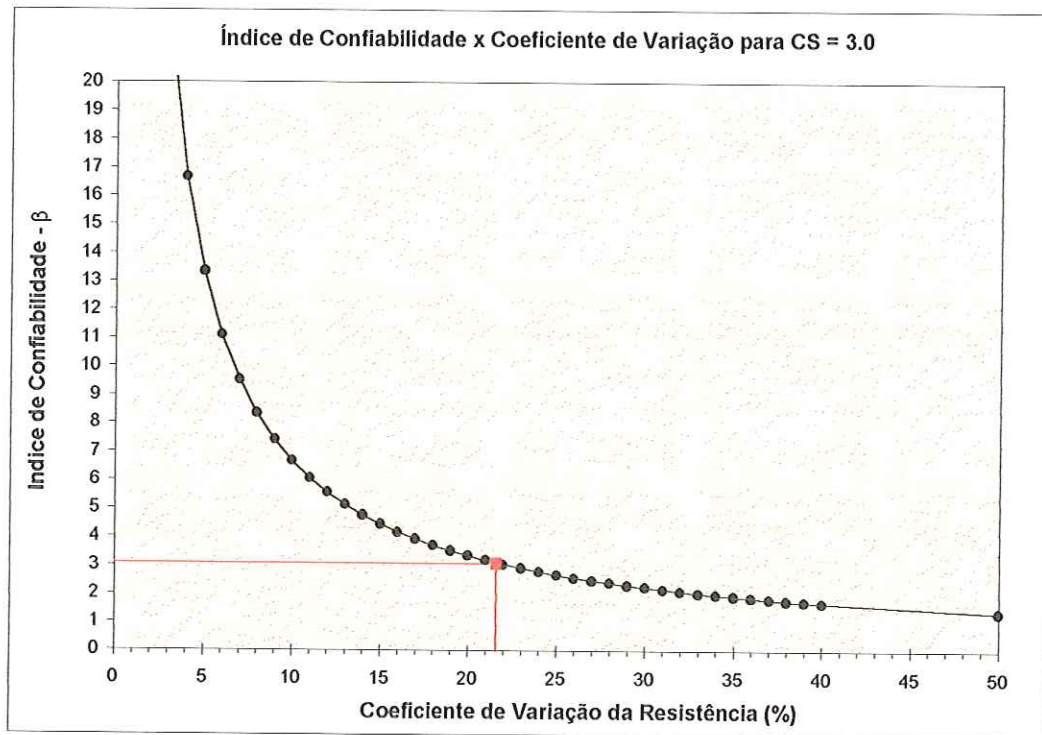


Figura 3. Relação: Índice de Confiabilidade e Coeficiente de Variação para CS = 3.0.

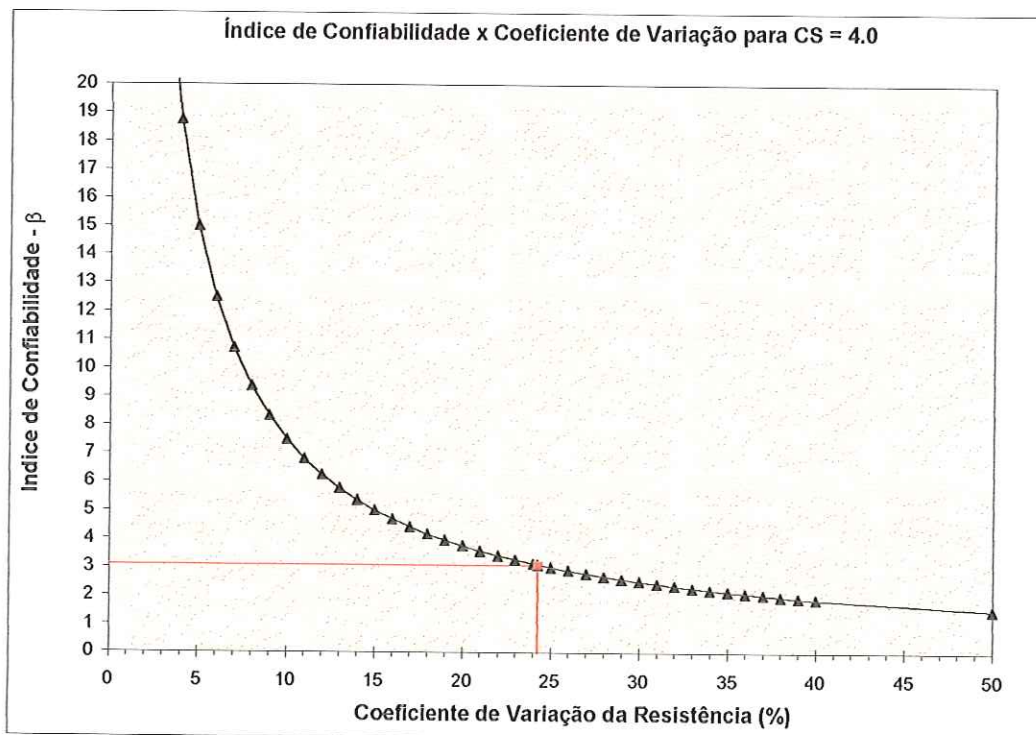


Figura 4. Relação: Índice de Confiabilidade e Coeficiente de Variação para CS = 4.0.

O mesmo raciocínio é válido quando se adotada qualquer valor de coeficiente de segurança. As Figuras 1, 3 e 4, respectivamente, demonstram que para um :

- CS = 1.5, o coeficiente de variação máximo deve ser de 10.8%;
- CS = 3.0, o coeficiente de variação deve ser de no máximo de 21.6%;
- CS = 4.0, o coeficiente de variação deve ser 24.3% no máximo.

para que a probabilidade de ruína seja adequada (no máximo 1/1000).

