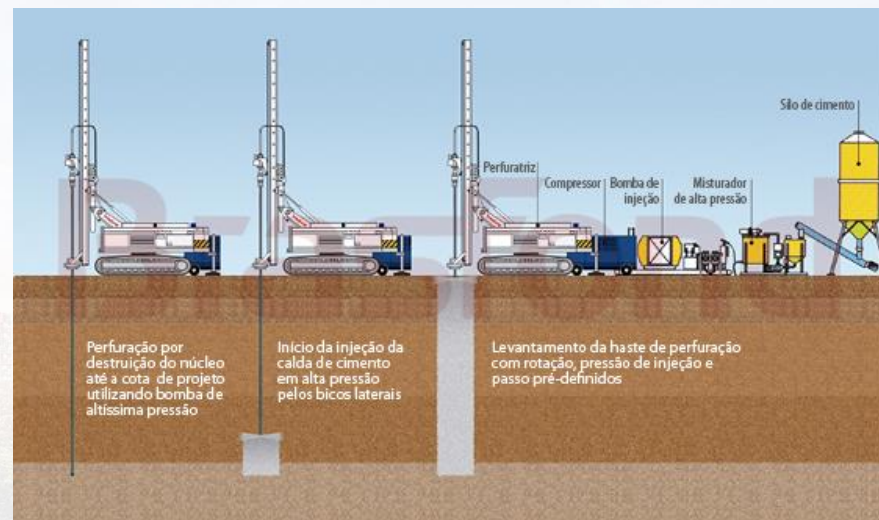


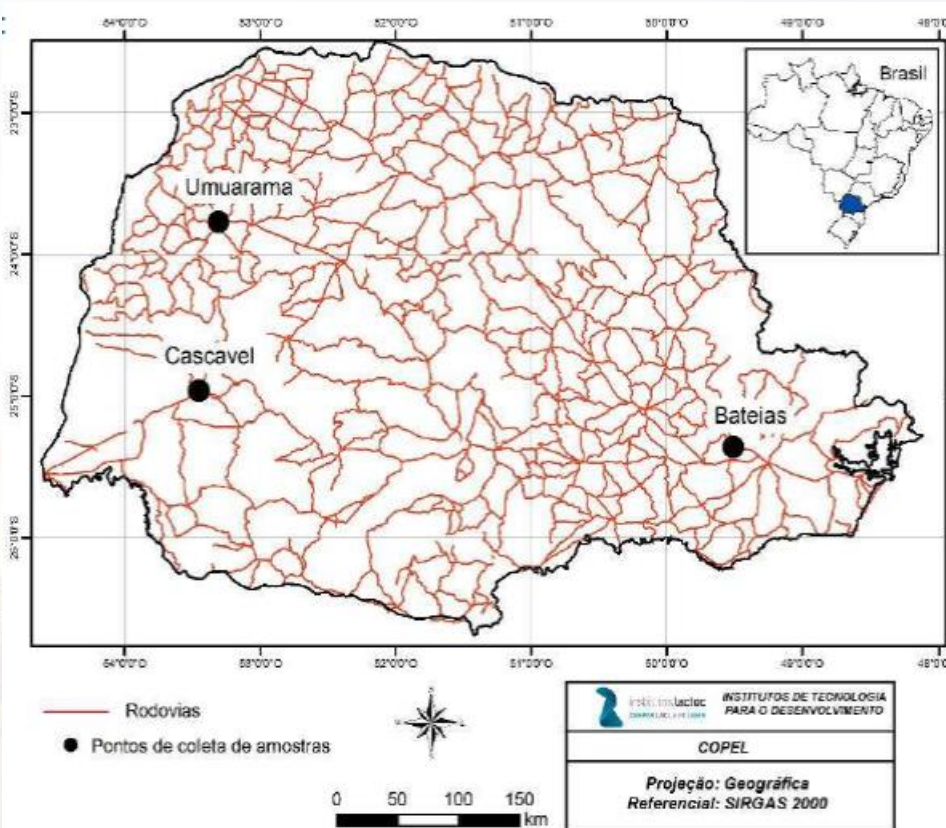
DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE PROTÓTIPO PARA MELHORAMENTO DE SOLOS ATRAVÉS DE INJEÇÕES.

**Grupo de estudo de linhas
de transmissão – GLT/Joel
Vitor Pimenta**

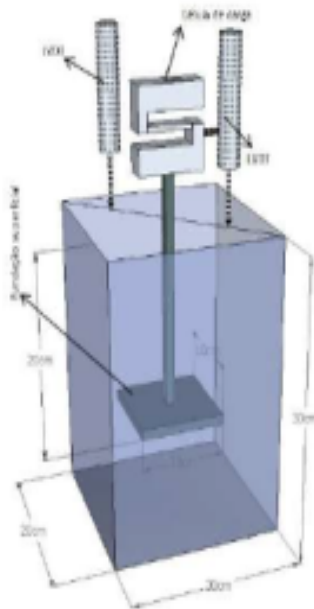
INTRODUÇÃO

Objeto do P&D 2866-0310-2012 –
Desenvolvimento e Aplicação de Protótipo
para Melhoramento de Solos através de
Injeções - foi desenvolvido um protótipo de
um sistema de injeção de materiais
estabilizantes, de pequenas dimensões e
grande mobilidade, podendo ser operado
por duas pessoas, visando o melhoramento
permanente de solos, portanto de fundação
de linhas de transmissão e/ou distribuição
de energia elétrica sendo sua abrangência
avaliada em laboratório e em locais com
solo de diferentes características
geotécnicas.





		Cascavel	Umuarama	Bateias
Registro da amostra		2.4003.13	2.4004.13	2.4006.14
Profundidade	m	-	-	2,5
Data do recebimento	-	04/11/2013	04/11/2013	29/11/2014
Descrição táctil-visual	-	Argila silteosa marrom escuro	Areia e silte marrom	Silte arenosa Amarela
Solo orgânico? (N/S/Altamente)	-	N	N	N
Teor de umidade natural	%	45,0	7,9	20,4
Densidade natural	g/cm ³	1,71	1,74	1,94
Análise granulométrica				
Pedra (> 60mm)	%	0,0	0,0	0,0
Pedregulho (2,0 mm a 60,0 mm)	%	0,0	0,0	2,6
Areia grossa (0,6 mm a 2,0 mm)	%	2,6	0,0	0,6
Areia média (0,2 mm a 0,6 mm)	%	4,7	32,6	4,5
Areia fina (0,06 mm a 0,2 mm)	%	0,2	49,9	22,5
Silte (0,002mm a 0,06 mm)	%	46,6	6,7	57,2
Argila (<0,002 mm)	%	45,9	10,9	12,6
Material passante da peneira n° 200 (0,075 mm)	%	87,6	17,4	72,3
Material passante da peneira n° 40 (0,42 mm)	%	98,5	99,5	95,5
Material passante da peneira n° 10 (2,0 mm)	%	99,9	99,8	97,4
Material passante na peneira n° 4 (4,8 mm)	%	100,0	99,9	98,7
Massa específica dos grão menores que 4,8 mm				
P _s	(g/cm ³)	2,944	2,702	2,745
Limites de Atterberg	%			
Limite de liquidez (LL)	%	54	NL	34
Limite de plasticidade (LP)	%	44	NP	24
Índice de plasticidade (IP)	%	10	-	10



		Cascavel 2.4003.13	Umuarama 2.4004.13	Bateias 2.4006.14
Registro da amostra				
Ensaio de tração - Caixa Pequena				
Solo Natural				
Máxima tensão cisalhante	kPa	230,93	242,6	250,11
2% cimento 7 dias				
Máxima tensão cisalhante	kPa	250,63	347,26	490,18
2% cimento 28 dias				
Máxima tensão cisalhante	kPa	280,43	430,5	907,17
4% cimento 7 dias				
Máxima tensão cisalhante	kPa	463,2	614,84	1126,77
4% cimento 28 dias				
Máxima tensão cisalhante	kPa	250,78	500,08	1312
2% cal 7 dias				
Máxima tensão cisalhante	kPa	410,88	233,24	628,51
2% cal 28 dias				
Máxima tensão cisalhante	kPa	397,8	283,48	411,03
4% cal 7 dias				
Máxima tensão cisalhante	kPa	327,04	254,5	542,15
4% cal 28 dias				
Máxima tensão cisalhante	kPa	462,47	428,12	598,93
Ensaio de tração - Caixa grande				
Solo natural				
Máxima tensão cisalhante	kPa	-	-	221,88

DESENVOLVIMENTO

	Elétrico	Combustão	Hidráulico
Capacidade de força (Capacidade perfuração profunda)	N	V	V
Sentido de giro (Gira para ambos os sentidos)	V	N	V
Capacidade ergonômica (Permite projeto ergonômico)	V	V	V
Facilidade de adaptação (Em relação às dificuldades)	N	N	V
Necessidade elétrica (Funciona sem energia elétrica)	N	V	V

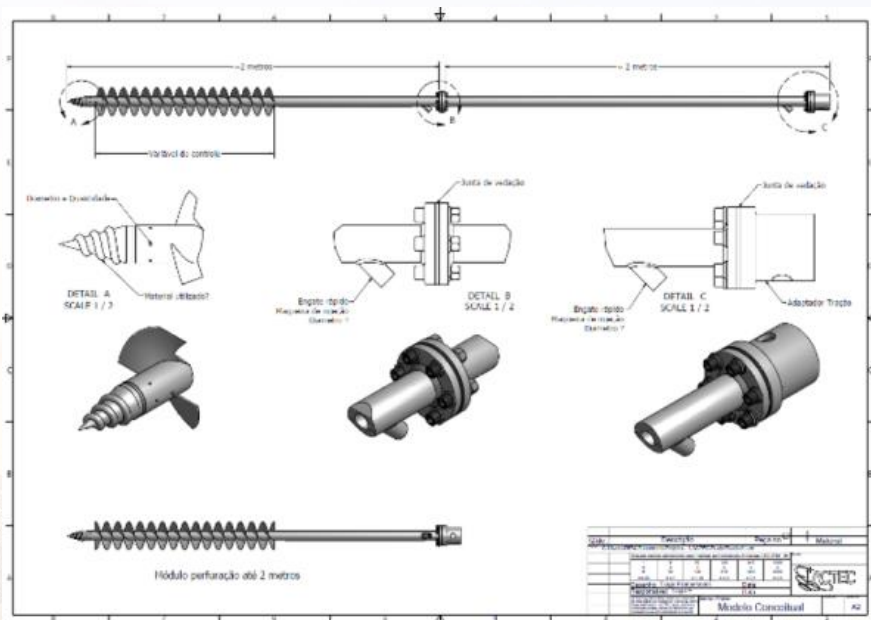
Escolha do acionamento e dispositivo perfurador (PERFURATRIZ)



Perfuratriz da Cietec:

- Modelo: HR 64;
- Peso: 96 kg;
- Rotação: 660 rpm;
- Pressão de trabalho: 138 bar;
- Torque de trabalho: 2.730 N.m;
- Vazão: 76 l/min.

Perfurador – Trado Projeto inicial



Particionado com emendas modificadas

PERFURADOR/INJETOR

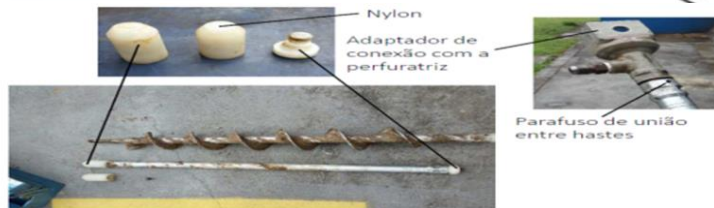
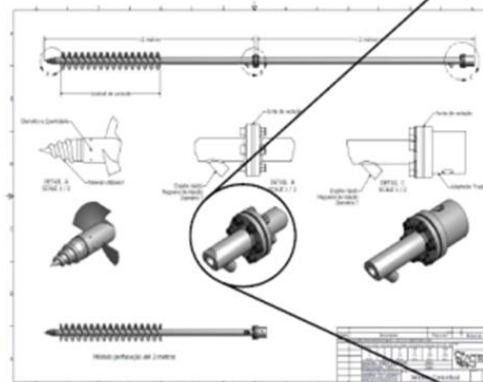
Trado dividido em 5 partes

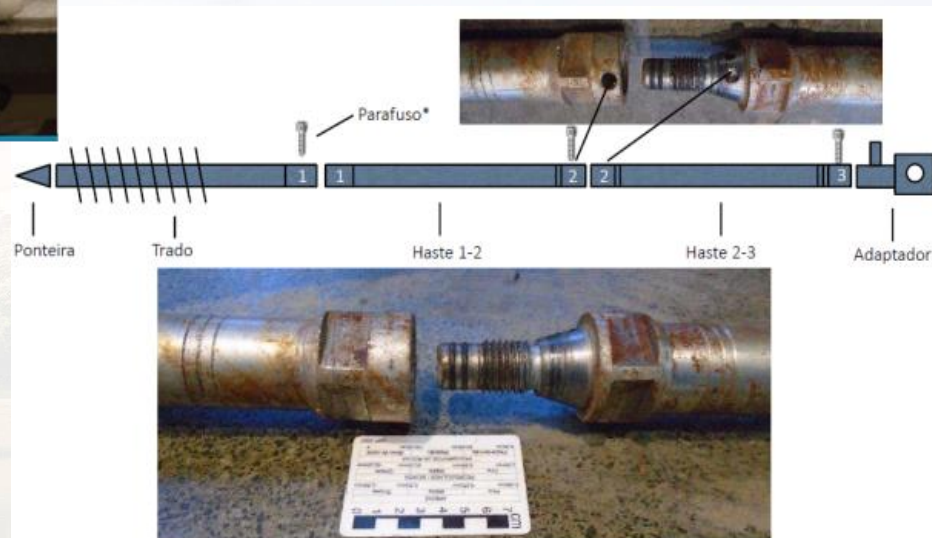
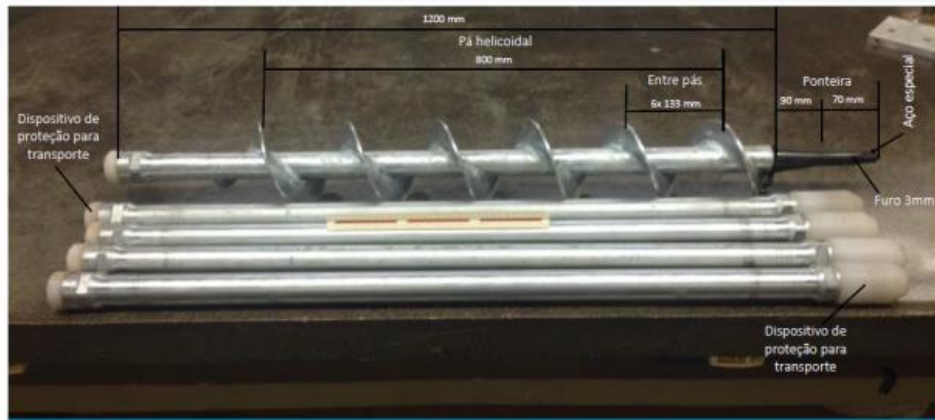
Helicoidal apenas na primeira parte

Ponteira descartável –
Apenas um orifício de
saída (3 mm) de diâmetro

Conexão de engate
rápido para agilizar o
procedimento

O perfurador/injetor é o
fusível do projeto





Conjunto Moto Bomba, Misturador e Reservatório

Conjunto Moto Bomba:

- i. pressão máxima de 30 bar
- ii. vazão nominal de 20 l/min



Misturador manual:

- i. volume de 80 l



Reservatório:

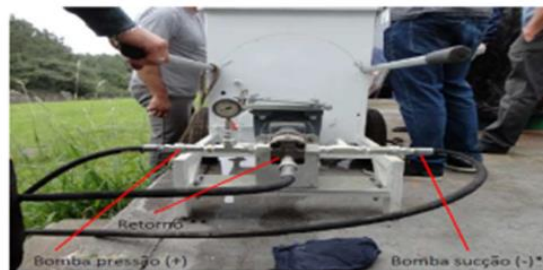
- i. volume de 1000 l



Procedimento de Injeção – Montagem do Trado



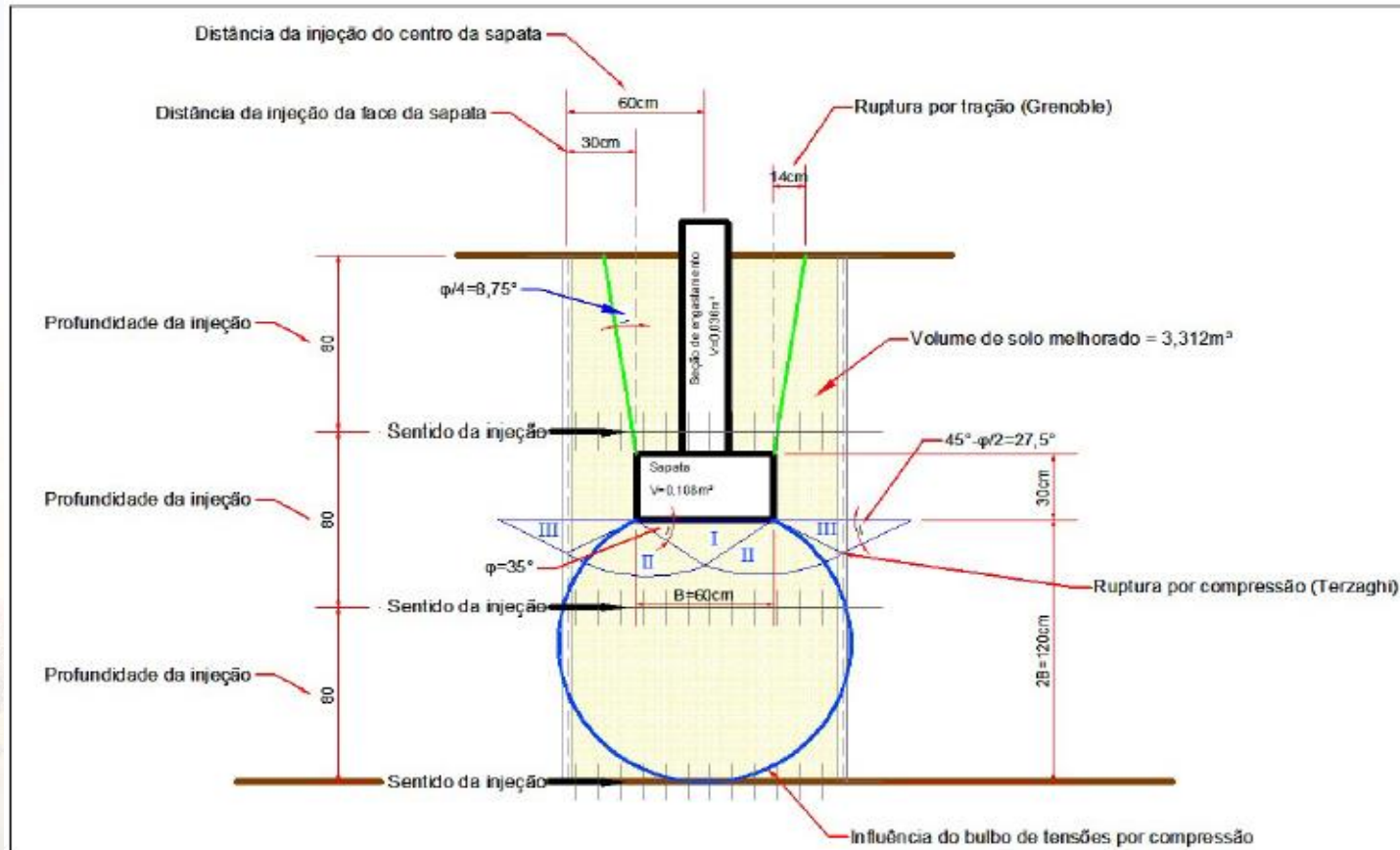
Conexão trado/retro



Conexão bomba/retro

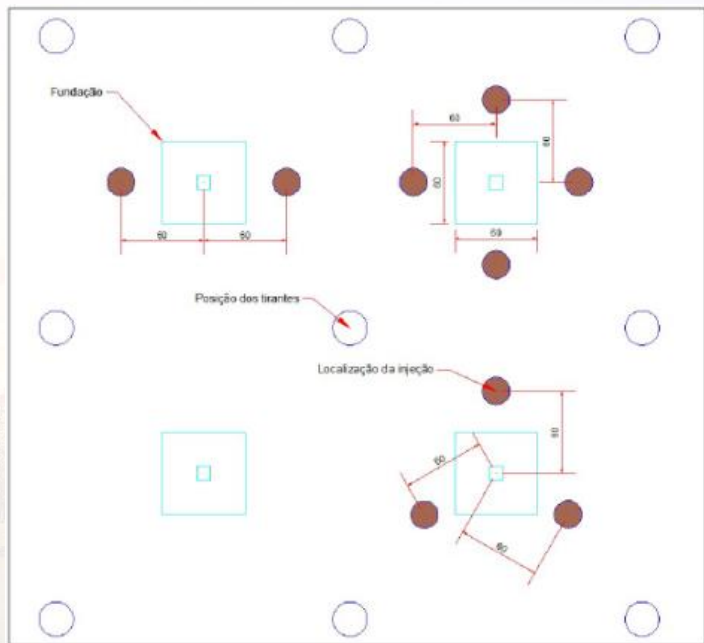
- Posicionamento do trado;
- Manutenção da verticalidade da haste durante a cravação através do ajuste do braço da mini-escavadeira;
- Cravação do trado até a primeira profundidade programada;
- Posicionamento do furo de injeção conforme marcação nas hastes;
- Instalação da mangueira na bomba e no trado;
- Início da injeção mantendo uma pressão entre 15 e 20 bar;
- Proceder a injeção até a percolação de material na superfície ou volume pré-determinado;
- Avançar para a próxima profundidade após a conexão de uma ou mais hastes;
- Concluídas as injeções, limpeza com água de todo o equipamento.

Projeto das injeções em campo

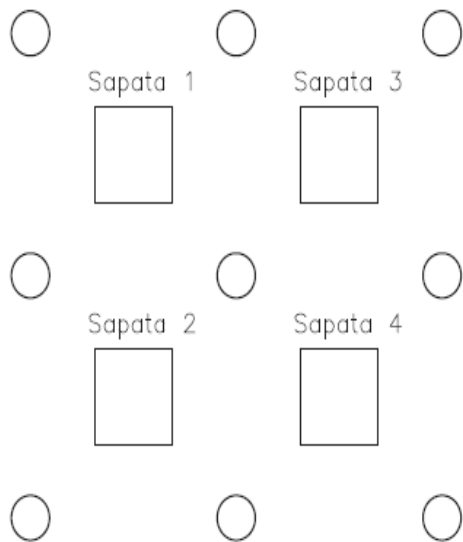
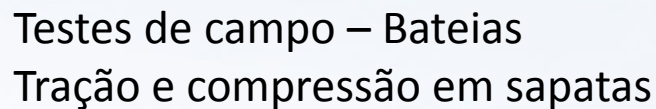


Testes de campo do trado

Campo experimental de Bateias/PR



Foram executadas 4 sapatas isoladas (base 60x60cm com 30cm de altura e fuste 30x30cm com comprimento de 1,20m



Sapata 1 - Injeção na fundação programada para 2 furos - injetado 49 litros no total

Sapata 2 - Fundação programada para testes sem injeção de nata

Sapata 3 - Injeção na fundação programada para 4 furos - injetado 123 litros no total

Sapata 4 - Injeção na fundação programada para 3 furos - injetado 47 litros no total

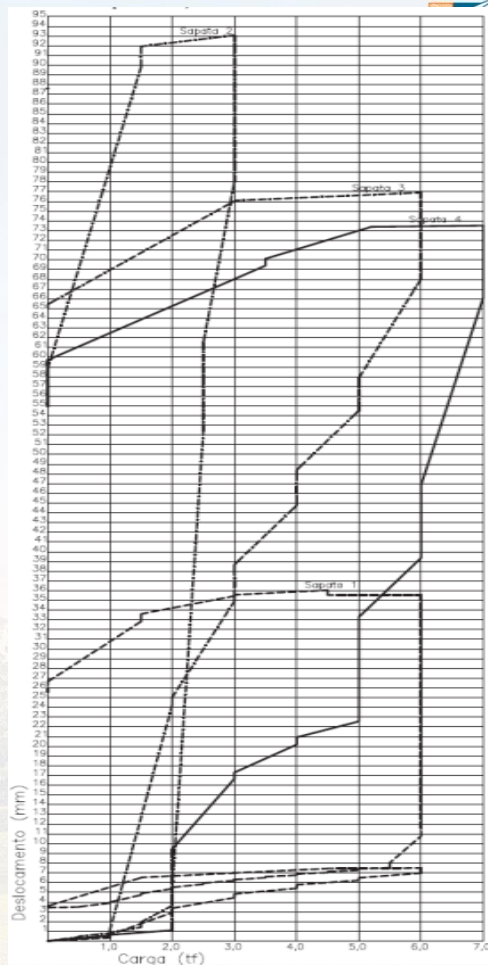
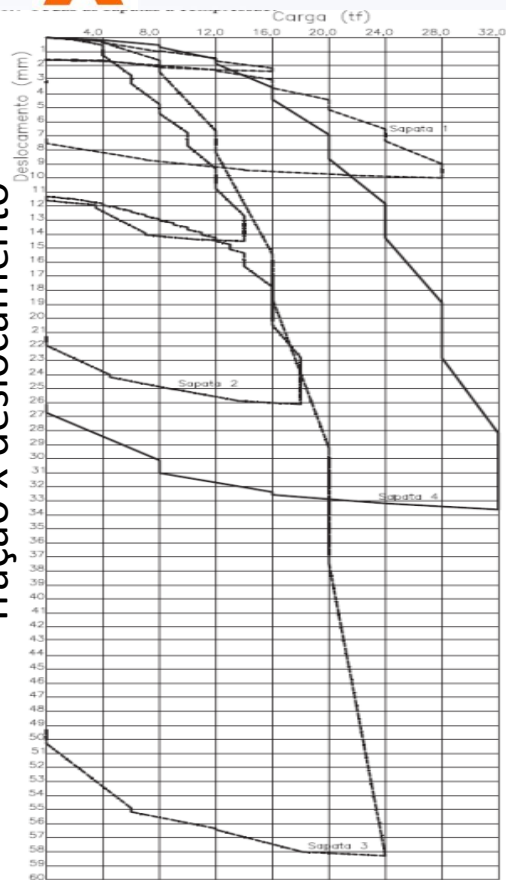


Compressão/Tração x deslocamento

Analisando os gráficos de todas as sapatas agrupados, podemos observar que, para a compressão, as sapatas 1 e 4 possuem comportamentos semelhantes, assim como as sapatas 2 e 3. Como a sapata 2 não recebeu o tratamento com cimento, percebe-se que, para a compressão, o tratamento da sapata 3 foi menos efetivo que das sapatas 1 e 4.

Com relação à tração, nota-se que todas as sapatas apresentaram comportamento similar até uma carga de 1tf, carga esta pouco superior ao peso da sapata.

Pode-se observar ainda que a sapata 2 apresentou grandes deslocamentos com 3tf enquanto as demais que sofreram o melhoramento apresentaram grandes deslocamentos com cargas de 6tf ou mais, comprovando a eficácia da injeção. Caso se desconsidere os deslocamentos residuais dos ensaios à compressão na análise das curvas dos ensaios à tração, observa-se que todos os deslocamentos da sapata 2 até a carga de 2tf seriam desprezados enquanto que para as demais até a carga de 4tf.



- Conceitos B – LABORATÓRIO



Atende a legislação



Joel Vitor Pimenta

 (41) 99892-2891

 (41) 99892-2891

 joel.pimenta@copel.com