

TRILHOS: EFICIÊNCIA E NOVOS RUMOS



Transferência de carga aplicada na interface das estruturas de ligação da Estação Congonhas da linha 17 – Ouro com o Aeroporto de Congonhas.

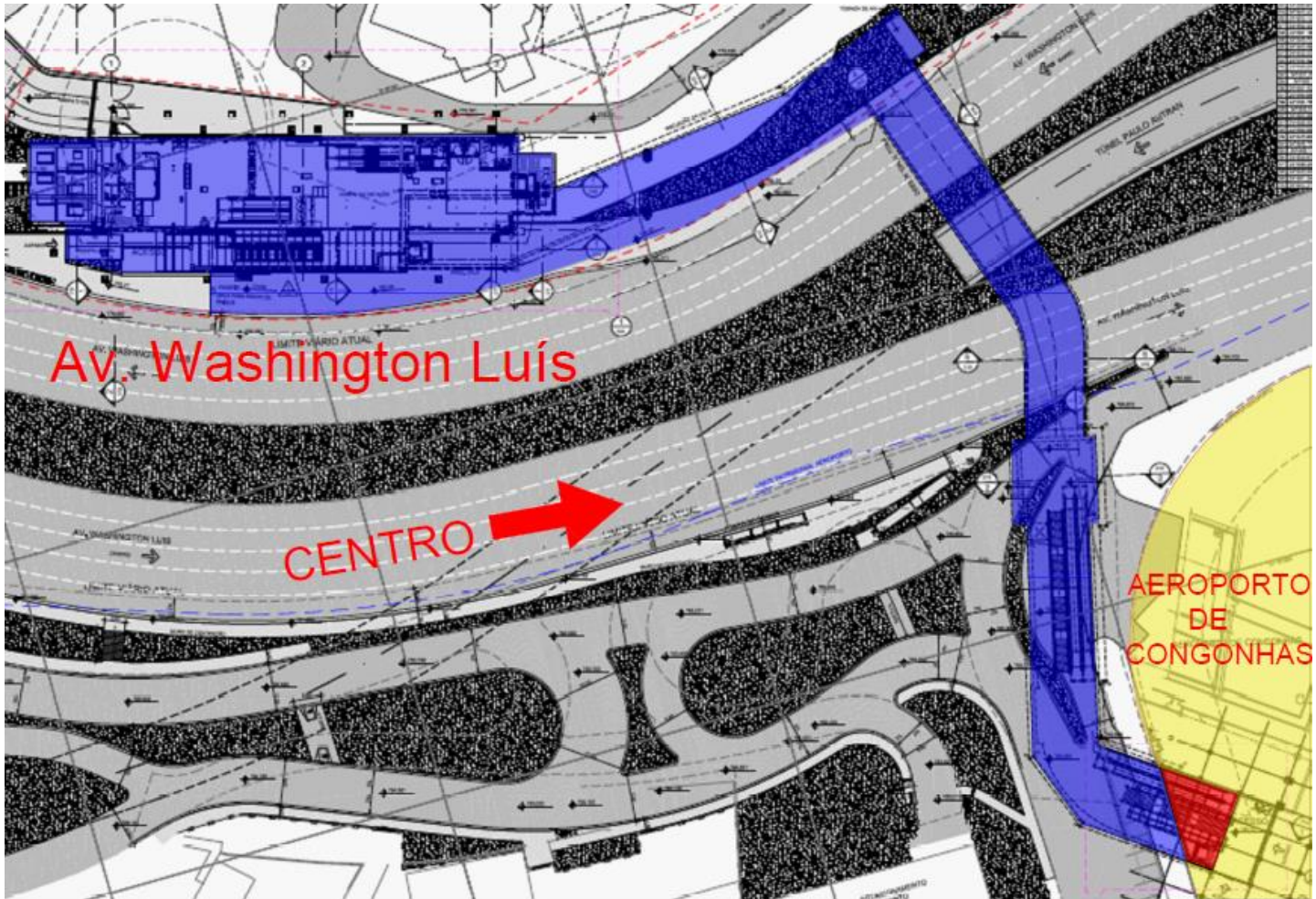
Filipe de Lima Rocha
Leandro da Silva de Medeiros
Arnold Freedy Steiner
Luiz C. S. Domingues

MONOTRILHO LINHA 17-OURO

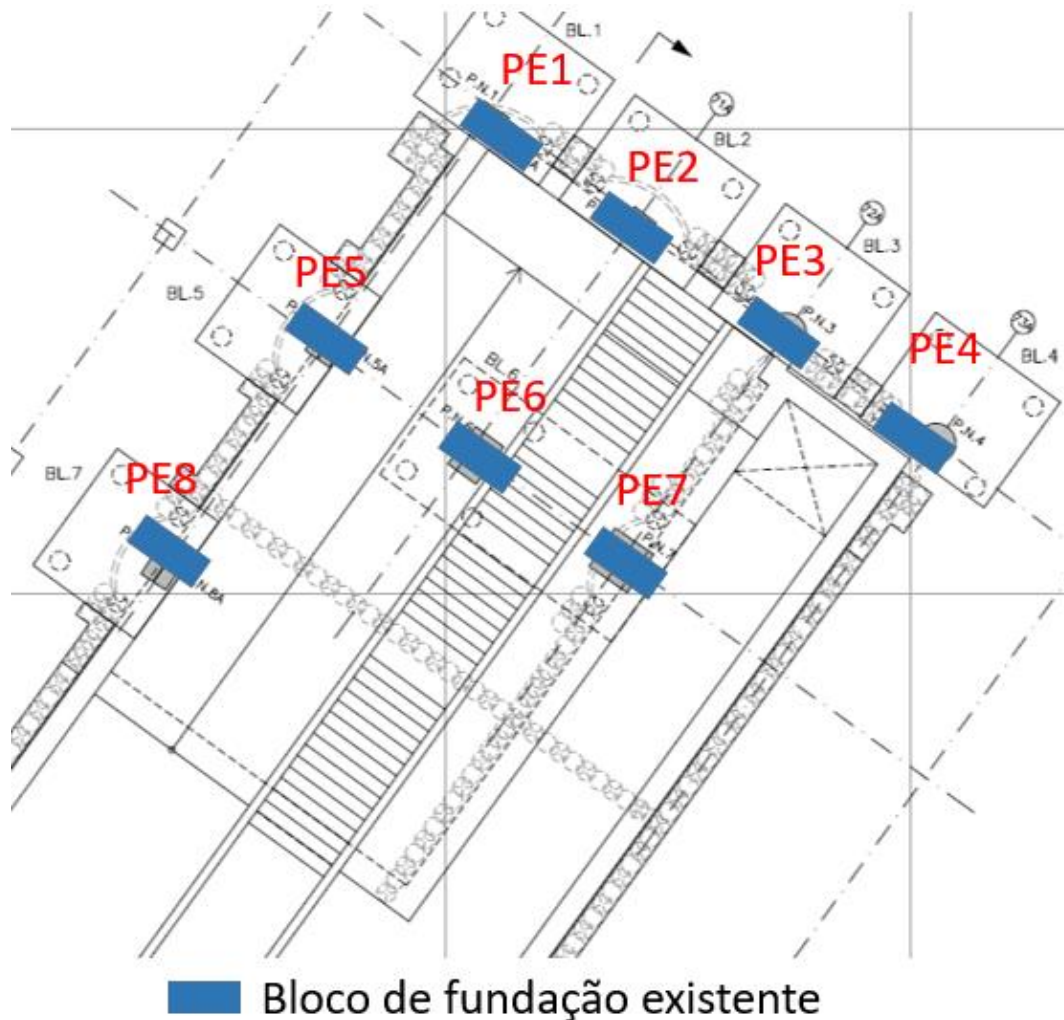


TRECHO 1 – 8 ESTAÇÕES, INTERLIGANDO AEROPORTO DE CONGONHAS COM A LINHA 5 LILÁS DO METRÔ E A LINHA 9 ESMERALDA DA CPTM.

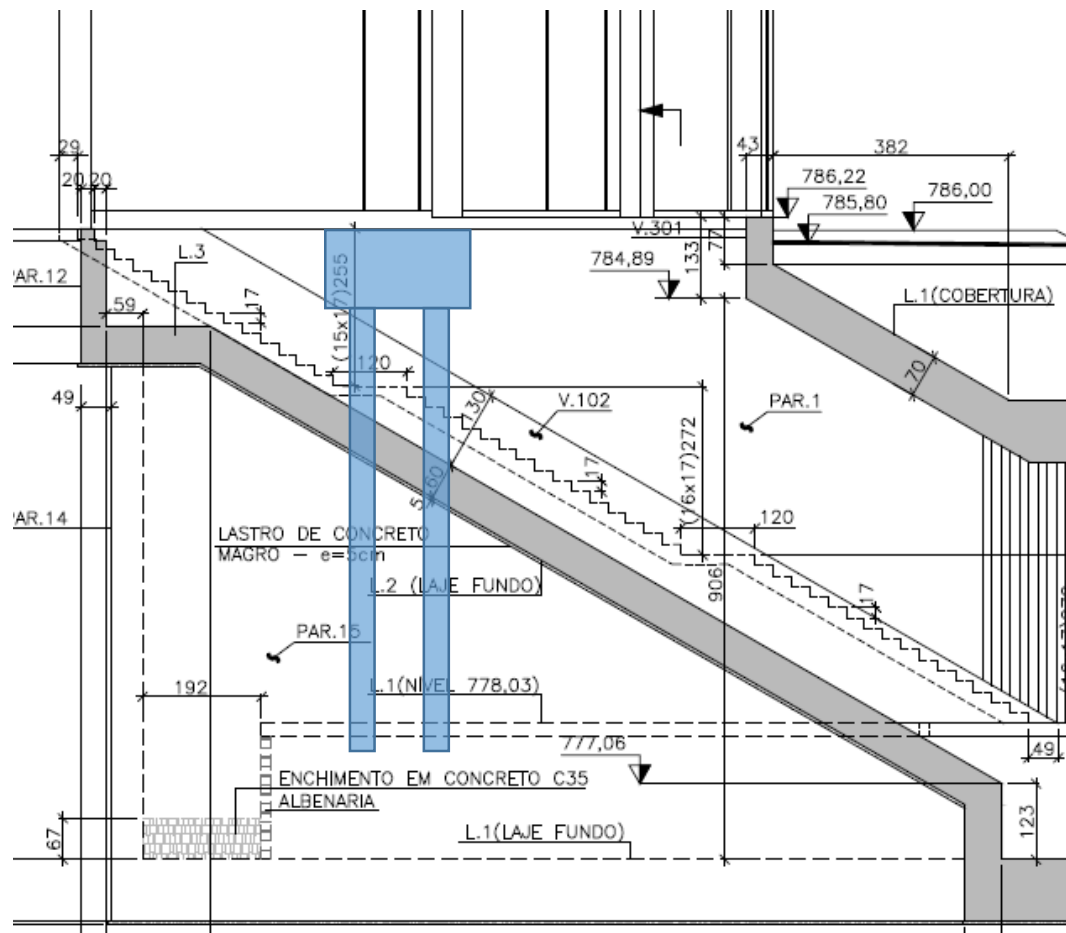
ESTAÇÃO CONGONHAS



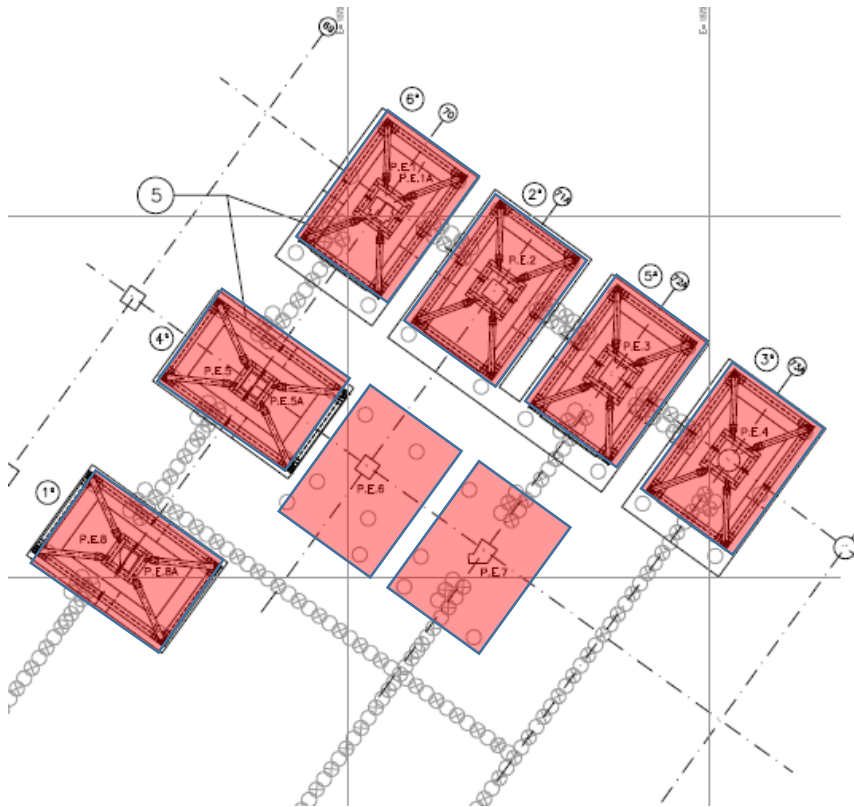
INTERFACE ESTRUTURA EXISTENTE / ACESSO 2



INTERFACE ESTRUTURA EXISTENTE / ACESSO 2



PROJETO INICIAL DA TRANSFERÊNCIA DE CARGA



Proposta Original

- Transferência de carga de 8 pilares;
- Uso de macaco tórico;
- Transferência em duas etapas distintas (6 pilares + 2 pilares).

PROJETO DEFINITIVO DA TRANSFERÊNCIA DE CARGA



Proposta Modificada

- Transferência de carga de 4 pilares;
- Uso de macaco hidráulico com trava mecânica;
- Transferência em duas etapas distintas (2 pilares + 2 pilares);
- Instalação de escoramento adicional perimetral.

INSTRUMENTAÇÃO

Instrumentos de Leitura Digital	Instrumentos de Leitura Manual
Clinômetro (CL)	Pinos de recalque (PS - laje de cobertura, PR – pilares, PB – bloco, PV – vigas de coroamento)
Medidor de abertura de junta (MJ)	Pinos de convergência (PC)
Medidor de deformação (MD)	Abertura dos macacos
	Reação e apoio atuante nos macacos

Tabela 1 - Lista de instrumentos a serem utilizados durante os trabalhos de transferência de carga.

TRANSFERÊNCIA DE CARGA ESTRUTURAS DE APOIO



EVENTOS DA TRANSFERÊNCIA DE CARGA

- 1º evento – 04, 08 e 09/10/2018 – Transferência de carga dos pilares PE5 e PE8.
- 2º evento – 29/10/2018 – Descarga dos pilares PE5 e PE8.
- 3º evento – 29/10/2018 – Transferência de carga dos pilares PE6 e PE7.
- 4º evento – 06/11/2018 – Remaqueamento dos pilares PE6 e PE7.
- 5º evento – 11/03/2019 – Descarga dos pilares PE6 e PE7.

Duração dos eventos = 158 dias

TRANSFERÊNCIA DE CARGA PE6 e PE7

Evento	Carga Aplicada (tf)	Abertura observada (mm)	Recalque Previsto (mm)	Deformação de alívio do pilar previsto $\mu\epsilon$ (m/m-6)	Recalque medido (mm)	MD-6A (Pilar) $\mu\epsilon$ (m/m-6)	MD-6B (Pilar) $\mu\epsilon$ (m/m-6)
Início	-	-	0,00	0	-1,1	-66	53
Acomodação (10% PP)	5,67	-	0,08	20	-1,0	-66	53
Carga 50% PP	28,36	0,00	0,42	102	-0,9	-62	82
Carga 60% PP	34,03	0,40	0,50	122	-0,5	-58	90
Carga 70% PP	39,70	0,78	0,58	143	-0,5	-58	98
Carga 80% PP	45,38	1,13	0,67	163	-0,5	-56	106
Carga 90% PP	51,05	1,46	0,75	183	-0,4	-56	114
Carga 100% PP	56,72	1,79	0,83	204	-0,1	-55	122
Avaliação Geral	56,72	-	0,83	204	-	-	-
Carga 110% PP	62,39	2,12	0,92	224	-0,4	-54	131
Carga 120% PP	68,06	2,42	1,00	244	-0,3	-53	140
Checação Estrutural	-	-	-	-	-	-	-
Carga 130% PP	-	2,75	-	-	-0,6	-	-
Desativar macacos (travar)	-	-	-	-	-	-	-
Leitura da Instrumentação 15 min após o travamento dos macacos	-	2,75	-	-	-0,7	-	-

Tabela 2 - Recalque e deformação para o carregamento do pilar PE6, 3º evento.

TRANSFERÊNCIA DE CARGA PE6 e PE7

Evento	Carga Aplicada (tf)	Abertura observada (mm)	Recalque Previsto (mm)	Deformação de alívio do pilar previsto $\mu\epsilon$ (m/m-6)	Recalque medido (mm)	MD-7A (Pilar) $\mu\epsilon$ (m/m-6)	MD-7B (Pilar) $\mu\epsilon$ (m/m-6)
Início	-	-	0,00	0	-1,0	-66	53
Acomodação (10% PP)	4,05	-	0,08	15	-1,0	-66	53
Carga 50% PP	20,26	0,00	0,42	73	-0,7	-62	82
Carga 60% PP	24,31	0,43	0,50	87	-0,4	-58	90
Carga 70% PP	28,36	0,78	0,58	102	-0,4	-58	98
Carga 80% PP	32,41	1,16	0,67	116	-0,4	-56	106
Carga 90% PP	36,46	1,46	0,75	131	-0,2	-56	114
Carga 100% PP	40,51	1,76	0,83	146	0,2	-55	122
Avaliação Geral	40,51	-	0,83	146	-	-	-
Carga 110% PP	44,57	2,06	0,92	160	0,0	-54	131
Carga 120% PP	48,62	2,34	1,00	175	0,1	-53	140
Checagem Estrutural	-	-	-	-	-	-	-
Desativar macacos (travar)	-	2,34	-	-	-	-	-
Leitura da Instrumentação 15 min após o travamento dos macacos	-	-	-	-	-0,3	-17	69
Leitura da Instrumentação 30 min após o travamento dos macacos	-	-	-	-	-0,3	-17	70

Tabela 3 - Recalque e deformação para o carregamento do pilar PE7, 3º evento.

TRANSFERÊNCIA DE CARGA PE6 e PE7

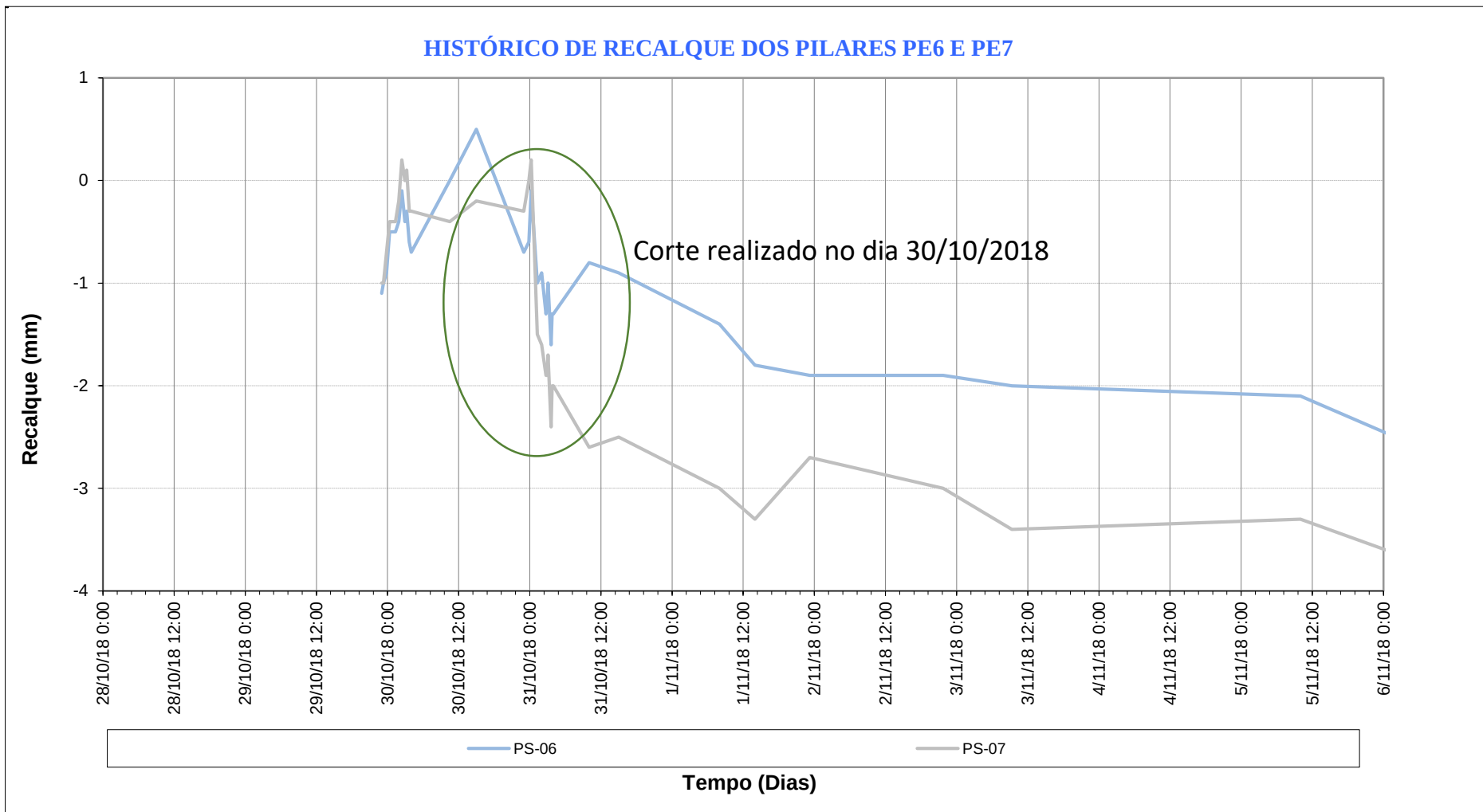


Gráfico 1 - Histórico de recalque dos pilares PE6 e PE7, 3º evento.

REMACAQUEAMENTO PE6 E PE7

Evento	Abertura observada (mm)	Recalque medido (mm)	MD-6A (Pilar) $\mu\epsilon$ (m/m-6)	MD-6B (Pilar) $\mu\epsilon$ (m/m-6)
Macacos Travados, leitura da instrumentação e reavaliação estrutural	-	-2,0	-61	211
Destravamento dos macacos (colocados em carga hidráulica)	3,57	-1,7	-62	211
Remaqueamento (Carga 170% PP)	3,67	-1,8	-61	211
Remaqueamento (Carga 180% PP)	3,87	-1,5	-63	211
Remaqueamento (Carga 190% PP)	4,10	-1,3	-61	210
Remaqueamento (Carga 200% PP)	4,40	-0,6	-63	211
Remaqueamento (Carga 210% PP)	-	-0,2	-68	210
Remaqueamento (Carga 220% PP)	-	-0,2	-63	210
Leitura da Instrumentação 15 min após o travamento dos macacos	-	0,2	-68	210
Leitura da Instrumentação 30 min após o travamento dos macacos	-	-0,4	-68	210
Leitura da Instrumentação após o travamento dos macacos (Verificação da Estabilidade)	-	-0,9	-55	212

Tabela 4 – Valores de deformação atingidos durante o processo de remaqueamento do pilar PE6, 4º evento.

REMACAQUEAMENTO PE6 E PE7

Evento	Abertura observada (mm)	Recalque medido (mm)	MD-7A (Pilar) $\mu\epsilon$ (m/m-6)	MD-7B (Pilar) $\mu\epsilon$ (m/m-6)
Macacos Travados, leitura da instrumentação e reavaliação estrutural	-	-3,0	Inst. def.	640
Destravamento dos macacos (colocados em carga hidráulica)	2,81	-2,6	Inst. def.	639
Remaqueamento (Carga 150% PP)	2,86	-2,7	Inst. def.	641
Remaqueamento (Carga 160% PP)	2,91	-2,4	Inst. def.	642
Remaqueamento (Carga 170% PP)	3,14	-2,0	Inst. def.	642
Remaqueamento (Carga 180% PP)	3,39	-1,2	Inst. def.	642
Remaqueamento (Carga 190% PP)	3,72	-0,5	Inst. def.	640
Remaqueamento (Carga 200% PP)	4,07	-0,4	Inst. def.	643
Leitura da Instrumentação 15 min após o travamento dos macacos	-	0,3	Inst. def.	640
Leitura da Instrumentação 30 min após o travamento dos macacos	-	-0,7	Inst. def.	639
Leitura da Instrumentação após o travamento dos macacos (Verificação da Estabilidade)	-	-1,1	Inst. def.	657

Tabela 5 – Valores de deformação atingidos durante o processo de remaqueamento do pilar PE7, 4º evento.

REMACAQUEAMENTO PE6 E PE7

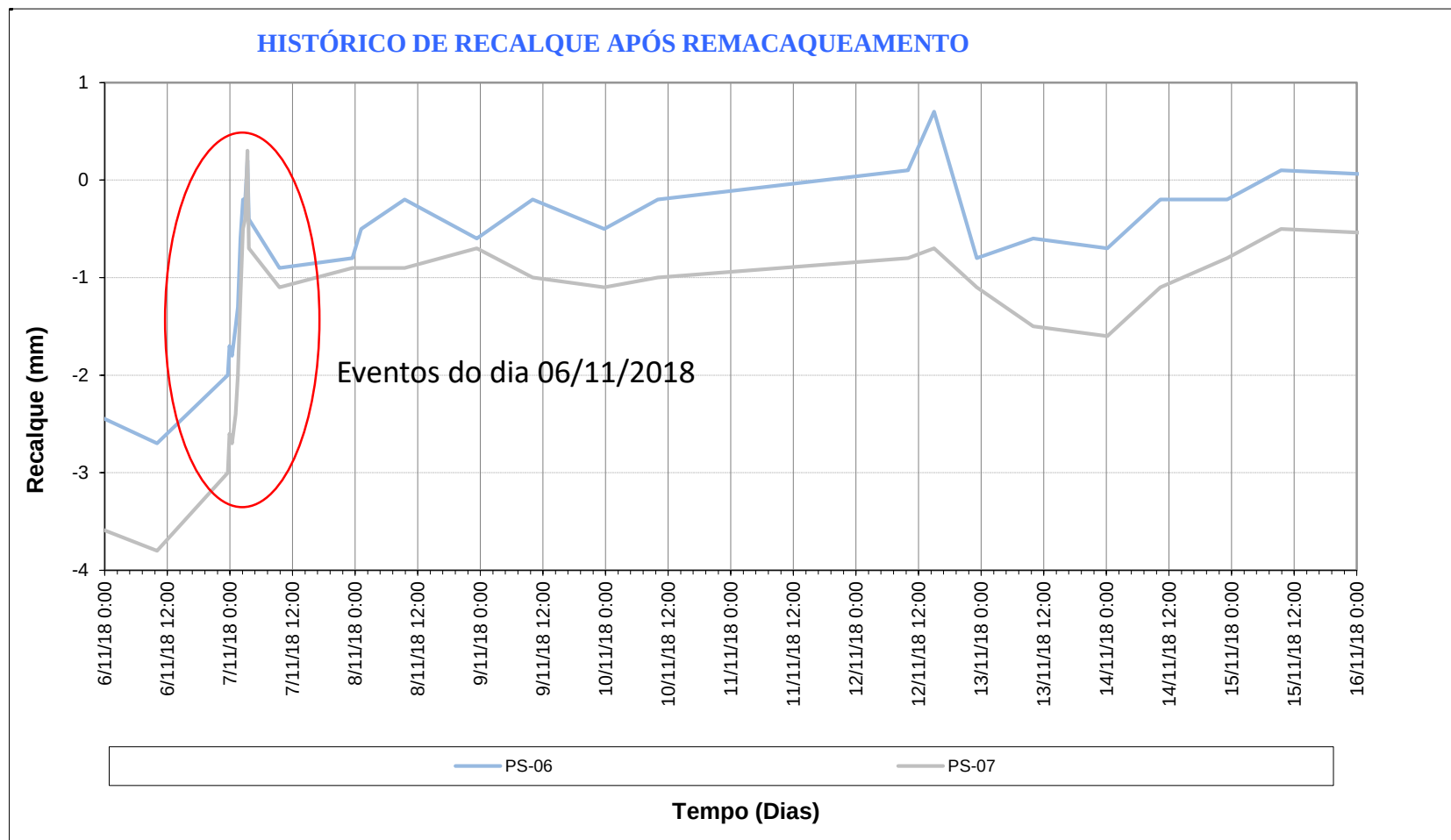


Gráfico 2 - Efeito do remaqueamento sobre a estrutura dos pilares PE6 e PE7, 4º evento.

VIDEO ACOMODAÇÃO DA ESTRUTURA METÁLICA DE TRANSFERÊNCIA DE CARGA

FOTOS DIVERSAS



FOTOS DIVERSAS



FOTOS DIVERSAS



FOTOS DIVERSAS



CONCLUSÃO

- A importância da modelagem estrutural e da prospecção da área;
- O papel fundamental da instrumentação constante desde o início do processo e a disponibilização dos dados através do armazenamento na nuvem;
- O contato e análise de uma equipe multidisciplinar focada no processo antes, durante e após a transferência;
- O monitoramento garantiu rápido diagnóstico de incompatibilidades como a falta de interface entre a estrutura metálica e a de concreto, isso garantiu inclusive abortar etapas de carga;
- O processo foi um sucesso, passou despercebido pela grande maioria dos lindeiros e não foi questionado pela Infraero.

**OBRIGADO PELA ATENÇÃO!
DÚVIDAS?**

TRILHOS: EFICIÊNCIA E NOVOS RUMOS



Transferência de carga aplicada na interface das estruturas de ligação da Estação Congonhas da linha 17 – Ouro com o Aeroporto de Congonhas.

Filipe de Lima Rocha
Leandro da Silva de Medeiros
Arnold Freedy Steiner
Luiz C. S. Domingues