

ATERRO LEVE SOBRE SOLOS MOLES: UM CASO DE OBRA NA DUPLICAÇÃO DA BR-101, GOIANA-PE

D.Sc. RAIMUNDO LEIDIMAR BEZERRA (UEPB)

M.Sc. FABIANO QUEIROZ DE SOUZA (2º BEC)

D.Sc. JOHN KENNEDY GUEDES RODRIGUES (UFCG)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E
AMBIENTAL (PPGECA)



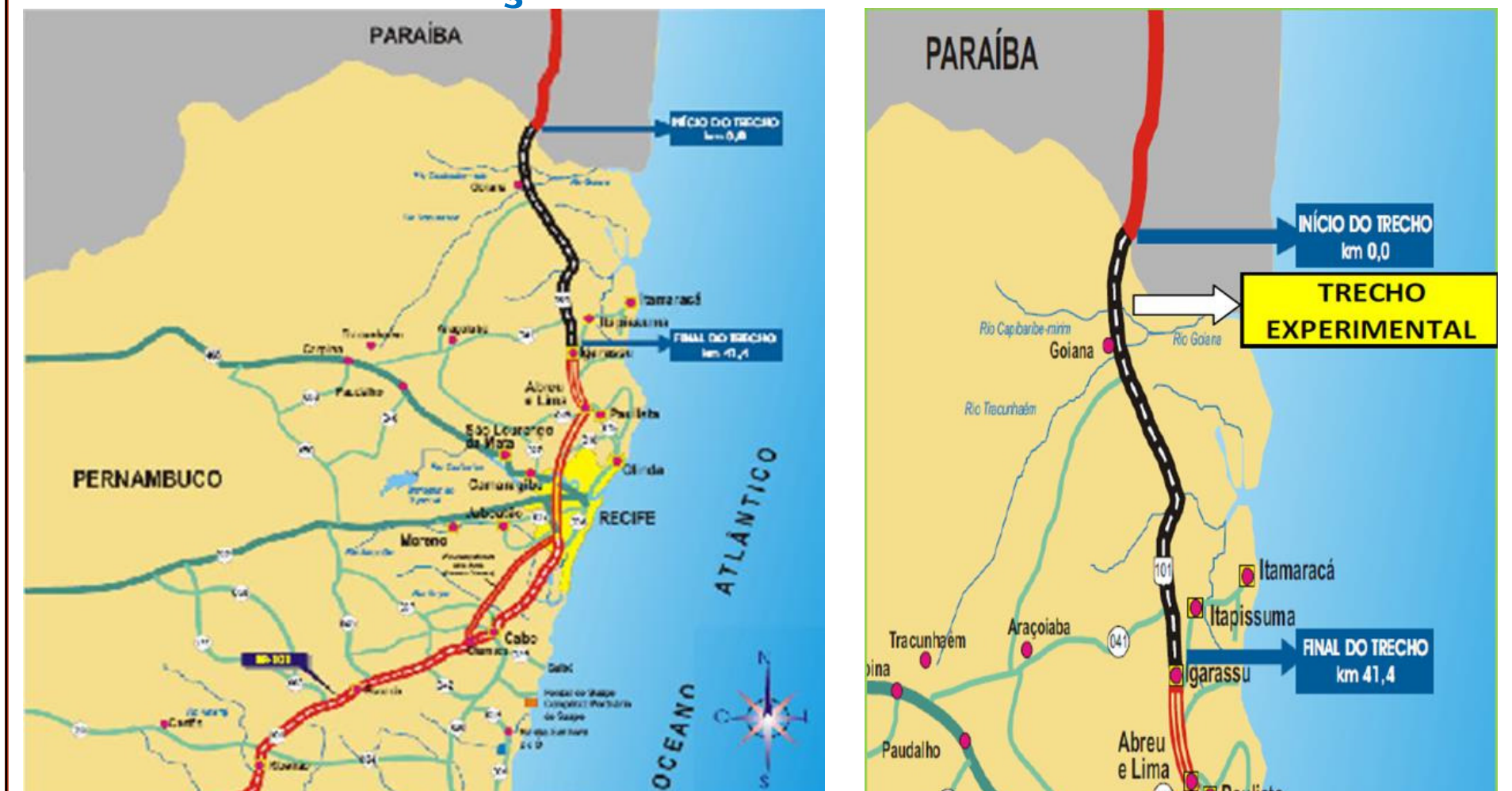
**AVALIAÇÃO DA APLICABILIDADE DE POLIESTIRENO
EXPANDIDO (EPS) EM ATERRO SOBRE SOLOS MOLES EM
OBRA DE DUPLICAÇÃO DA BR 101, GOIANA-PE**

FABIANO QUEIROZ DE SOUZA

Orientador: Prof. D.Sc. Raimundo Leidimar Bezerra

Co-Orientador: Prof. D.Sc. John Kennedy Guedes Rodrigues

LOCALIZAÇÃO DO LOTE 6 DA BR-101



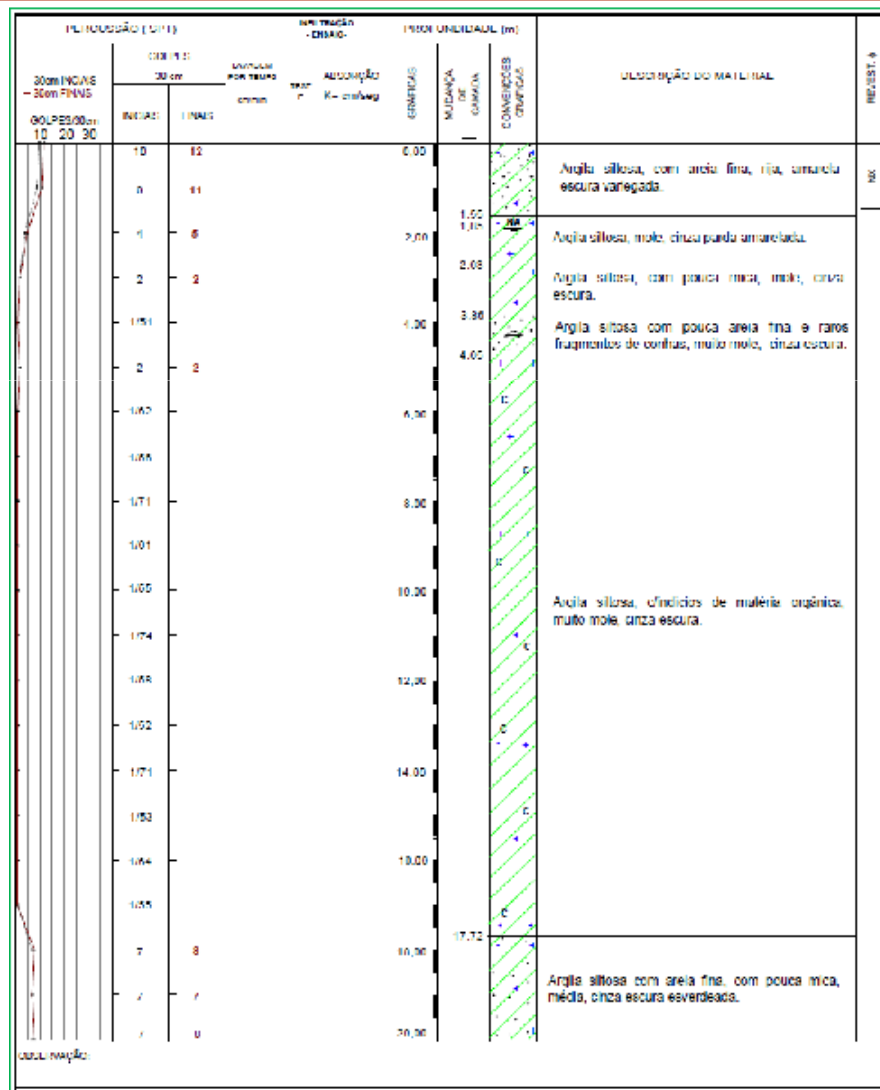
LOCALIZAÇÃO DOS ATERROS INSTRUMENTADOS



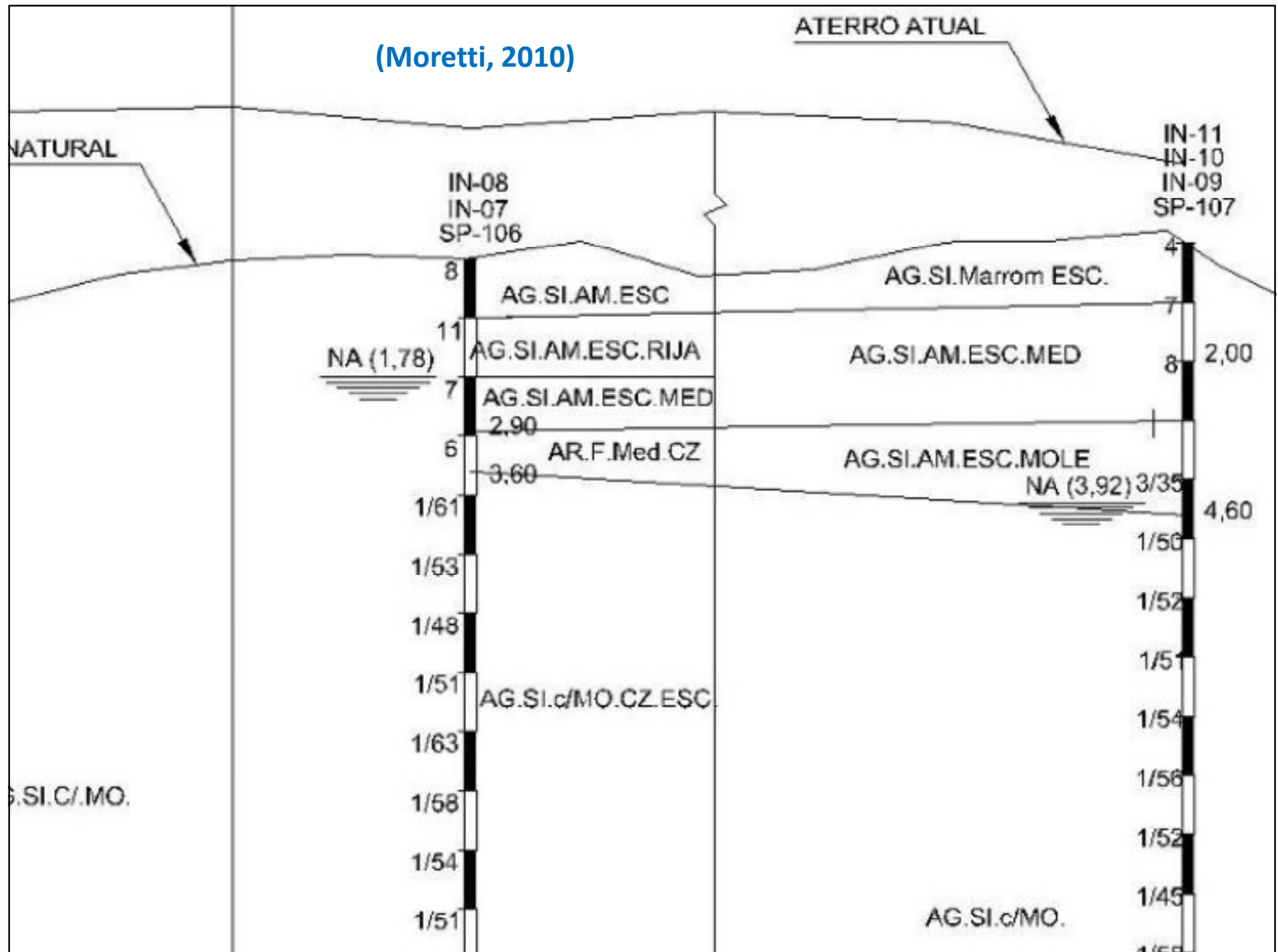
LOCALIZAÇÃO DOS ATERROS INSTRUMENTADOS



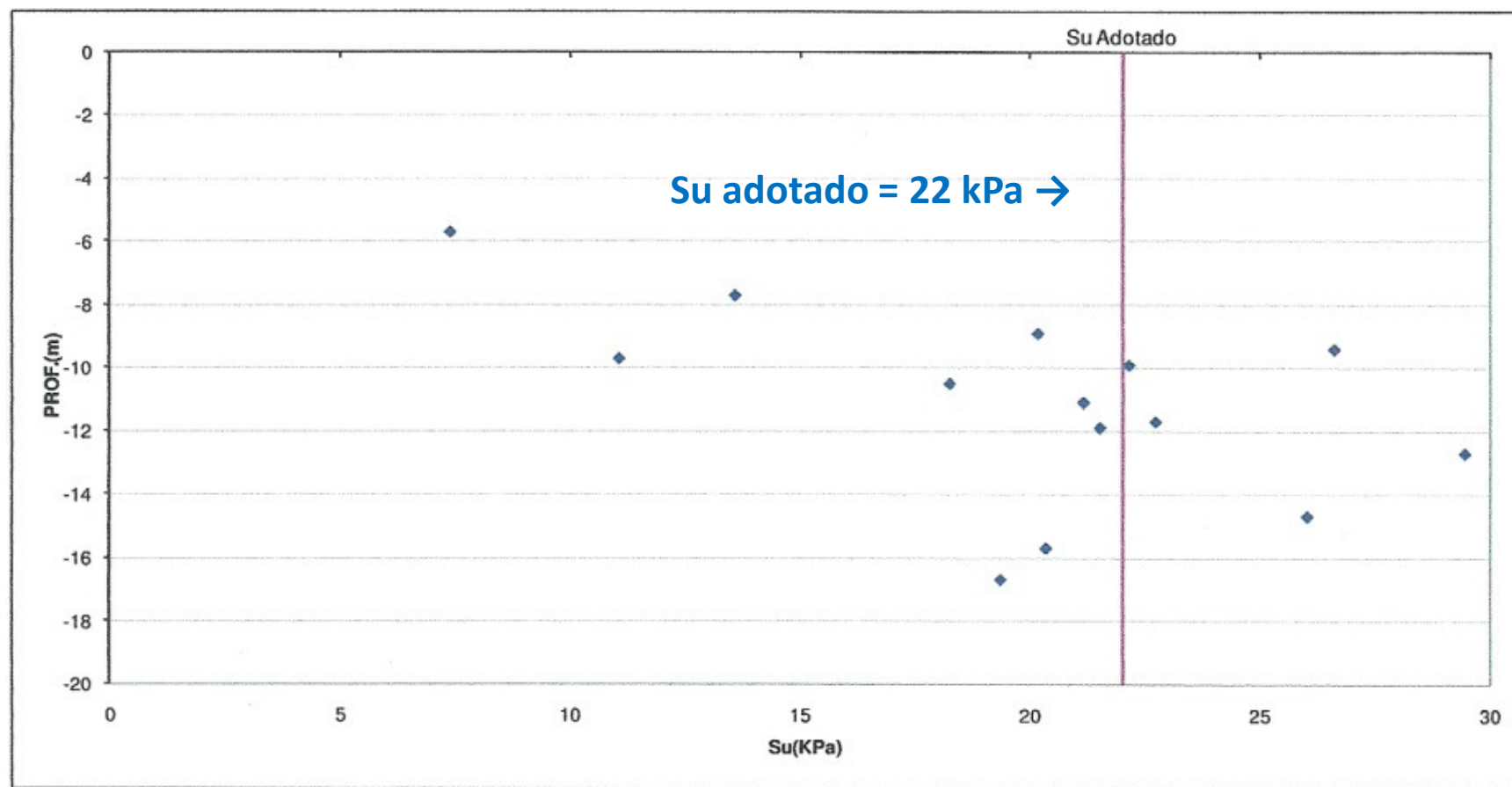
ATERRO 2B →



(Moretti, 2010)



CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DO LOCAL (ENSAIOS DE PALHETA)

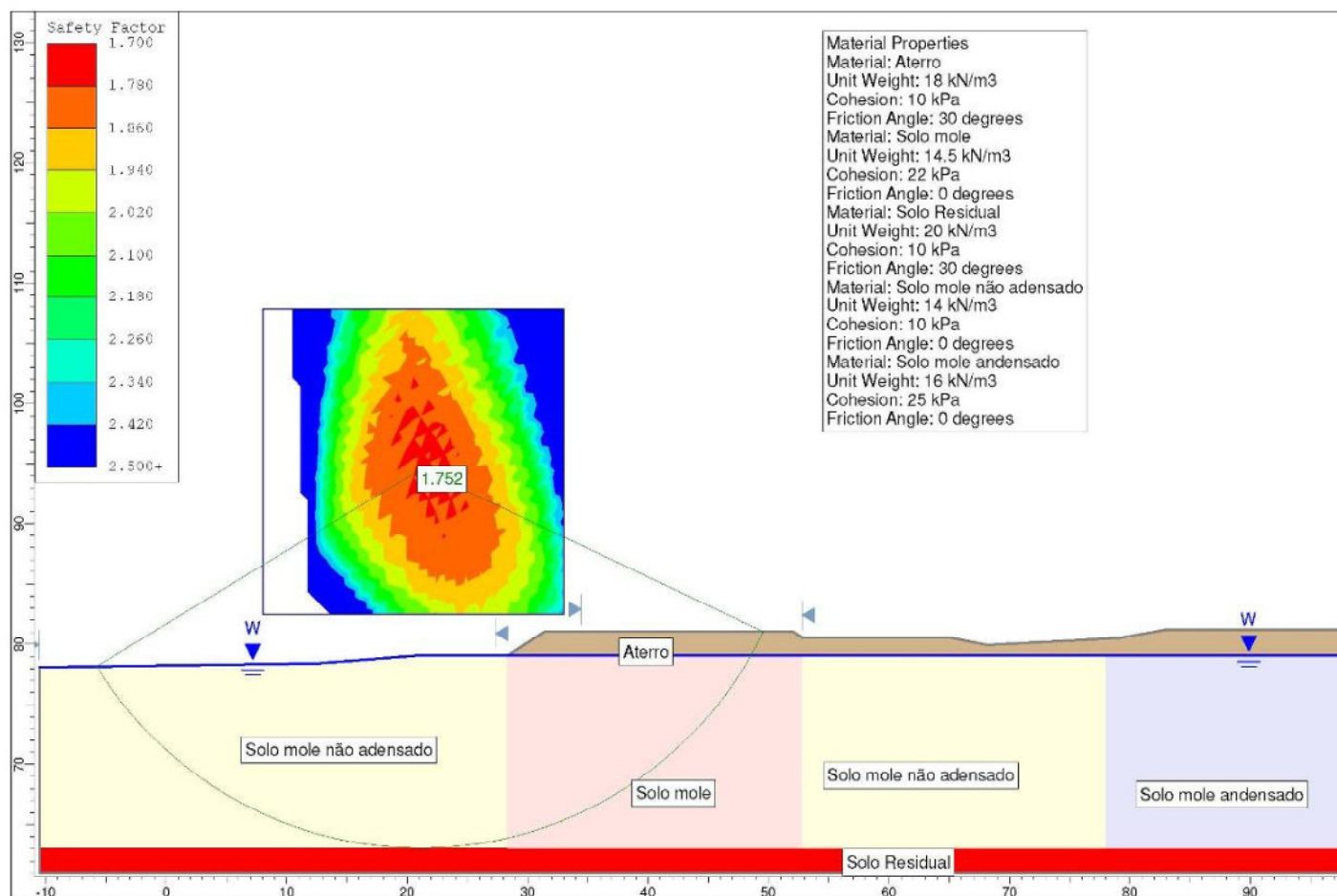


(Moretti, 2010)

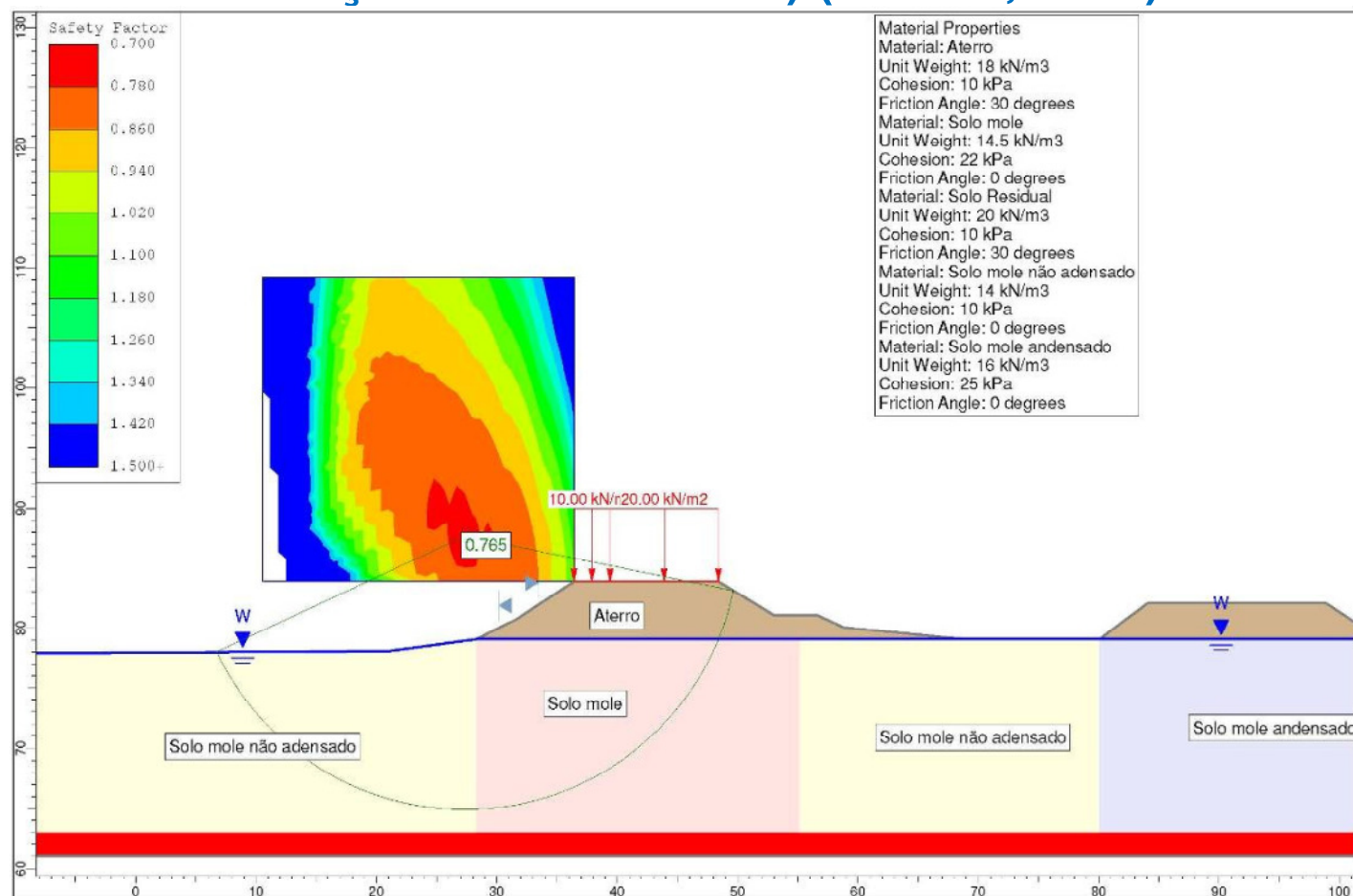
PROJETO INICIAL DO ATERRO (Moretti, 2010)

- Altura do aterro – 5,0 m;
- Talude de 1,5(H):1,0(V);
- A base do aterro foi dotada de colchão drenante de areia com espessura de 1,0 m;
- Geogrelha tipo 200/30 instalada no meio da camada de areia.

ANÁLISE DE ESTABILIDADE DO PROJETO INICIAL: ATERRO COM 2,0 m (Moretti, 2010)



ANÁLISE DE ESTABILIDADE: SITUAÇÃO FINAL (CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO DA RODOVIA) (Moretti, 2010)



SOLUÇÕES ANALISADAS PARA O ATERRO 2B (Moretti, 2010)

- **Colunas de brita;**
- **Colunas de areia confinada por geossintéticos;**
- **“Compaction grouting”;**
- **Colunas de brita graduada tratada com cimento;**
- **Colunas de solo-cimento**
- **Aterro com material leve (EPS)**

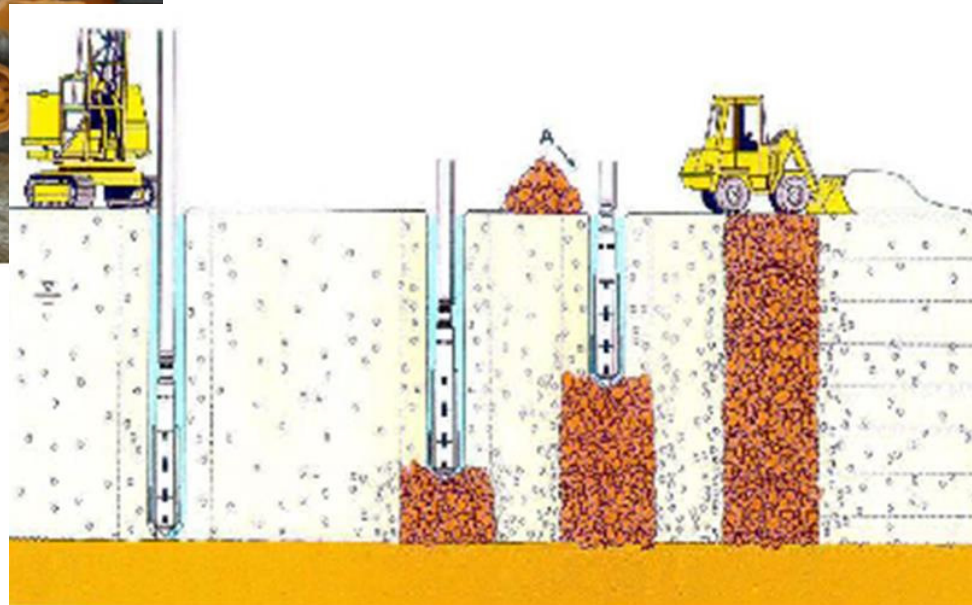
ANÁLISE DA ESTABILIDADE GLOBAL ((Moretti, 2010)

SOLUÇÃO	FATOR DE SEGURANÇA (FS)
Colunas de brita	1,47
Colunas de areia confinada por geossintéticos	1,51
Compaction grouting	1,56
Colunas de brita graduada tratada com cimento	1,52
Colunas de solo-cimento	1,49
Aterro com material leve	Foi verificado que as tensões existentes (14,2 kPa) eram da mesma ordem das tensões com a utilização do EPS (14,1 kPa)
	Não apresenta problemas de flutuação para o nível máximo do lençol freático para um período de retorno de 100 anos (cota 2,85 m)

SOLUÇÃO IDEAL (quando possível!): SUBSTITUIÇÃO DO MATERIAL



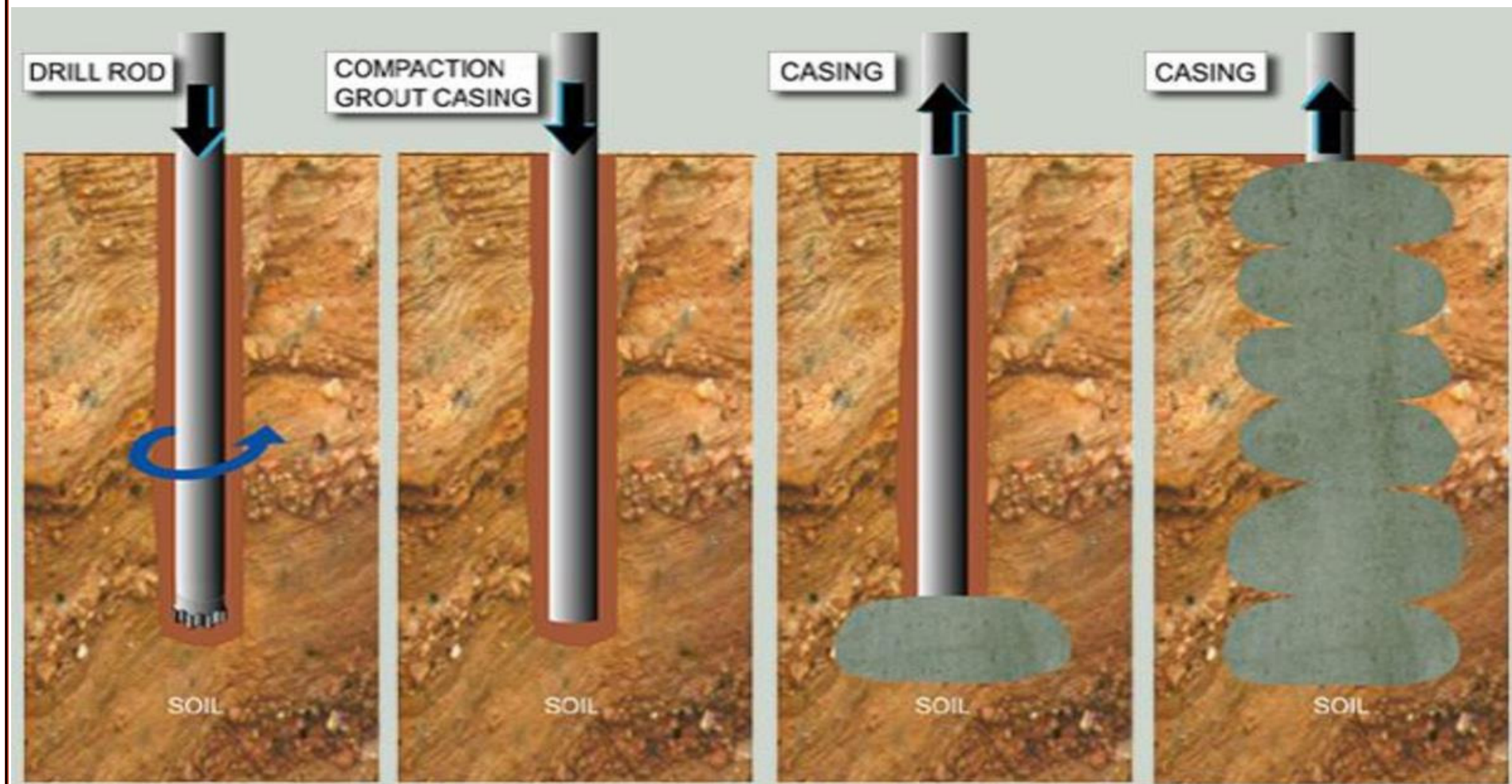
SOLUÇÃO: COLUNAS DE BRITA



SOLUÇÃO: COLUNAS DE AREIA ENVOLTAS EM GEOSSINTÉTICOS



SOLUÇÃO: COMPACTION GROUTING



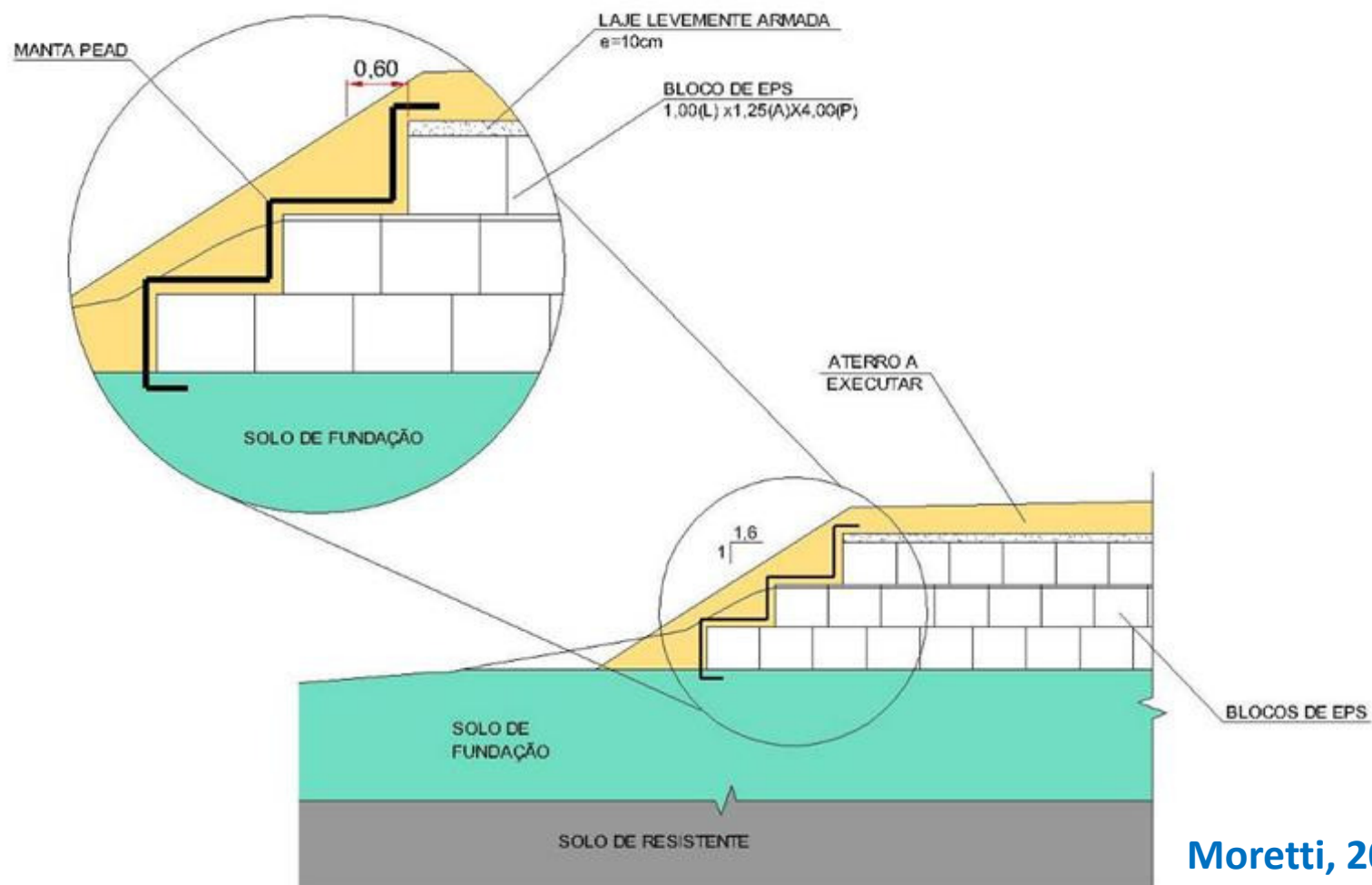
SOLUÇÃO: COLUNAS DE BGTC



SOLUÇÃO: COLUNAS DE SOLO-CIMENTO



SOLUÇÃO: ATERRO LEVE EXECUTADO COM EPS

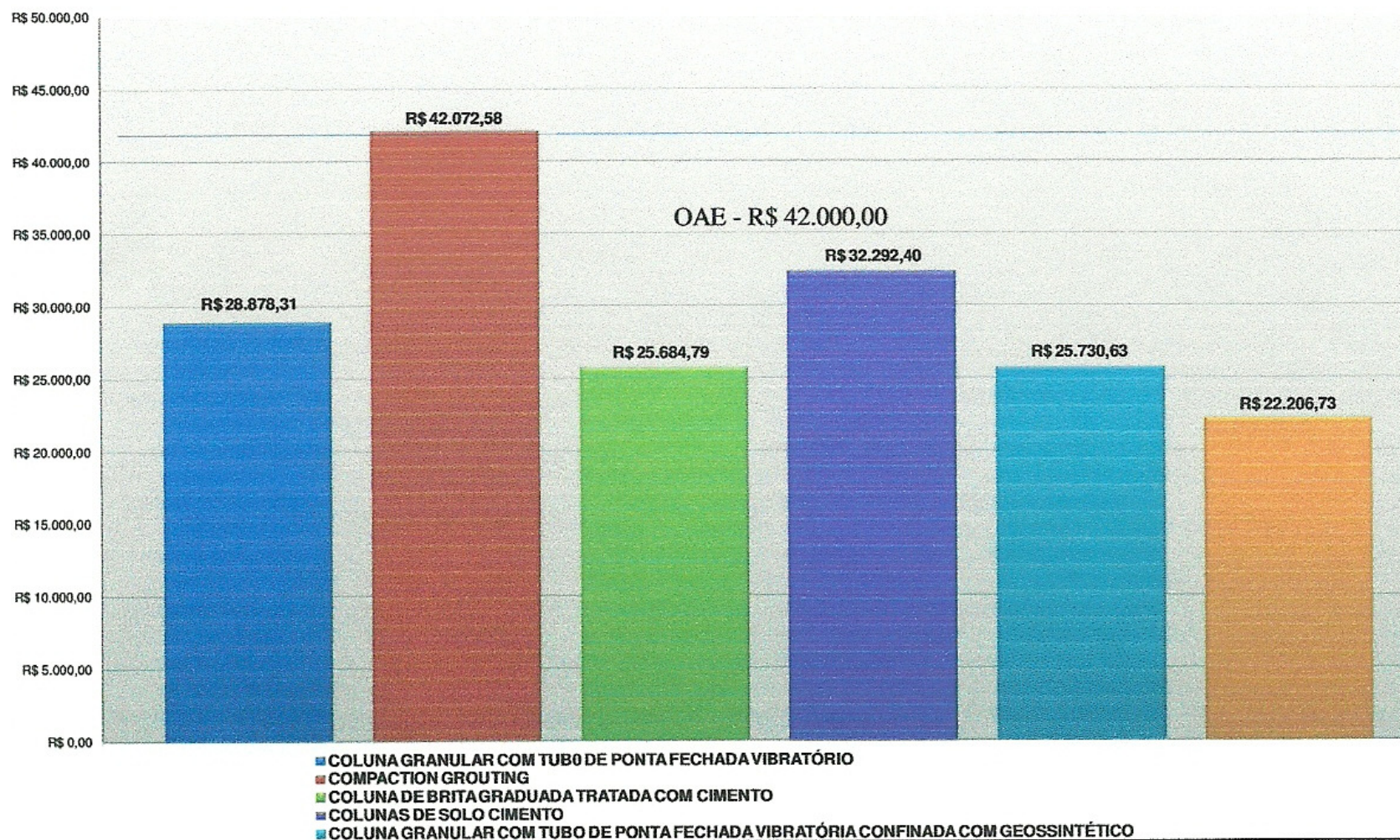


Moretti, 2010)

SOLUÇÃO: ATERRO LEVE EXECUTADO COM EPS

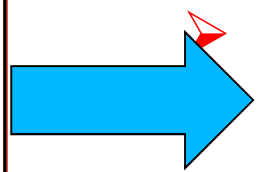


COMPARATIVO DAS SOLUÇÕES: CUSTO

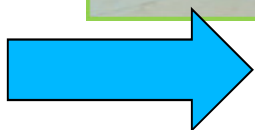


AVALIAÇÃO DAS SOLUÇÕES (Moretti, 2010)

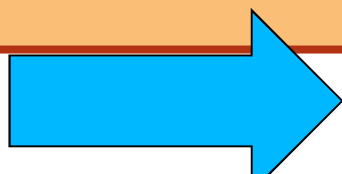
- Colunas de brita, colunas de solo-cimento e compaction grouting apresentaram custos muito elevados.
- As alternativas de colunas de BGTC e coluna de areia confinada com geossintético apresentaram custos competitivos e apresentam a vantagem de tratar e melhorar as condições do solo mole de fundação do aterro.

 ***A execução de aterro com EPS apresentou menor custo de implantação e deve apresentar o menor tempo de execução.***

SOLUÇÃO ADOTADA: ATERRO COM EPS



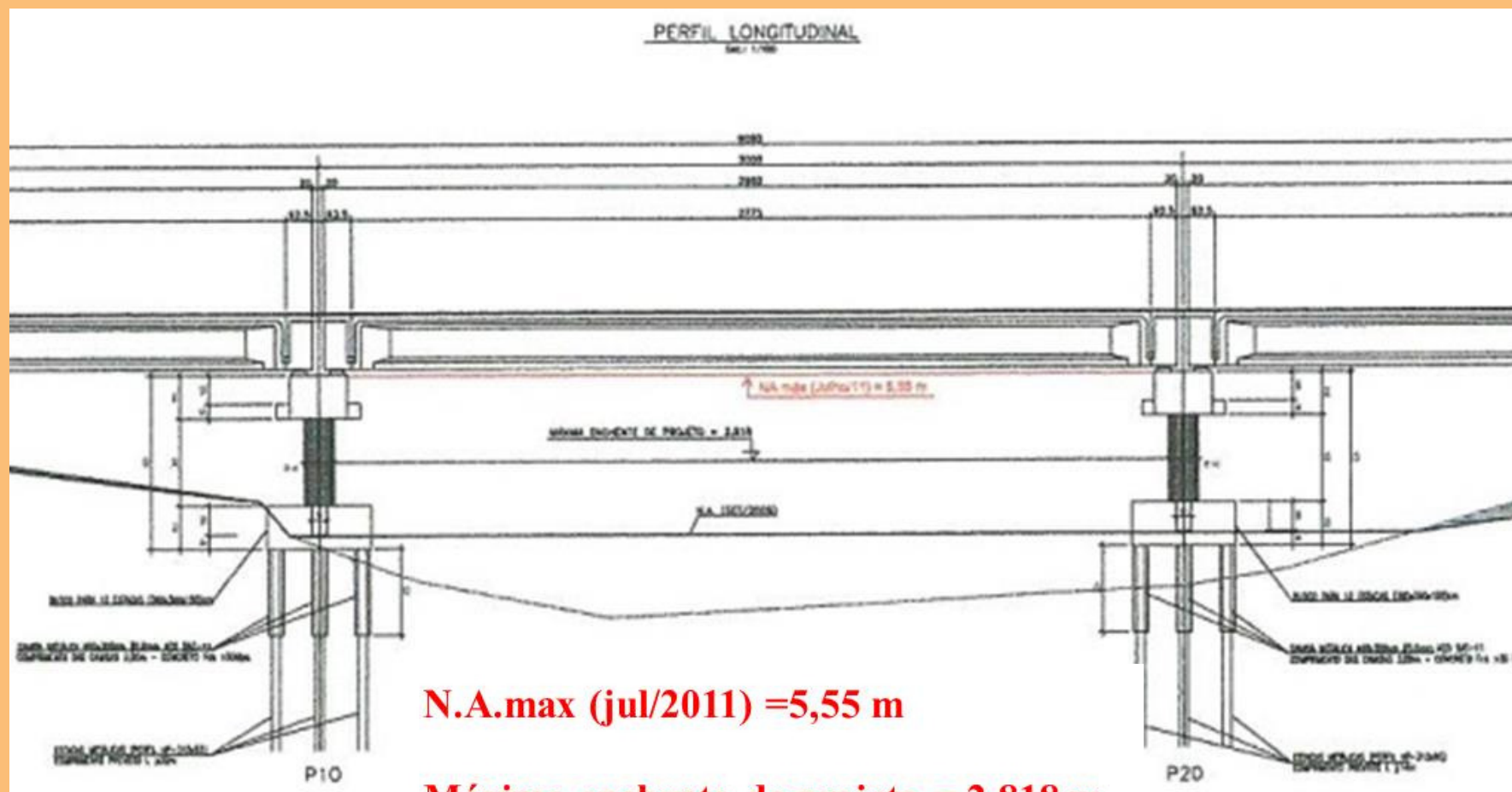
SOLUÇÃO ESTAVA EM EXECUÇÃO → 17/07/2011 ENCHENTE!



FATO MOTIVADOR DA PESQUISA

Enchente: 17/07/2011





N.A.max (jul/2011) = 5,55 m

Máxima enchente de projeto = 2,818 m

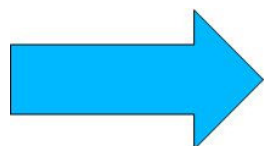
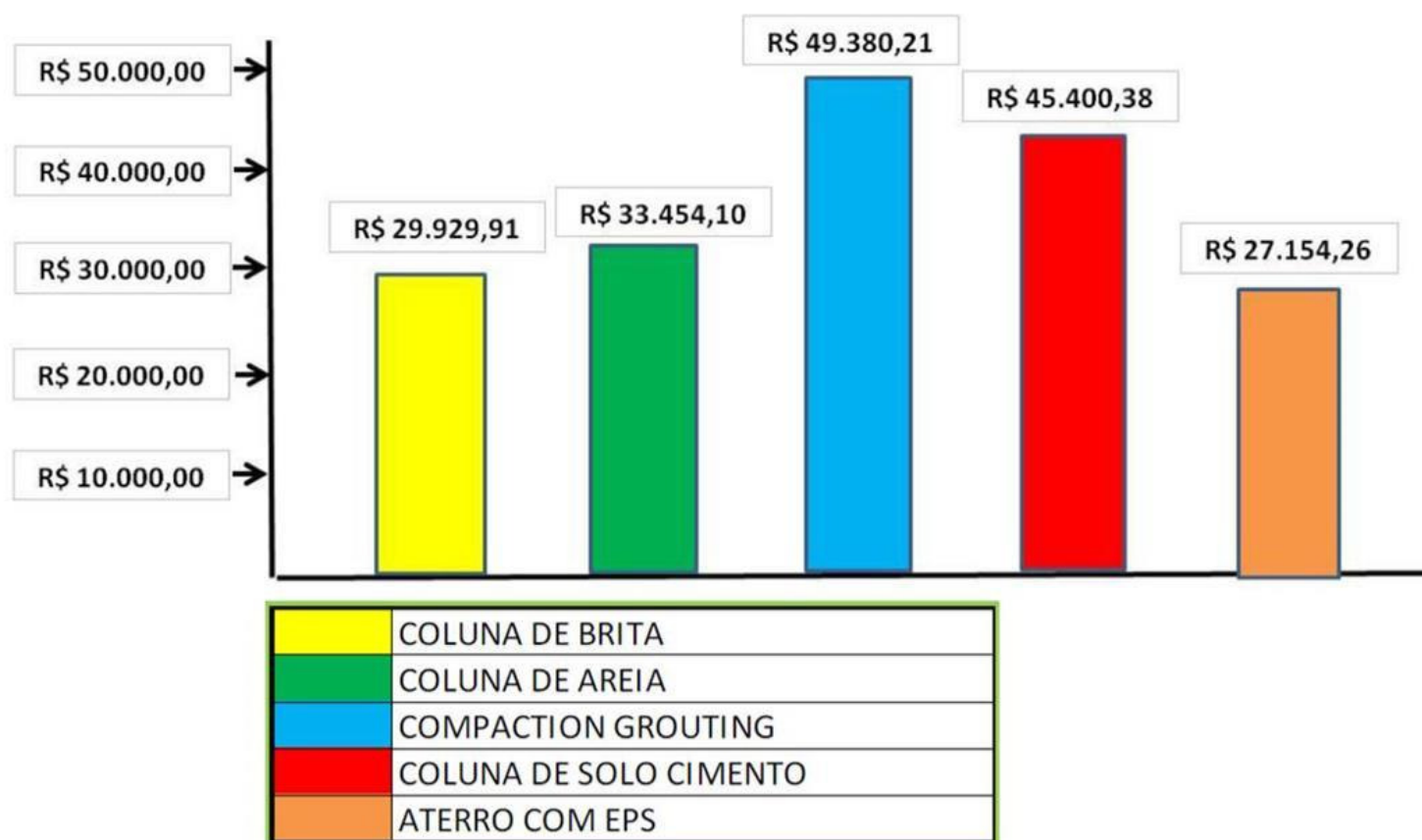
N.A. (set/2008)

RESULTADO!



**FEITOS NOVOS ESTUDOS PARA AVALIAR SE
ADOTAVA A MESMA SOLUÇÃO COM EPS OU
UMA SOLUÇÃO ALTERNATIVA!**

NOVA AVALIAÇÃO DE CUSTOS



Adotada a solução com EPS, com o reaproveitamento dos blocos



PERFIL DA SOLUÇÃO ADOTADA

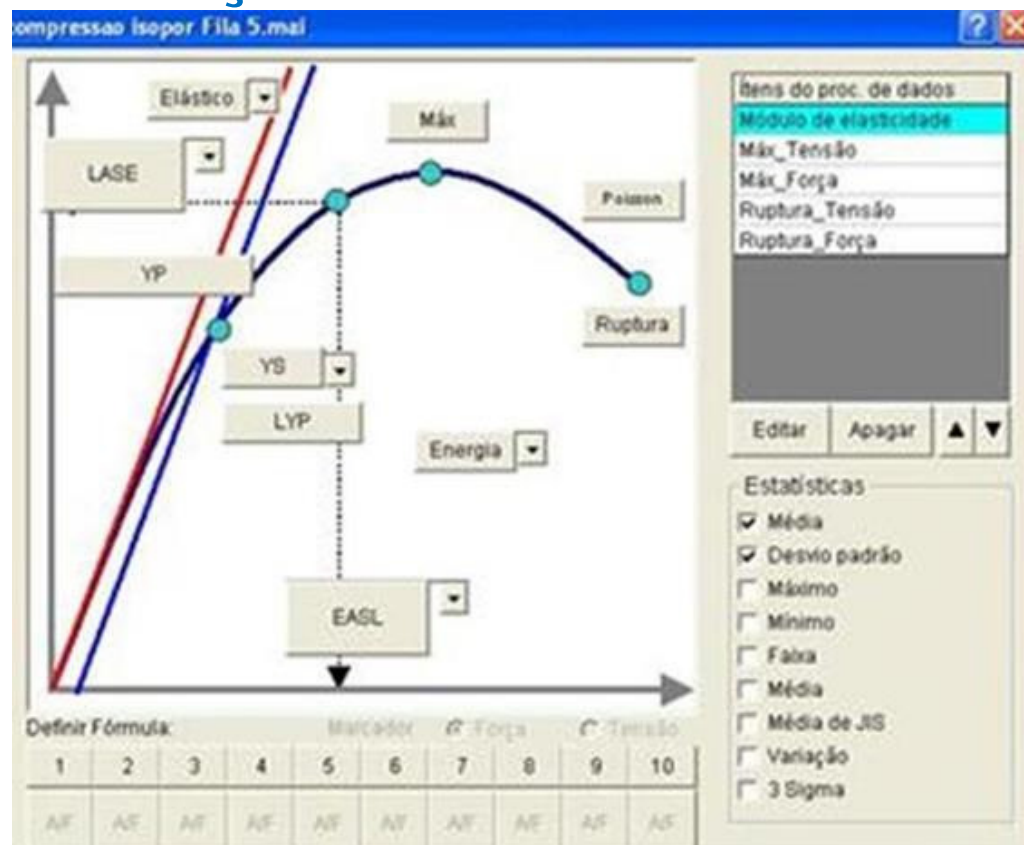
	+ 7,90m	PAVto ACABADO	
			LAJE + PAVto
	+ 7m		
	+ 6m		(EPS)
NA Máx cheia	+ 5,55m	ATERRO (SOBRECARGA)	(EPS)
	+ 5m		BASE DE APOIO
		ATERRO	
	+ 4m		
		ATERRO	
	+ 3m		
		ATERRO	
	+ 2m		
		silte argiloso mole com SPT médio de 3/30	
	- 1m	Su = 30 kPa (adotado)	
		argila mole orgânica	
		Su médio = 26,5 kPa	
		Su adotado = 25 kPa	
	- 16m		

(Geoprojetos, 2012)

AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DO EPS

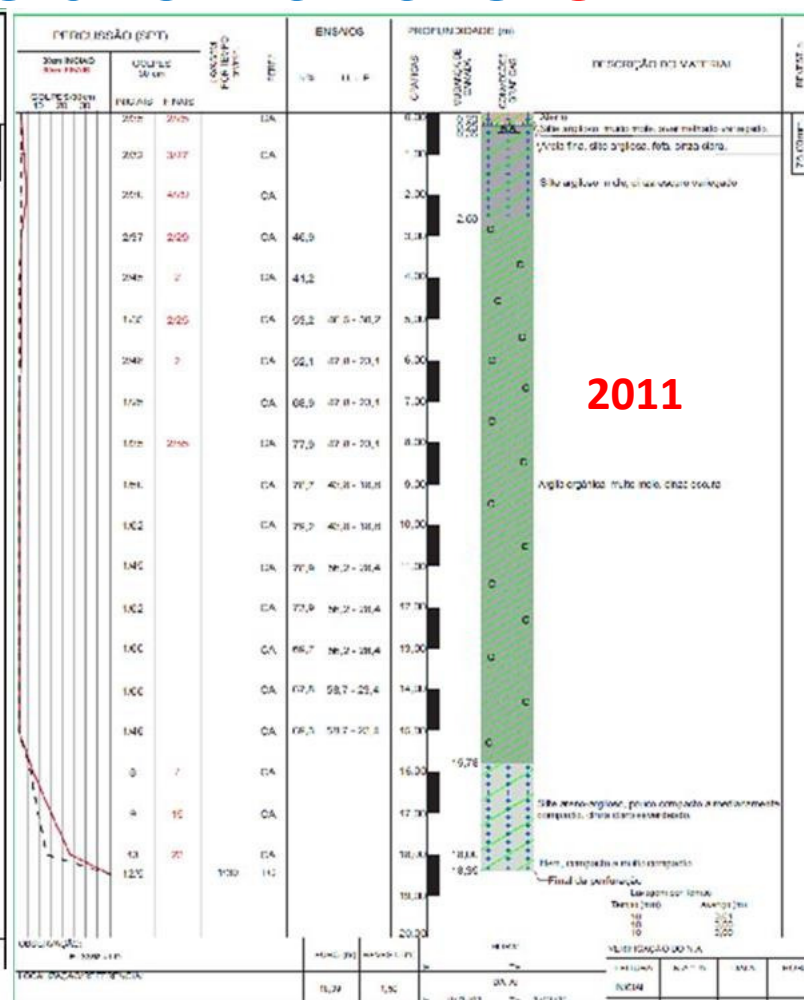
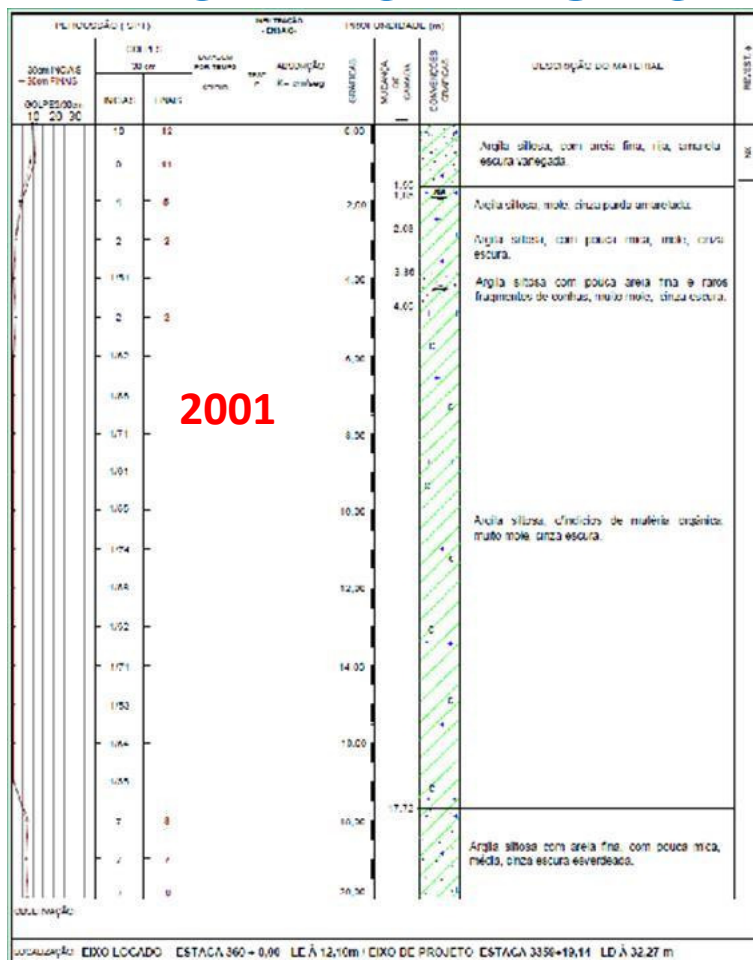


AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DO EPS



(Kennedy et al., 2012)
EPS com as características físicas asseguradas!

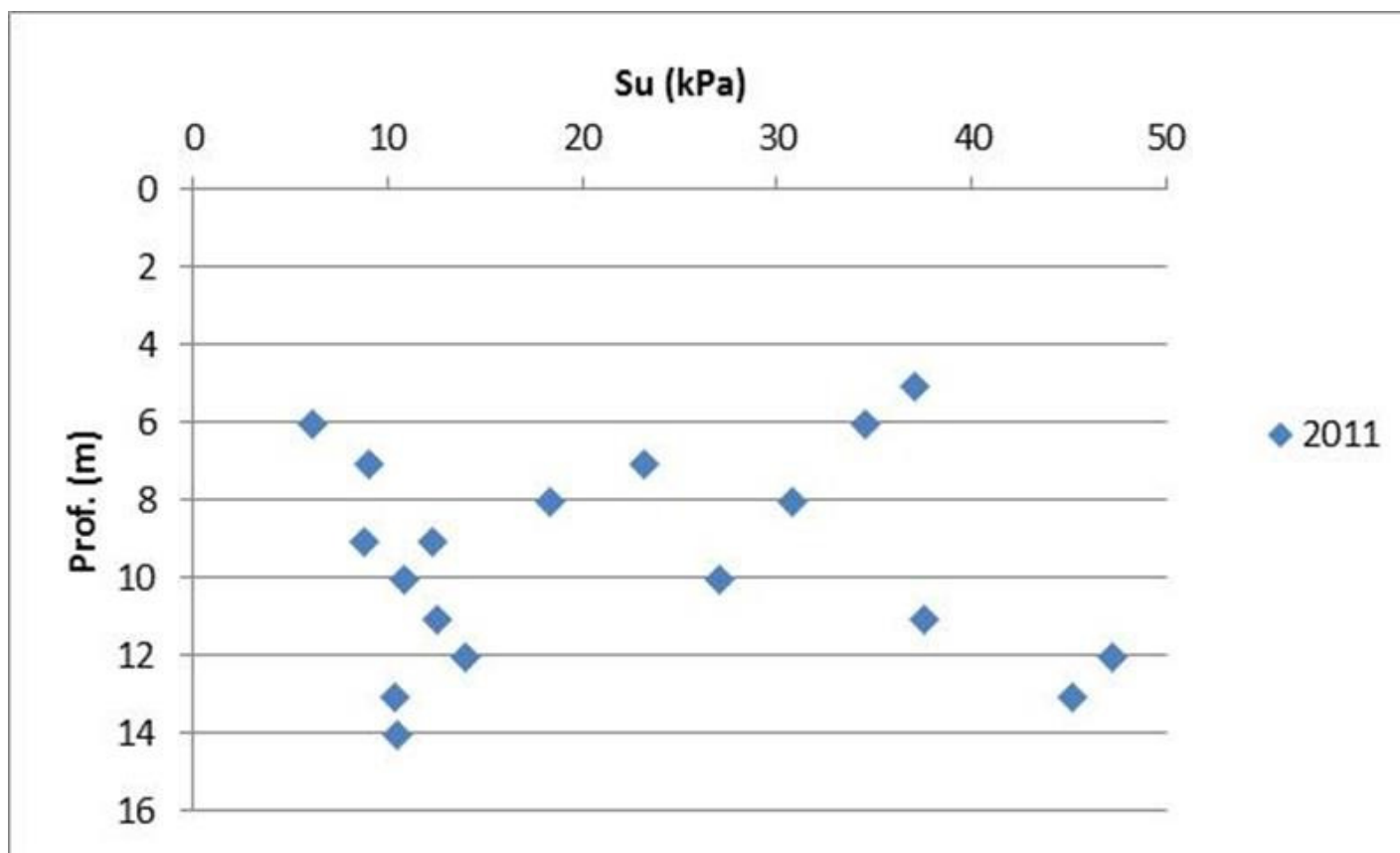
CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS: SPT



AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS: ENSAIO DE PALHETA



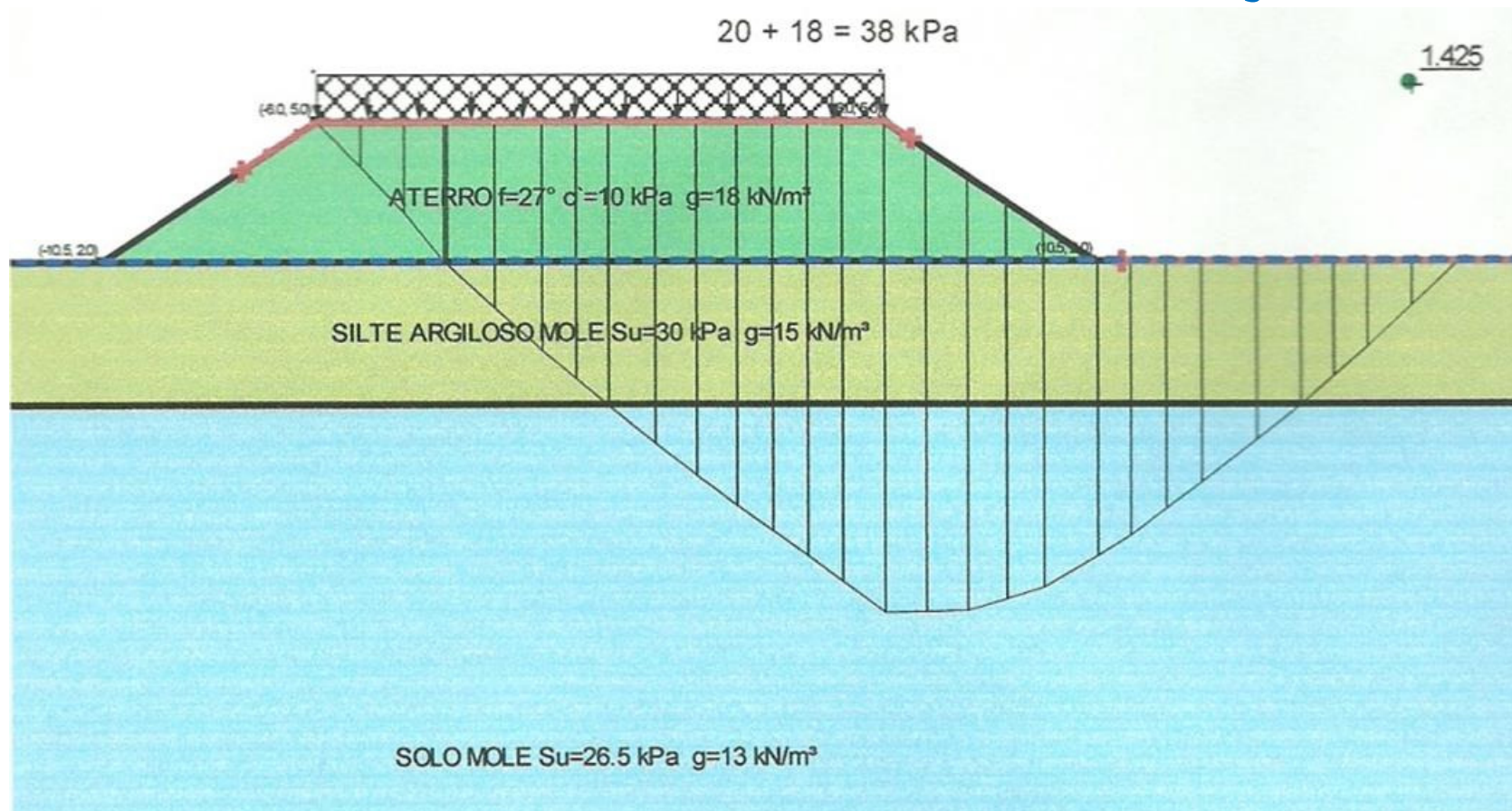
RESULTADOS DOS ENSAIOS DE PALHETA



Su médio = 26,5 kPa
Su adotado = 25,0 kPa

(Geoprojetos, 2012)

ESTABILIDADE – FINAL DE CONSTRUÇÃO



(Geoprojetos, 2012)

CONCLUSÕES (Moretti, 2012)

- **A solução com EPS mostrou-se eficaz para a solução do problema de estabilidade.**
- **A instrumentação geotécnica instalada foi adequada e imprescindível para execução da obra, uma vez que forneceu subsídios para a confirmação das premissas de projeto, acompanhamento da obra e, conseqüentemente, atendimento ao cronograma de obra.**



MUITO OBRIGADO!