

NOTA TÉCNICA

OBJETIVO

Estabelecer metodologia alternativa para a execução da fundação da cortina atirantada, no trecho da E99 a E272, onde ocorrem dificuldades técnicas para cravação dos perfis da estrutura.

ANÁLISE

A metodologia de execução estabelecida pelo Projeto Executivo impõe que o terreno local permita que a estaca metálica, prevista em perfil “I” 410 x 75, seja cravada atingindo uma profundidade de 6,0m, abaixo da cota de fundo do projeto da calha. A ocorrência de perfis com profundidade de ficha menor, está autorizada pelo projetista, desde que esta ocorrência seja controlada por módulo de estrutura (que se constitui de 11 perfis e uma extensão de 60m), sendo necessário entretanto, uma ficha mínima de 3,0m.

Como há ocorrência de perfis onde não se está obtendo a ficha mínima de 3,0m, em determinados segmentos, não viabilizando cravação dos perfis com profundidade aceitável pelo critério de projeto, é necessário estabelecer uma metodologia alternativa para a solução do problema.

Tendo sido realizado a cravação de aproximadamente 50% do total de perfis previstos, 1.180 unidades, tem-se um registro de ficha inadequada que leva a uma estimativa, que para o total da obra se tenha aproximadamente 123 perfis com tal problema. A ocorrência de obstáculos à cravação está distribuída aleatoriamente ao longo dos trechos já trabalhados. Neste conjunto é possível perceber que, não há um padrão na ocorrência que pudesse indicar uma alteração generalizada do perfil geotécnico, em relação ao caracterizado no projeto através das sondagens, ver Figura 1. Mesmo nas proximidades de locais onde a sondagem a percussão, com obtenção de SPT, atingiu uma profundidade adequada, indicando possibilidade de execução da cravação, ocorreram, quando da cravação dos perfis, situações em que não foi possível atingir a ficha mínima de 3,0m, em virtude da provável presença de matacões, ou a solo residual.

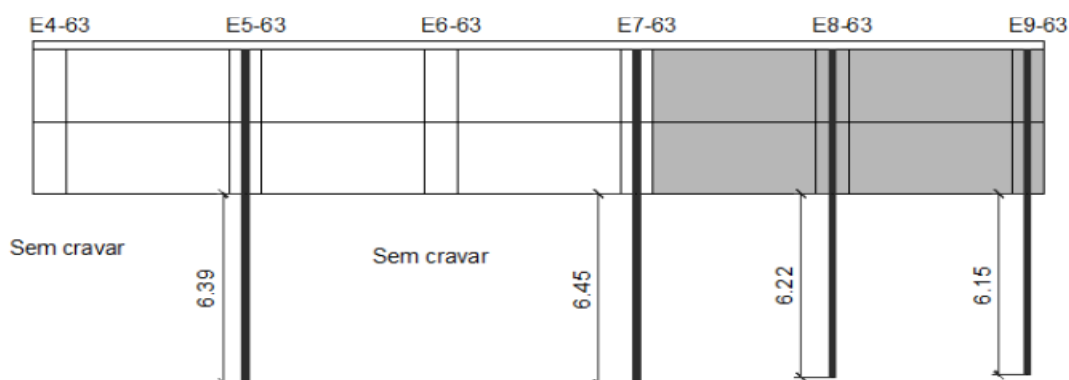


Figura 1 - exemplo de ocorrência de não cravação de perfil pela provável presença de matacão

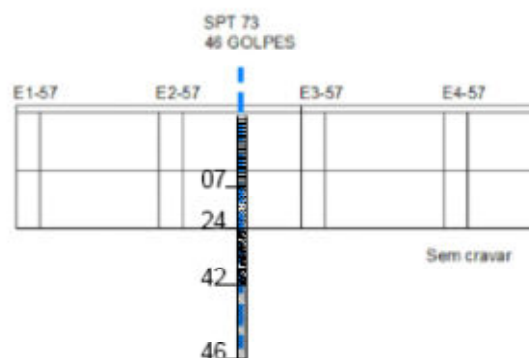


Figura 2 - provável presença de solo residual na região de cravação do perfil

Releva observar que, no atual conjunto de perfis com problemas de fichas, há um segmento, entre as estacas E 180 a E 191, na margem direita, em que se obteve a informação, através de moradores e comerciantes do local, de que o DER haveria executado enrocamento na margem da RJ116, buscando reduzir processo erosivo que se encontrava em curso. O que teria ocorrido antes da chegada do INEA a Nova Friburgo. Assim, dada a provável cota de lançamento deste material, que se aproxima da faixa de profundidade coberta pela placa inferior, portanto inviabilizando a execução do paramento, considera-se que a única solução seja a remoção do material lançado.

Na busca pela solução, para a execução das fundações do paramento, foi avaliada a opção de realização de sondagem rotativa para a identificação da característica geotécnica que vem impedindo a cravação. Como a ocorrência de matacões é aleatória, torna-se imprecisa a expansão da interpretação do resultado de uma provável sondagem, para além do efetivo eixo de prospecção. Dessa forma, seria necessário realizar um furo de sondagem em cada eixo de perfil. Esta opção implica em um potencial custo da ordem de R\$2.983,64 por perfil. Isto considerando a seguinte composição:

CÓDIGO	ITEM DE SERVIÇO	R\$/UNID	UNID	QT P/ UM FURO	R\$/FURO
AD 05.10.0200	Sondagem rotativa vertical, em solo, com coroa de Widia	113,51	M	4	454,04
AD 05.15.0100	Sondagem rotativa com Coroa de diamante, em rocha as	580,36	M	4	2.321,44
	MOBILIZAÇÕES, DESLOCAMENTOS, PREPARO DO TERRENO E OUTROS	208,16	VB	1	208,16
	TOTAL POR FURO				2.983,64

Visando suprir um provável aumento da quantidade de ocorrências, além daquelas até aqui identificadas, estimou-se uma probabilidade da necessidade de investigação em 123 eixos de perfis. Esta composição leva a um custo estimado da ordem de R\$366.987,72, com IO em abril de 2012. Há que se ressaltar também que, tais sondagens não configuram solução para o problema. Permitem apenas identificar qual o material a ser escavado e a que profundidade se atingirá tal dificuldade e afetam também, o prazo de execução da efetiva solução.

Neste momento, como solução para o problema, propõe-se a avaliação de 4 alternativas.

- 1ª Alternativa – Escavar, demolir e extrair o matação ou material de 2ª categoria. Esta alternativa demandará a execução de escoramentos e rebaixamentos de lençol.
- 2ª Alternativa – Execução de pré-furo no eixo dos perfis metálicos que encontrarem problema cravação, com preenchimento com injeção de calda de cimento.
- 3ª Alternativa – Substituição parcial da cortina com fundação profunda por cortina com fundação rasa (sapatas – prédimensionamento - cota de fundo 1,5m abaixo da cota de fundo do paramento – base de 3,0 x 3,0m – h = 0,5m). Esta alternativa demandará a execução de escoramentos e rebaixamentos de lençol.

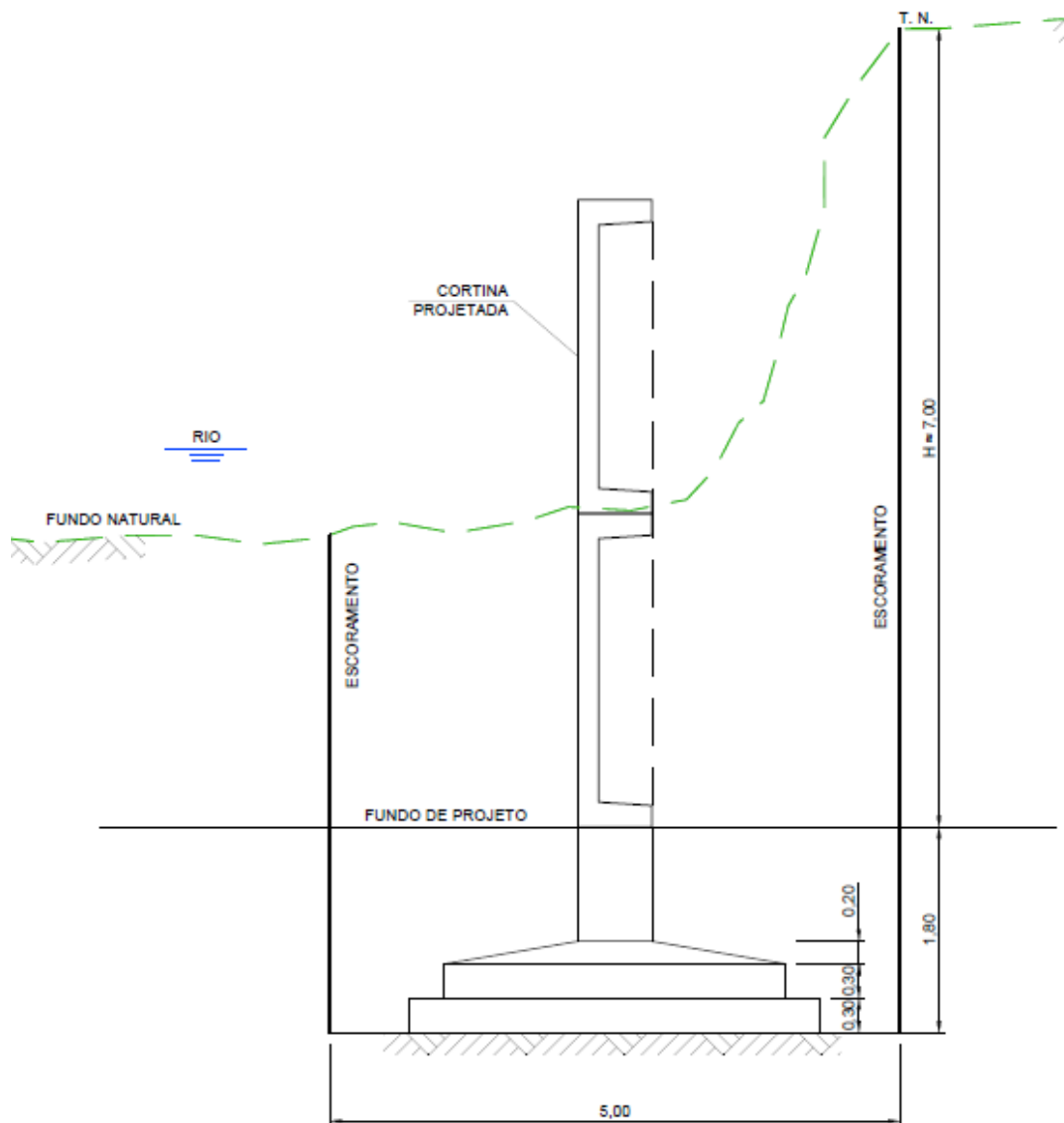


Figura 3 - prédimensionamento da fundação

4ª Alternativa - Execução de estaca raiz em substituição do perfil metálico (prédimensionamento \varnothing 310mm c/ aço de 4 x \varnothing 16mm longitudinal e \varnothing 6,3mm a cada 20cm. Esta alternativa demandará que a largura do pilar seja alterada de 65 cm para 80cm.

Efetuamos uma avaliação técnica de cada uma das alternativas, para apoiar a decisão da escolha da mais adequada:

Alternativa	Positivo	Negativo
Escavar, demolir e extrair	<ul style="list-style-type: none"> • não há modificação da solução prevista no projeto para fundação da cortina; 	<ul style="list-style-type: none"> • as dimensões da cava podem se expandir de forma descontrolada, podendo se expandir para fora da área prevista de trabalho, sendo difícil prever o quantitativo; • a profundidade da cava precisa atingir cotas a mais de 7 m da cota de fundo atual, implicando na necessidade de alteração do sistema de escoramento e rebaixamento de lençol para execução; • com a expansão da cava, pode ocorrer danos as edificações e vias nas proximidades; • pode acarretar acréscimo considerável de quantidade na planilha contratada; • pode necessitar inclusão de itens de rebaixamento de lençol não previstos no contrato; • interrupção do transito na margem onde estiver ocorrendo a intervenção; • velocidade de execução.
Pré-furo	<ul style="list-style-type: none"> • permite preciso controle executivo; • baixa interferência fora da área de trabalho; • os equipamentos podem trabalhar dentro da calha, como no atual processo; • não há modificação da solução prevista no projeto para fundação da cortina; • velocidade de execução 	<ul style="list-style-type: none"> • solução agrega novos itens não previstos em contrato;; • necessário equipamentos e técnicos até aqui não mobilizados; • movimentação do matacão pode acarretar deformação do perfil;
Fundação rasa	<ul style="list-style-type: none"> • permite um preciso controle executivo; • as dimensões da cava irão se expandir de forma controlada; • processo de execução convencional. 	<ul style="list-style-type: none"> • a profundidade da cava precisa atingir cotas a mais de 5 m da cota de fundo atual, implicando na necessidade de alteração do sistema de escoramento e rebaixamento de lençol para execução; • a solução implica em aumento de quantitativo de serviços e inclusão de novos itens na planilha contratada; • com a expansão da cava, pode ocorrer danos as edificações e vias nas proximidades; • interrupção do transito na margem onde estiver ocorrendo a intervenção; • pode ocorrer apoio parcial da base da fundação no matacão, ocasionando tensão indesejável nesta; • eventual movimentação do matacão

		<ul style="list-style-type: none"> pode acarretar dano a estrutura; velocidade de execução
Estaca raiz	<ul style="list-style-type: none"> permite um preciso controle executivo; baixa interferência com a vizinhança além dos limites já previstos no projeto; 	<ul style="list-style-type: none"> solução não prevista em contrato, inclusão de novos itens de custo no contrato; necessário equipamentos e técnicos até aqui não mobilizados; movimentação do matacão pode acarretar cisalhamento da estaca; necessário alterar geometria e armação dos pilares; velocidade de execução

Passando a avaliar aspectos como a viabilidade econômica, prazo e risco de cada solução, temos:

Alternativa	Risco de execução	Prazo de execução	Prazo total de execução ¹	Custo unitário (R\$)	Custo global ² (R\$)
Escavar, demolir e extrair	Alto	1 perfil a cada 4 dias	25 meses	14.161,14	1.741.819,80
Pré-furo	Baixo	1 pré-furo a cada dia	6 meses	9.845,67	1.240.554,03
Fundação rasa	Alto	1 fundação a cada 5 dias	31 meses	24.842,45	3.055.621,45
Estaca raiz	Baixo	1 estaca a cada 3 dias	19 meses	9.842,21	1.210.591,46

1 – para este prazo foi definido o mês de 20 dias úteis e o emprego de uma única frente de serviço;

2 – as estimativas que totalizam os serviços estão baseadas na execução de 123 perfis.

Os custos foram estimados a partir da planilha orçamentária do contrato de construção em curso no rio Bengalas, que tem como mês base de referencia para os custos unitários, fevereiro de 2012, contando com um BDI = 16%, sendo estimativas obtidas a partir de tratativas com o Consórcio Rio Bengalas, não tendo sido ainda avaliada detalhadamente pela Fiscalização do INEA.

CONCLUSÃO

Especificamente para o trecho onde ocorre impedimento da cravação, pelo provável lançamento de material pelo DER, não há outra solução além da escavação e remoção do material. Entretanto é preciso observar que, este material se encontra em cota do nível da atual cota de fundo do rio, assim, ainda podendo ocorrer a presença de matações que dificultem a cravação dos perfis. Neste caso, o custo do serviço necessário de ser agregado ao investimento é da ordem de R\$1.300.000,00, considerando um BDI de 16% e IO de fevereiro de 2012.

Para o caso dos perfis que não estão atingindo ficha adequada, consideramos que:

- o que se busca é uma solução para problemas, que afetam uma parcela da fundação da obra, cuja a estimativa é de uma probabilidade de ocorrer em pouco mais de 10% do total de perfis necessários, não sendo assim, item majoritário na construção;

- está é uma etapa da execução que precede todas as demais tarefas, portanto caminho crítico;
- quanto mais profundo a solução impõe o trabalho, maior é o grau de dificuldade e risco das tarefas. Logo soluções em que não há necessidade de escavações com cota abaixo da que se pratica hoje, são mais vantajosas;
- não pode ser negligenciada, a necessidade de se produzir uma solução compatível ao cronograma proposto, já que retardar a execução das demais tarefas, além do inicialmente previsto, irá implicar em possível dilatação do prazo, podendo gerar implicações no custo das demais tarefas, já que estas estarão sujeitas a aplicação de um novo índice de reajustamento do custo unitário, assim, reduzindo a vantagem competitiva do custo menor na solução da fundação;
- a abertura de mais de uma frente de serviço concomitante, precisa ser avaliada cuidadosamente. Há perfis contíguos que não devem ser trabalhados simultaneamente, afim de não ampliar os riscos de acidente durante a execução.