

RODOVIA BR-116/SP/PR
TRECHO: São Paulo - Curitiba

VOLUME I

AS-BUILT

IMPLANTAÇÃO DE ÁREA DE ESCAPE

km 353+000 – Trecho Serra do Cafezal
Município de Miracatu/SP

DEZEMBRO / 2016

ÍNDICE					
Documento Projetista		Documento ANTT		Título do Documento	pag.
Nº	Rev.	Nº	Rev.		
APRESENTAÇÃO					3
MAPA DE LOCALIZAÇÃO					5
RELATÓRIOS DE PROJETO					7
SET-RT-06-116/SP-353-0-A09/501		RT-06-116/SP-353-0-A09/501	A	MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO EXECUTIVO ÁREA DE ESCAPE	8
NOU-RT-06-116/SP-353-0-G23/501		RT-06-116/SP-353-0-G23/501	A	RELATÓRIO DE PROJETO	26
NOU-RT-06-116/SP-353-0-G23/502		RT-06-116/SP-353-0-G23/502	A	DESENHOS DE PROJETO	141
NOU-RT-06-116/SP-353-0-G23/503		RT-06-116/SP-353-0-G23/503	A	ESQUEMA CONSTRUTIVO	152
NKE- RT-06-116/SP-336-2-J03/501		RT-06-116/SP-336-2-J03/501	A	ESTUDO DE TRÁFEGO E NÍVEIS DE SERVIÇO	179
DYN-MC-06-116/SP-336-7-P01/501		MC-06-116/SP-336-7-P01/501	A	MEMÓRIA DE CÁLCULO PAVIMENTAÇÃO	205
SET-RT-06-116/SP-353-0-G02/501		RT-06-116/SP-353-0-G02/501	A	PERFIL GEOTÉCNICO INDIVIDUAL – SONDAGENS	230
SET-MC-06-116/SP-353-0-C05/501		MC-06-116/SP-353-0-C05/501	A	MEMÓRIA DE CÁLCULO DA ÁREA DE ESCAPE	249
SET-MC-06-116/SP-353-0-F07/501		MC-06-116/SP-353-0-F07/501	A	MEMÓRIA DE CÁLCULO DE ALINHAMENTO HORIZONTAL E VERTICAL	274
SET-MC-06-116/SP-353-0-Q04/501		MC-06-116/SP-353-0-Q04/501	A	QUADRO DE CÁLCULO DE VOLUME DE TERRAPLENAGEM	282
SET-MC-06-116/SP-353-0-H04/501		MC-06-116/SP-353-0-H04/501	A	MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS ESTUDOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS	289
SET-NS-06-116/SP-353-0-P01/501		NS-06-116/SP-353-0-P01/501	A	NOTA DE SERVIÇO DE PLATAFORMA ACABADA DA ÁREA DE ESCAPE	307
ENG-RT-06-116-SP-353-0-C01-501		RT-06-116-SP-353-0-C01-501	A	BARREIRAS RÍGIDAS EM CONCRETO ARMADO	331
MD-06-116-SP-353-0-E01-501		MD-06-116-SP-353-0-E01-501	A	MEMORIA ILUMINAÇÃO	336

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

A Autopista Régis Bittencourt, vem através do presente documento, apresentar a Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT, para sua apreciação, o Projeto Executivo de ÁREA DE ESCAPE do km 353+000 da BR-116/SP.

O projeto completo é formado pelos seguintes volumes:

- **Volume I – Relatórios de Projeto;**
- Volume II – Desenhos do Projeto;
- Volume III – Cronograma de Obras e demais documentos;
- Volume IV – Orçamento do Projeto Executivo.

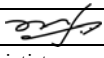
MAPA DE LOCALIZAÇÃO
FOTO AÉREA



353

*Implantação de Área de Escape
km 353+000 – Miracatu/SP*

RELATÓRIOS DO PROJETO

		Autopista Régis Bittencourt 		Código RT-06-116/SP-353-0-A09/501		Revisão A	
Emissão 08/01/2015		Folha 1 de 18					
Lote : 04		Rodovia : BR-116 RODOVIA RÉGIS BITTENCOURT		Projetista: 			
Trecho : SÃO PAULO - CURITIBA				Concessionária: Autopista Régis Bittencourt			
Objeto : PROJETO EXECUTIVO DA ÁREA DE ESCAPE DO km 353+000				ANTT:			
Documentos de Referência: DE-06-116/SP-353-0-F02/501 DE-06-116/SP-353-0-F03/501							
Documentos Resultantes:							
Observação: Rev. 0 - Emissão Inicial.							
0	08/01/2015	SETENGE 					
Rev.	Data	Firma Projetista	Concessionária	ANTT			
FIRMA PROJETISTA: SETENGE Serviços Técnicos de Engenharia Ltda.							
Nº INTERNO: SET-RT-06-116/SP-353-0-A09/501					Rev.: 0		

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	3
2. RAMPAS DE ESCAPE	3
3. ÁREAS DE ESCAPE COM MONTES DE AREIA.....	4
4. ÁREAS DE ESCAPE COM CAIXA DE RETENÇÃO	4
5. LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESCAPE	5
6. DIMENSIONAMENTO DAS ÁREA DE ESCAPE.....	6
6.1. Acesso à caixa de retenção.....	6
6.2. Dimensionamento da caixa de retenção.....	6
6.2.1. Comprimento.....	7
6.2.2. Profundidade.....	7
6.2.3. Largura.....	8
6.3. Operação das áreas de escape.....	8
6.3.1. Sinalização.....	8
6.3.2. Auxílio aos veículos	9
6.3.3. Manutenção	9
7. DECLIVIDADE MÉDIA E EXTENSÃO DAS CAIXAS DE RETENÇÃO	11
7.1. Conclusões.....	15
8. ANÁLISE DO PROJETO GEOMÉTRICO	16
8.1. Largura da caixa de retenção	16
8.2. Largura da pista de serviço	17
8.3. Perfil vertical e alinhamento.....	17
8.4. Comprimento da caixa de retenção	17
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

1. INTRODUÇÃO

Acidentes por falhas de freios são ocorrências potencialmente catastróficas em declives longos e íngremes, principalmente nos locais onde o tráfego de veículos pesados é alto. A perda de freio em declives é decorrente principalmente de uma maior solicitação do sistema de freios, sendo que a causa mais comum para essas falhas é o *fade*, ou seja, a perda da capacidade de frenagem por aquecimento do conjunto lona/tambor de freio, provocada pelo uso excessivo e prolongado do freio de serviço ao longo de um declive.

No Brasil, a Serra do Mar, um sistema montanhoso que se estende do Espírito Santo até o sul de Santa Catarina, representa uma barreira natural que dificulta a ligação interior-litoral. As rodovias construídas na Serra do Mar apresentam declives longos e íngremes e as mais importantes servem de ligação para os principais portos do país, como o Sistema Anchieta-Imigrantes (SP-150 e SP-160), que liga a capital paulista ao porto de Santos, e a rodovia BR-277, que liga a capital paranaense ao porto de Paranaguá. Essas rodovias, assim como na BR-116, na Serra do Caracol, recebem um tráfego intenso de caminhões que transportam produtos de importação e exportação.

A implantação de áreas de escape, que são dispositivos para contenção de caminhões que perdem o controle em rodovias com declives longos e íngremes, visa reduzir o número de acidentes envolvendo veículos desgovernados, fornecendo aos motoristas uma oportunidade de frear o veículo de forma segura. O uso de uma área de escape numa situação de emergência depende, obviamente, de uma decisão do motorista; por isso, além da construção do dispositivo, faz-se necessário orientar os motoristas de caminhões sobre sua utilização e eficiência.

2. RAMPAS DE ESCAPE

Os dispositivos conhecidos como áreas ou rampas de escape (em inglês, escape ramps) na sua concepção mais simples são classificadas como rampas de gravidade, que são saídas pavimentadas ou não, geralmente de material compactado, construídas em um local conveniente, com uma rampa íngreme, nas quais os veículos desgovernados reduzem sua velocidade pelo efeito da resistência de rampa e uma pequena parcela de resistência de rolamento [AASHTO, 1994; ITE, 1989; Witheford, 1992].

Contudo, a superfície de material compactado não evita que nos casos de perda total dos freios os veículos retomem o movimento de descida da rampa, saiam dos limites da área de escape e em alguns casos retornem para via.

As áreas de escape com rampas de gravidade foram inicialmente construídas nos EUA, por apresentar facilidades na instalação e menores custos de construção, mas com o passar dos anos foram sendo substituídas por outros tipos de áreas de escape, principalmente por dispositivos mais seguros, como os que usam superfície de material solto, que facilita a penetração dos pneus do veículo desgovernado e previne que os veículos totalmente sem freios retornem à via [Witthford, 1992].

3. ÁREAS DE ESCAPE COM MONTES DE AREIA

Os dispositivos conhecidos como áreas de escape com montes de areia – em inglês sandpiles – são saídas não pavimentadas compostas por montes de areia ou terra, nas quais os veículos desgovernados reduzem sua velocidade pelo efeito da alta resistência de rolamento provocada pela fácil penetração dos pneus do veículo no material solto da superfície do dispositivo [AASHTO, 1994; ITE, 1989; Witthford, 1992].

Nesse tipo de dispositivo, o alto valor da resistência de rolamento provoca uma elevada intensidade de desaceleração, o que reduz a segurança da frenagem. As altas desacelerações representam riscos aos ocupantes do veículo desgovernado, embora proporcione um menor comprimento para frear os veículos. Os montes de areia podem representar uma alternativa em locais onde existe a necessidade de implantação de dispositivo para contenção, mas com pouco espaço físico disponível.

4. ÁREAS DE ESCAPE COM CAIXA DE RETENÇÃO

Os dispositivos com sistemas de frenagem baseado em caixas de retenção, são usados para frear caminhões desgovernados através da resistência de rolamento produzida pela penetração das rodas do veículo no material solto usado para o enchimento da caixa [Jones 1982].

As caixas de retenção podem ser construídas com qualquer declividade, já que não dependem da resistência de rampa para deter o veículo. Em muitos casos, constroem-se caixas de retenção em

rampas de gravidade, tanto para reduzir a distância necessária para frenagem do caminhão como para prevenir seu retorno à rodovia [AASHTO, 1994].

Uma vantagem das áreas de escape baseadas na resistência de rampas e de rolamento é que, teoricamente, a desaceleração a que os veículos são submetidos é independente da massa de veículo e, portanto, os veículos pesados e leves percorrem a mesma distância até parar, por estarem, sujeitos à mesma desaceleração. Outra vantagem desses dispositivos é que eles requerem pouca manutenção, não mais que uma recomposição de superfície do material na caixa após o uso de dispositivo e afofamento periódico para evitar a compactação do material de enchimento [Jones, 1982]. Um inconveniente desse tipo de dispositivo é a necessidade de um método de extração dos veículos e de um sistema de drenagem eficiente, capaz de coletar águas pluviais e outras substâncias como combustíveis, óleos e cargas líquidas dos caminhões [Jones, 1982].

5. LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESCAPE

Ao se decidir pela instalação de uma área de escape como uma alternativa de aumentar a segurança em um trecho de via, torna-se necessária uma análise que auxilie a escolha do melhor local para ser construído o dispositivo, partindo do pressuposto de que o local escolhido interceptará o maior número possível de veículos desgovernados.

AASHTO [1994] aconselha a realização de:

- Um estudo sobre o índice de acidentes nos trechos em declive: embora os acidentes envolvendo veículos desgovernados possam ocorrer em vários pontos de declive, uma análise mais detalhada poderá indicar pontos onde a quantidade registrada de acidentes se destaca;
- Verificação da velocidade de tombamento nas curvas horizontais existentes no trecho em declive: deve-se procurar construir as áreas de escape antes de curvas horizontais que poderão provocar o tombamento dos veículos desgovernados devido ao excesso de velocidade;
- Análise de temperatura do sistema de freios: neste caso, é indicada a utilização do programa de computador *Grade Severity Rating System* para determinar a temperatura dos freios ao longo do declive. Os veículos perdem os freios a partir do ponto em que a sua temperatura ultrapassar 260°C (ponto de fade).

- Análise da velocidade dos veículos: a provável velocidade com que os veículos possam chegar até o dispositivo deve ser considerada na escolha do local de construção, de forma a evitar que os veículos desgovernados entrem na área de escape com velocidades muito altas.
- Nos casos em que não houver possibilidade de realizar um estudo de localização, a área de escape deve ser construída no segundo terço de declive. Já nos casos em que houver a necessidade de mais dispositivos, estes devem ser separados por uma distância aproximada de 2 km [SETRA,1993].

6. DIMENSIONAMENTO DAS ÁREA DE ESCAPE

Os principais itens de dimensionamento das áreas de escape envolvem a geometria e dimensão do acesso à caixa de retenção e as dimensões da caixa (comprimento, profundidade e largura).

6.1. Acesso à caixa de retenção

O trecho que liga a rodovia até o início da caixa deve proporcionar aos motorista segurança no uso e na tomada de decisão entre entrar ou não no dispositivo.

O acesso à caixa deve ser tangente ou com uma suave curvatura em relação ao alinhamento da via, para minimizar os problemas com a falta de controle do veículo. Além disso, deve ser visível para permitir ao motorista um tempo de reação suficiente para analisar as possibilidades de utilizar ou não a área de escape [AASHTO, 1994; Witheford, 1992].

No caso de rodovias com várias faixas de rolamento, recomenda-se que o acesso até a caixa de retenção seja composto por uma faixa auxiliar (taper) pavimentada com comprimento mínimo de 300 metros [Witheford, 1992].

6.2. Dimensionamento da caixa de retenção

As dimensões das caixas de retenção devem proporcionar uma entrada segura, níveis de desaceleração aceitáveis e um comprimento suficiente para frear os veículos desgovernados com diferentes velocidades. A eficácia da caixa de retenção depende de sua geometria, principalmente da profundidade e comprimento [ADoT, 1993]

6.2.1. Comprimento

O comprimento da caixa de retenção deve ser suficiente para dissipar toda energia cinética dos veículos desgovernados, parando-os com segurança. A extensão da caixa é determinada em função da velocidade de entrada dos veículos na área de escape e da intensidade da desaceleração provocada pelas resistências de rolamento e de rampa [AASHTO, 1994].

As áreas de escape devem ser construídas em locais onde a velocidade de entrada dos veículos não exceda 140 km/h. O ideal é que o comprimento seja dimensionado para velocidades de entrada dentro de um intervalo de 130 a 140 km/h [AASHTO, 1994].

Outro fator que influencia no comprimento é a intensidade da desaceleração imposta sobre o veículo no interior da caixa de retenção. O valor da desaceleração está relacionado com a profundidade da caixa, com as características do material de enchimento, a inclinação da caixa e as características do veículo.

As características do material de enchimento da caixa influenciam o valor da desaceleração e, por consequência, o comprimento da caixa. Características como o coeficiente de rolamento, a granulometria e a resistência mecânica dos materiais estão relacionadas com a resistência de rolamento dentro da caixa. Para que o material apresente elevado coeficiente de resistência de rolamento, ele deve ter superfície regular, forma arredondada e ser predominantemente de mesma granulometria [AASHTO 1994].

6.2.2. Profundidade

Como a intensidade da desaceleração imposta sobre o veículo varia em função da espessura do material, a profundidade da caixa de retenção está relacionada com a segurança do processo de frenagem do veículo [AASHTO, 1994; ITE, 1989; Witheford, 1992]. Dois aspectos devem ser analisados para dimensionar a profundidade de uma caixa de retenção. O primeiro aspecto trata da profundidade do trecho inicial. No começo da caixa é interessante evitar um afundamento acentuado das rodas do veículo; as caixas devem ter profundidades menores nos primeiros metros de seu comprimento, a fim de minimizar os efeitos de uma desaceleração brusca logo na entrada do dispositivo e até mesmo facilitar a extração dos veículos da caixa. Outro aspecto diz respeito à profundidade útil da caixa, pois com o passar do tempo, fatores externos como a contaminação (presença de folhas, sujeira, finos, óleos, combustível, etc) e a compactação do material diminuem a espessura útil do material, o que irá reduzir a eficiência de desaceleração do dispositivo.

As diretrizes da AASHTO recomendam que a caixa tenha uma profundidade mínima de 7,5 cm no ponto de entrada e durante os primeiros 30 a 60 m do comprimento da caixa a profundidade aumenta até 100 cm [AASHTO, 1994]. No estudo realizado por Witheford [1992] não são recomendadas profundidades menores que 45 cm, visto que profundidades menores podem apresentar uma redução significativa na resistência de rolamento. Outra análise feita nos EUA indica profundidades mínimas de pelo menos 30 cm, mas recomenda como ideal 15 cm de profundidade no início da caixa e de 46 a 90 cm nos primeiros 30 a 60 metros do comprimento da caixa [ITE, 1989].

6.2.3. Largura

As caixas de retenção também podem ser classificadas de acordo com a largura. Quando apenas meio eixo do veículo penetra na caixa e a outra metade continua a rolar sobre o acostamento ou pista, tem-se uma caixa de meia largura. Nesse caso a desaceleração provocada é assimétrica, aumentando os riscos de danos e a necessidade de maiores comprimentos para parar os veículos [SETRA, 1993]. As caixas com larguras maiores que a largura dos veículos são chamadas de caixa de largura integral.

A largura mínima ideal é 8 m, a desejável de 9 a 12 m. Esta largura acomoda dois veículos. Larguras menores são usadas onde é impossível construir caixas de retenção mais largas; neste caso, o fluxo de tráfego na descida deve ser interrompido até que o veículo seja retirado da caixa, para evitar acidentes. A largura da caixa de retenção do km 42 da Via Anchieta é 5 m, e o tráfego é interrompido para retirada segura dos caminhões.

6.3. Operação das áreas de escape

A operação de áreas de escape envolve três aspectos principais: a sinalização, o auxílio aos veículos e a manutenção. As recomendações e experiências de outros países em relação à operação de áreas de escape serão discutidos a seguir.

6.3.1. Sinalização

O sucesso da operação das áreas de escape está em informar aos motoristas com antecedência a existência de áreas de escape [ITE, 1989]. Como os motoristas de veículos desgovernados em alta velocidade provavelmente estarão em uma situação de tensão, a localização adequada da sinalização antes da entrada facilita a tomada de decisão.

Placas ao longo da via devem informar aos motoristas as características do declive, como inclinação e extensão do trecho de descida. Informações sobre regras de condução segura em declives devem fazer partes da sinalização, bem como avisos sobre a velocidade de segurança a ser desenvolvida, a necessidade de verificar os freios do veículo, uso do freio motor e até mesmo a marcha adequada a ser escolhida pelo motorista. Essas informações podem contribuir para a redução da ocorrência de acidentes envolvendo veículos desgovernados [SETRA, 1993; Witheford, 1992].

Em caso de readequação da área de escape após a utilização ou mesmo durante a realização de manutenção, convém criar sistemas de sinalização para informar aos motoristas que a área de escape não está disponível. A sinalização horizontal de marcação do acesso à caixa deve ser diferenciada de uma saída normal, utilizando um tabuleiro de xadrez vermelho e branco com um metro de largura para evidenciar o acesso à área de escape [SETRA, 1993].

6.3.2. Auxílio aos veículos

O auxílio aos veículos que utilizaram a área de escape, deve ocorrer o mais rápido possível, para que o dispositivo volte a estar liberado para um novo uso. Com o afundamento dos pneus do caminhão no material solto da caixa de retenção, torna-se indispensável um mecanismo para retirá-lo e também prestar os primeiros serviços mecânicos e médicos quando necessário.

Pistas de serviço e blocos de ancoragem ao longo do comprimento devem fazer parte do dimensionamento das áreas de escape. No projeto de áreas de escape deve-se prever um modo fácil e rápido de retirada dos veículos, para que o dispositivo possa voltar a operar o mais rápido possível. Vale ressaltar que em alguns casos a rodovia também pode ficar interditada até o término do processo de retirada do veículo [Witheford, 1992].

De modo geral, a retirada dos veículos da caixa de retenção é um processo demorado e quando aperfeiçoado para reduzir o tempo de extração, seu custo torna-se elevado.

6.3.3. Manutenção

Os serviços de manutenção têm como finalidade conservar a eficiência da caixa de retenção, após cada uso e ao longo do tempo. Após cada uso, a superfície do material da caixa deve ser regularizada com auxílio de equipamentos adequados que possibilitem a movimentação e a reestruturação do material. Mesmo sem registro de uso de caixa, deve-se evitar que a eficiência de

frenagem sofra uma redução brusca ao longo do tempo. Normas norte americanas recomendam evitar a compactação do material de enchimento e facilitar a drenagem, para isso, o material deve ser limpo e escarificado periodicamente [AASHTO, 1994].

O efeito da presença de finos, sujeira e o apodrecimento de folhas produzirão uma redução lenta e progressiva da eficiência da caixa. Convém acompanhar esta evolução para determinar o período ideal para realização de limpeza ou mesmo da substituição do material quando ocorrer uma perda acentuada da eficiência de frenagem do dispositivo [SETRA, 1993].

Witheyford [1992] alerta sobre a necessidade de escarificação do material em intervalos periódicos e não somente após cada uso. Descreve também uma pesquisa sobre os efeitos da contaminação do agregado ao longo de tempo, por meio de um estudo realizado por Hayden [1982], em que se observa o acréscimo da distância para frear os veículos com o passar dos anos.

Deve-se ter uma atenção particular com vazamento de combustíveis ou cargas líquidas dos veículos que utilizaram a área de escape. Um sistema de drenagem especial deve ser instalado para recolher essas matérias, separadamente do sistema de drenagem de águas pluviais, evitando assim a contaminação do material da caixa e até mesmo problemas ambientais [AASHTO, 1994].

Deve haver drenagem superficial adequada ao redor da caixa de retenção para prevenir a entrada de água.

O fundo da caixa deve ser tal que previna contaminação do material de enchimento por finos.

Para prevenção de derramamento de materiais tóxicos, o fundo da caixa deve ser de concreto e deve ser construído um sistema de drenagem e retenção de líquidos com capacidade suficiente para conter o líquido que pode vazar durante a entrada de um caminhão na caixa.

A entrada deve ser projetada para ser usada com segurança por um caminhão em alta velocidade. A distância de visibilidade deve ser a maior possível e todo o comprimento da caixa deve ser visível para o motorista que pretenda usá-la. Idealmente, ela deve ser iluminada para melhor visibilidade à noite.

7. DECLIVIDADE MÉDIA E EXTENSÃO DAS CAIXAS DE RETENÇÃO

Para determinação da declividade média e do comprimento das caixas de retenção, usaram-se os seguintes pressupostos:

- O coeficiente de resistência ao rolamento do material de enchimento da caixa foi admitido como 250 kg/t de PBT, equivalente a uma rampa de 25%, que é o valor fornecido no *Green Book* para pea gravel [AASHTO, 2001, p. 260, Ex. 3-70] – o material de maior coeficiente de resistência rolamento entre os listados naquele documento.
- O comprimento da caixa de retenção foi estimado a partir da área indicada no projeto, cujo início está localizado em torno do km 353+000. O comprimento disponível foi obtido traçando-se uma tangente ao alinhamento do bordo direito da faixa de descida.
- No Projeto Executivo da área de escape do km 353+000, o comprimento máximo obtido na caixa de retenção foi de 130,00 m.
- A velocidade de entrada foi admitida como sendo 130 km/h, conforme estabelecido no *Green Book* [AASHTO, 2001, p. 262].

A declividade necessária foi calculada através da Eq. 3-41 [AASHTO, 2001, p. 266]:

$$L = \frac{V^2}{254(R \pm G)} \quad (1)$$

em que:

- L: comprimento da caixa de retenção (m);
- V: velocidade de entrada na caixa de retenção (km/h);
- R: coeficiente de resistência de rolamento do material usado na caixa (em kg/t de PBT ou rampa equivalente em m/m); e
- G: declividade média longitudinal da caixa de retenção (m/m).

A declividade média da caixa de retenção, calculada pela fórmula da Equação 1, está mostrada na Tabela 1.

km	L (m)	V_i (km/h)	R	G
353+000	130	130	25%	+ 26,2%

Tabela 1 - Características estimadas para as caixas de retenção com *pea gravel*

Uma caixa de retenção de 130 m, preenchida com *pea gravel*, necessitaria de um declive médio de +26,2% para deter com segurança veículos com velocidade de entrada de até 130 km/h. Como esta declividade é muito grande, podem-se prever problemas com relação à estabilidade do material de enchimento, à capacidade de operação dos guinchos em tal auge, além das dificuldades nas operações normais de construção e manutenção da caixa de retenção.

Para redução desta declividade média, existem duas possibilidades:

- a construção de um dispositivo para retenção de veículos que percorram todo o comprimento da caixa de retenção sem que sejam detidos; e
- o uso de um agregado artificial com coeficiente de resistência de rolamento maior que o do *pea gravel*.

No primeiro caso, no final da caixa de contenção seria construído um dispositivo de contenção, contra o qual os veículos com velocidade inicial mais alta se chocariam, uma vez que o comprimento da caixa de retenção seria insuficiente para detê-los completamente. Admitindo-se que a caixa de retenção seja projetada com uma declividade média G, a velocidade final de um veículo que entra na caixa de retenção a 130 km/h pode ser calculada através da equação [AASHTO, 2001, p. 267]:

$$V_f^2 = V_i^2 - 254 L (R \pm G), \quad (2)$$

em que:

V_f : velocidade ao final de uma distância L numa caixa de retenção (km/h); e

V_i : velocidade de entrada na caixa de retenção (km/h).

A Tabela 2 mostra a relação entre a velocidade final e a declividade média da caixa de retenção do km 353+000. Pode-se notar que as velocidades ao final da caixa de retenção são altas, mesmo com declividade de até 20%.

Velocidade de entrada (km/h)	L (m)	R (%)	G (%)	Velocidade final (km/h)
130	130	25%	0%	93
130	130	25%	2%	89
130	130	25%	4%	86
130	130	25%	6%	82
130	130	25%	8%	77
130	130	25%	10%	73
130	130	25%	12%	68
130	130	25%	14%	63
130	130	25%	16%	58
130	130	25%	18%	52
130	130	25%	20%	45

Tabela 2 - Velocidade de choque contra o dispositivo de contenção no final de uma caixa de retenção de 130 m com *pea gravel*

A Tabela 3 mostra a velocidade inicial máxima com a qual um veículo pode entrar na caixa de retenção com *pea gravel* e ser detido completamente num comprimento de 130 m, em função da declividade média. Pode-se notar que, para uma rampa de 10%, a velocidade máxima de entrada é cerca de 100 km/h. Esta velocidade é significativamente inferior à velocidade máxima potencial estimada para o local, que é cerca de 130 km/h.

Comprimento L (m)	Resistência de rolamento R (%)	Rampa G (%)	Velocidade máxima de entrada (km/h)
130	25%	0%	91
130	25%	2%	94
130	25%	4%	98
130	25%	6%	101
130	25%	8%	104
130	25%	10%	108
130	25%	12%	111
130	25%	14%	113
130	25%	16%	116
130	25%	18%	119

Tabela 3 - Velocidade máxima de entrada em função da declividade média para uma caixa de retenção de 130 m com *pea gravel*

Os resultados desta análise indicam que o uso de *pea gravel* é uma solução indesejável. A segunda alternativa, que consiste em usar um material com coeficiente de resistência de rolamento superior a 25%, permitiria uma menor declividade da caixa de retenção. A Tabela 4 fornece estimativas do valor de *R* necessário para deter um veículo com velocidade de entrada de 130 km/h em função da declividade de uma caixa de retenção de 130 m de extensão.

Comprimento da caixa <i>L</i> (m)	Rampa média <i>G</i> (%)	Coeficiente de resistência de rolamento mínimo <i>R</i> (%)
130	0%	51%
130	2%	49%
130	4%	47%
130	6%	45%
130	8%	43%
130	10%	41%
130	12%	39%
130	14%	37%
130	16%	35%
130	18%	33%
130	20%	31%

Tabela 4 - Coeficiente de resistência de rolamento mínimo (*R*) em função da declividade de uma caixa de retenção de 130 m de comprimento, para velocidade de entrada $V_i = 130$ km/h

Os resultados mostrados na Tabela 4 indicam que o valor mínimo necessário do coeficiente de resistência de rolamento usado na caixa é significativamente superior a 25%, o máximo indicado nas diretrizes da AASHTO [AASHTO, 2001, Exh. 3-70, p. 260], considerando-se uma velocidade potencial máxima de 130 km/h.

Por outro lado, ensaios realizados na caixa de retenção construída pela Ecovias no km 42 da Via Anchieta, onde foi usada cinasita para material de enchimento, sugerem que o coeficiente de resistência de rolamento deste material pode ser maior que 40% [Zanoli e Setti, 2005]. Como pode ser visto na Tabela 4, para ser detido completamente num comprimento de 130 m, um veículo com velocidade inicial de 130 km/h requer uma combinação de declividade média *G* e resistência de rolamento *R* de 51%. Como análises geométricas indicaram uma declividade média desejável da caixa de retenção de 1%, o coeficiente de resistência de rolamento do material usado na caixa deve ser de 50%.

Considerando-se uma declividade média G de 1% e um coeficiente de resistência de rolamento R de 40% (um valor que deve ser facilmente obtido usando-se cinasita), 162 m seriam necessários para que um veículo a 130 km/h seja detido completamente dentro da caixa de retenção. Uma caixa de 130 m, greide de 1% e cinasita ($R = 40\%$) seria capaz de atender veículos cuja velocidade de entrada seja menor ou igual a 116 km/h.

Caso seja feita a opção de uso da cinasita para enchimento das caixas de retenção, haveria vantagens também em relação à caixa de retenção do km 353+000. Considerando um comprimento de 130 m e a declividade média de 2%, uma caixa de retenção com cinasita ($R = 49\%$) seria capaz de deter caminhões com velocidade de entrada de até 130 km/h, como mostra o gráfico da Figura 1, proporcionando uma certa margem de segurança.

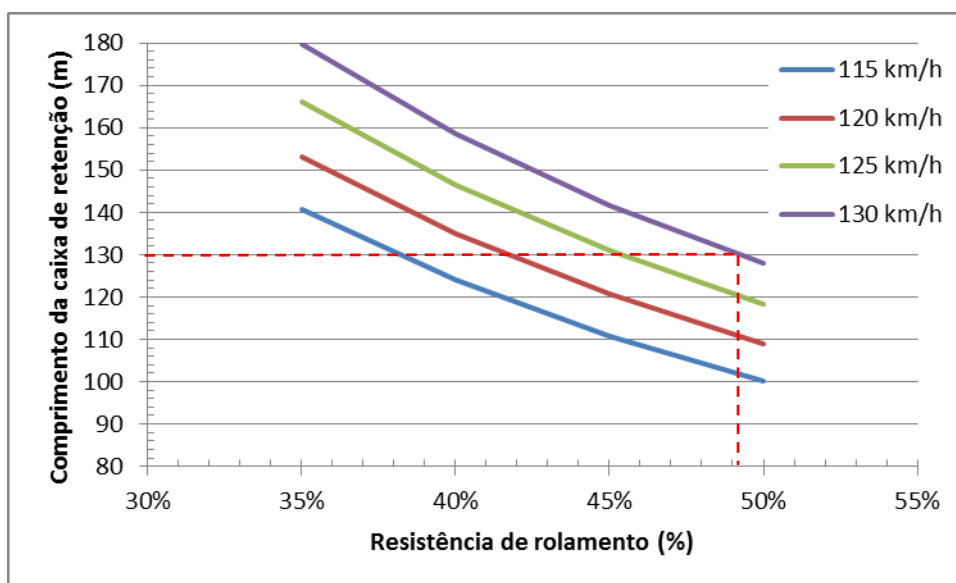


Figura 1 - Variação do comprimento da caixa de retenção em função da resistência de rolamento do material de enchimento para diversas velocidades de entrada

7.1. Conclusões

Considerando o espaço disponível para a construção da área de escape de emergência e a declividade desejada ($G = 2\%$), é necessário usar um material de enchimento de alto coeficiente de resistência de rolamento ($R > 40\%$) para que a caixa de retenção localizada na altura do km 353+000 possa atender com segurança caminhões que cheguem ao local com a velocidade potencial máxima estimada através do modelo usado.

Caso seja feita a opção pelo uso de cinasita, o comprimento mínimo para a caixa de retenção da área de escape do km 353+000 deveria ser 100 m e atenderia, com segurança, veículos com velocidade de entrada de até 115 km/h, se sua declividade média for 2% e se o coeficiente de resistência de rolamento proporcionado pela cinasita for 50%. Uma caixa de 129 m de comprimento, com declividade média semelhante, seria capaz de atender, com segurança, veículos com velocidade de entrada de até 130 km/h.

Na prática temos a operação da área de escape da BR-376 - km 675+000, cuja as características são semelhantes à área de escape do projeto em escopo, sendo ela administrada pela Concessionária Autopista Litoral Sul, em 3 anos após sua implantação tem evitado mais de 1 centena de acidentes.

8. ANÁLISE DO PROJETO GEOMÉTRICO

Esta seção do relatório apresenta uma análise do projeto geométrico da área de escape de emergência no projeto da Pista Sul descendente da Rodovia Régis Bittencourt, no trecho da Serra do Cafezal, no estado de São Paulo. Os seguintes aspectos foram analisados em relação ao projeto geométrico da área de escape:

- Largura da caixa de retenção;
- Largura da pista de serviço;
- Perfil vertical e horizontal da área de escape; e
- Comprimento total da caixa de retenção e sua adequação à velocidade estimada de entrada.

8.1. Largura da caixa de retenção

Apesar de inferior ao mínimo recomendado como ideal pela AASHTO (8 m), a largura da caixa projetada é igual à existente na Via Anchieta, onde ensaios realizados mostraram que uma largura de 5 m é suficiente para uma operação segura.

Deve-se ressaltar que esta largura é insuficiente para uso simultâneo da caixa por mais de um veículo. Logo, sempre que um caminhão entrar na caixa de retenção, os usuários devem ser imediatamente avisados da sua indisponibilidade temporária e providências devem ser tomadas para garantir a segurança tanto da equipe que trabalha na remoção do veículo como dos usuários da rodovia.

8.2. Largura da pista de serviço

A largura adotada (3,50 m) é a mesma usada na área de escape da Via Anchieta, onde mostrou-se adequada para as operações de manutenção da caixa. Quanto às operações de retirada de caminhões, sugere-se uma consulta à concessionária quanto à adequação desta largura à operação de guinchos, já que uma plataforma maior poderia facilitar as manobras dos caminhões-guincho.

8.3. Perfil vertical e alinhamento

O alinhamento da área de escape tem o taper com 121m em curva e segue em tangente até o final do traçado. O perfil vertical é composto por um trecho de 125,00 m em declive de 4,47%; um segmento de 30,00 m em curva vertical ($Y=30,000$ m, $K=17,442$ e $e=0,065$); outra curva vertical de 30,00 m ($Y=30,000$ m, $K=42,857$ e $e=0,026$); segue em tangente de 55,00 m em declive de 3,45%; um segmento de 60,00 m em curva vertical ($Y=60,000$ m, $K=11,009$ e $e=0,409$) e um último segmento de 40,00 m em aclive de 2%. As características do alinhamento e do perfil vertical foram estabelecidas em função das características topográficas do local e podem ser consideradas adequadas, dentro das restrições existentes. A adoção de parâmetros de projeto menos restritivos teria influência na velocidade máxima de entrada admissível, o que seria altamente indesejável. Desta forma, o projeto parece ter alcançado um equilíbrio razoável entre conforto e capacidade de retenção.

8.4. Comprimento da caixa de retenção

O comprimento total da caixa de retenção é de 130,00 m, dos quais 60,00 m formam uma transição até que a profundidade da cinasita chegue a 1,00 m. Supondo-se que a desaceleração média iniciasse quando a profundidade da cinasita seja 0,50 m, o comprimento efetivo da caixa de retenção é de 109,00 m.

Considerando-se o perfil vertical adotado, uma retroanálise indica que a velocidade máxima com que um veículo pode entrar na caixa de retenção e ser detido no comprimento disponível é 130 km/h, se a resistência de rolamento equivalente da cinasita for admitida como sendo 0,50. Para resistência de rolamento equivalente de 0,40, a velocidade máxima admissível de entrada seria 117,5 km/h.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO (2001). *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets* (4a. ed.). American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, DC.
- Bowman, B. L. e J. A. Coleman (1990). Grade severity rating system. *ITE Journal*, v. 60, n. 7, p. 19–24.
- Demarchi, S. H. (2000). *TruPer – Simulador de Desempenho de Veículos Rodoviários e Ferroviários – Manual*. Depto. de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá.
- DNIT (2006). *Manual de Estudos de Tráfego*. Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Depto. Nacional de Infra-Estrutura de Transportes.
- FHWA (2003). *Manual on Uniform Traffic Control Devices* (Rev. 2). Washington, DC, U.S. Dept. of Transportation.
- Zanoli, P. R. e J. R. Setti (2005). Desaceleração de caminhões sem freios em caixas de retenção preenchidas com agregado artificial. *Transporte em Transformação IX: Trabalhos Vencedores do Prêmio CNT Produção Acadêmica 2004*. CNT/ANPET. Brasília, LGE: p. 199–219.

		Autopista Régis Bittencourt 		Código RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Rev A
		Emissão 20/01/2016	Folha 01 de 115		
Lote: 04	Rodovia: BR-116/SP		Firma Projetista: Nouh Engenharia Ltda.		
Trecho: SÃO PAULO - CURITIBA			Concessionária: Autopista Régis Bittencourt		
Objeto: Projeto executivo de contenção - km 353+000-PS Vol.1: Relatório de projeto			ANTT:		
Documentos de Referência:					
Documentos Resultantes:					
Observação:					
00	20/01/2015	Nouh Engenharia Ltda	AUTOPISTA RÉGIS BITTENCOURT		
Rev	Data	Firma Projetista	Concessionária	ANTT	

Firma Projetista: Nouh Engenharia Ltda.	
Nº Interno: NOU-RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Rev: 00

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	3
2. MAPAS DE SITUAÇÃO	5
3. MEMÓRIA DESCRITIVA.....	7
4. PLANILHA DE QUANTIDADES	77
5. MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTIDADES	79
6. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS.....	92
7. PLANO BÁSICO AMBIENTAL	94
ANEXO 1 – BOLETINS DE SONDAÇÃO	99

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
RT-06-116/SP-353-0-G23-501	A	20/01/2016	3/115

1. APRESENTAÇÃO

1. APRESENTAÇÃO

Este documento tem por objetivo apresentar projeto de contenção para possibilitar a implantação da área de escape que faz parte da duplicação da Pista Sul da Rodovia Régis Bittencourt (BR-116), no trecho do km 353+000, no Município de Juquitiba, Estado de São Paulo.

A apresentação deste projeto está dividida da seguinte forma:

Volume 1 - Relatório do projeto

Volume 2 - Desenhos dos projetos

Volume 3 - Esquema construtivo

O presente Volume 1 apresenta o memorial descritivo do projeto e a planilha de quantidades.

O trecho em questão encontra-se no Município de Juquitiba, São Paulo e está apresentado na imagem de satélite a seguir.



Figura 1 - Imagem de satélite (Google Earth) do trecho da área de escape.

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
RT-06-116/SP-353-0-G23-501	A	20/01/2016	5/115

2. MAPAS DE SITUAÇÃO

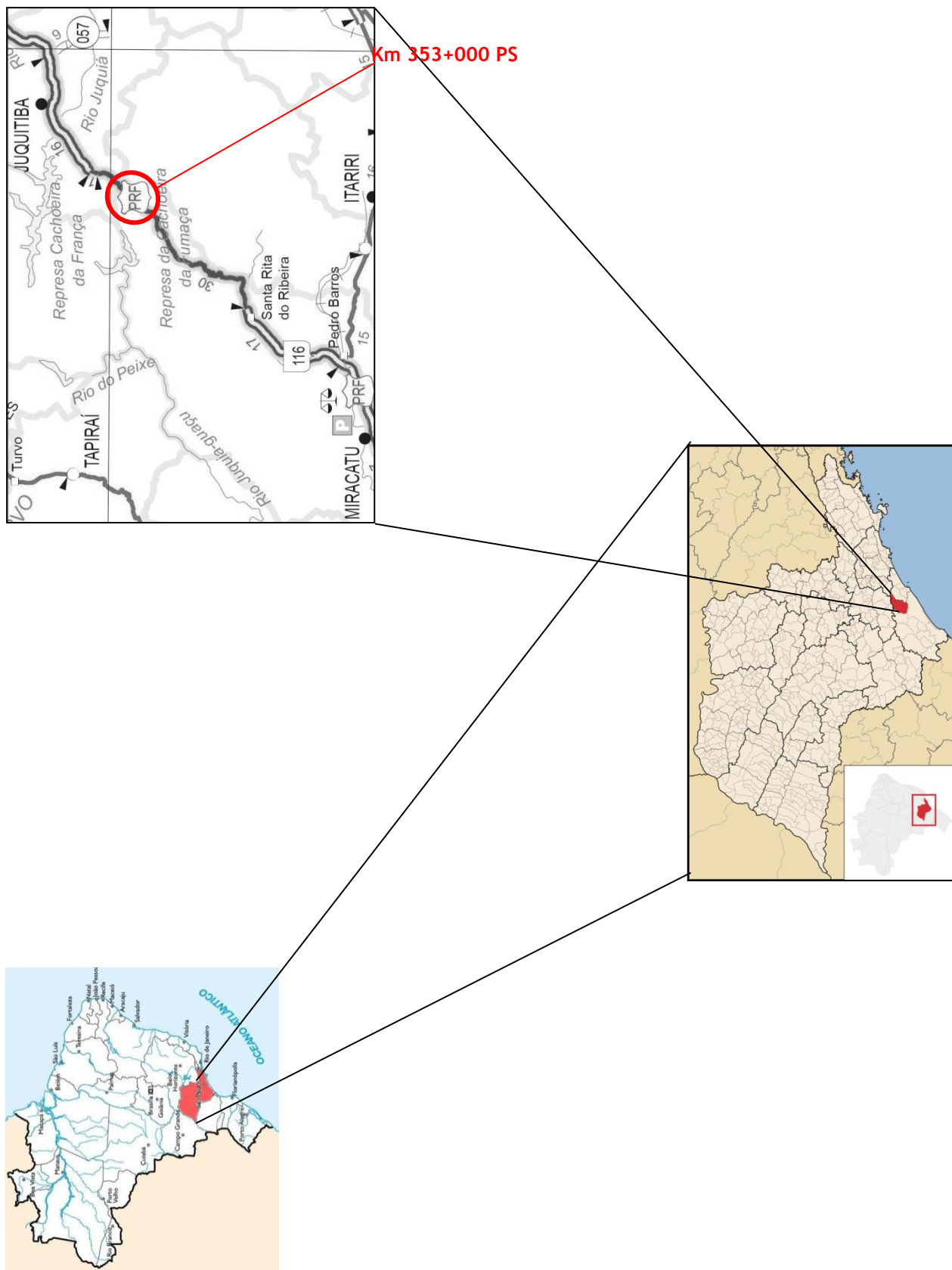


Figura 2 - Mapas de situação.

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
RT-06-116/SP-353-0-G23-501	A	20/01/2016	7/115

3. MEMÓRIA DESCRITIVA

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 8/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	-----------------

3. MEMÓRIA DESCRITIVA

3.1 Estudo geológico

Na região afloram depósitos coluvionares, rochas do Complexo Embu e rochas pertencentes ao Magmatismo Domínio Embu.

Os depósitos coluvionares, de origem recente, são constituídos por detritos depositados nos sopés da serra por efeito da gravidade. Já as rochas pertencentes ao Magmatismo Domínio Embu, de idade neoproterozóica, são constituídas por granitóides foliados peraluminosos tipo S e por granitóides tectônica e quimicamente diferenciados. As rochas do Complexo Embu, também de idade neoproterozóica, encerram xistos, localmente migmatíticos (Figura 3).

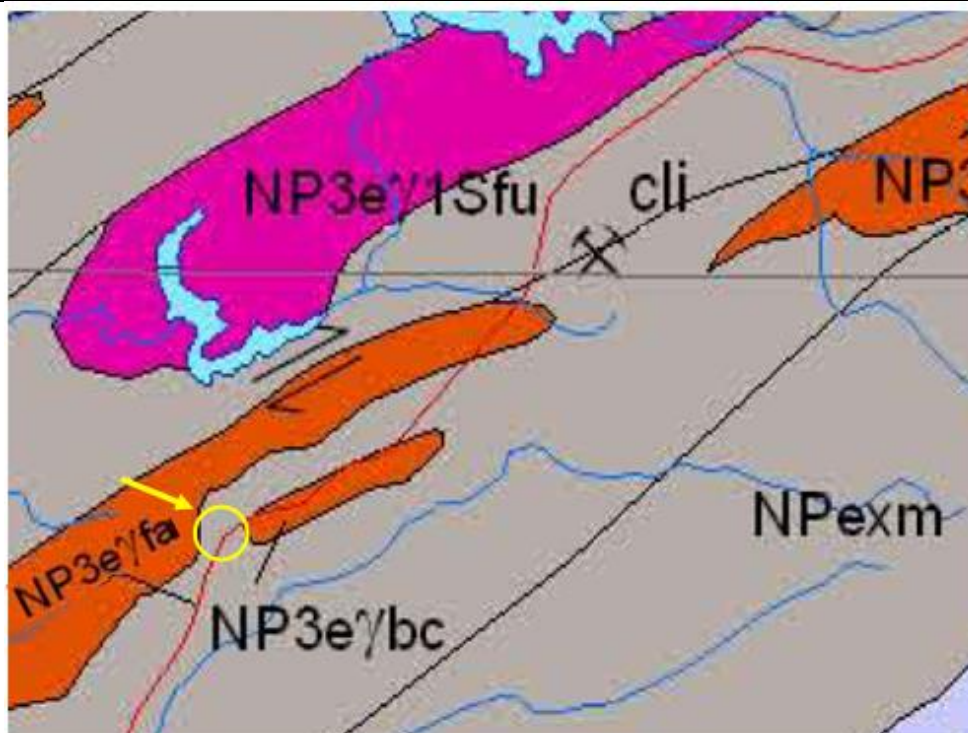


Figura 3 - Mapa geológico da região do Km 354+850 PS (fonte: CPRM, 2003).
O local do evento está indicado no círculo amarelo.

Legenda:

- NP3eγ1Sfu - Granitóides foliados peraluminosos, tipo S (Fumaça ou Represa do França);
- NP3eγfa - Granitóides tectônica e quimicamente indiferenciados (Faú);
- NPexm - Complexo Embu, Unidade de xistos, localmente migmatíticos.

3.2 Estudo geotécnico

O subsolo local foi idealizado a partir das sondagens executadas no local e é caracterizado fundamentalmente por camada de aterro composto de argila siltosa pouco arenosa ou silte argiloso com areia (fina a grossa), muito mole a média, variegada, micácea, com detritos vegetais e pedregulhos pequenos, com espessura variando entre 1,0 m e 8,7 m, sobreposta a camada de argila siltosa pouco arenosa, mole a média, variegada, com espessura variando entre 1,7 m e 3,7 m, sobrejacente a camada de silte arenoso ou areia fina a grossa, medianamente compacta a muito compacta, micácea, com fragmentos de

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 10/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

rocha que se estendem até o final das sondagens, cuja sondagem mais profunda atingiu cerca de 16m. Por ocasião da execução das sondagens o nível d'água foi encontrado a profundidades que variaram entre praticamente aflorante (nível do terreno) a até 10 m. Os perfis individuais das sondagens estão apresentados em anexo. O perfil idealizado do subsolo obtido através das sondagens pode ser visualizado na Figura 4.

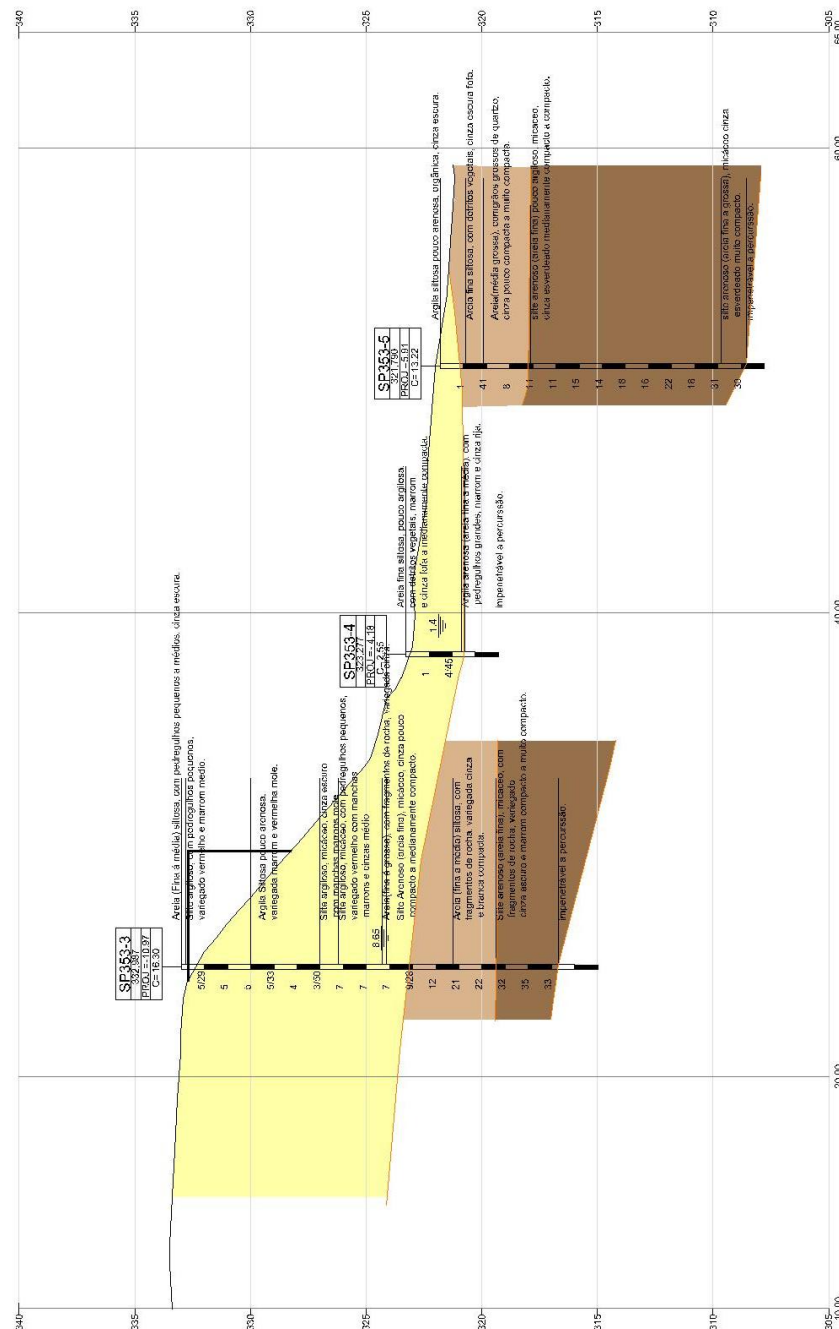


Figura 3 - Seção geológica idealizada.

3.3 Caracterização da área em estudo

A área em tela, inspecionada em Novembro de 2015, é um talude de jusante da rodovia na sua pista sul (Foto 1). O trecho onde será implantada a área de escape apresenta aproximadamente 250 m de extensão. Neste talude será implantado um aterro contido por estrutura de contenção para ao lado da pista existente.



Foto 1 - Vista da área de implantação da área de escape no km 353+000.

3.4 Solução adotada

Com base nas informações acima alinhavadas, será necessária obra de contenção para permitir a implantação da área de escape. Face às condicionantes topográficas do terreno, empregou - se como solução uma cortina atirantada apoiada em estacas do tipo raiz, num trecho de 35 m, e nos demais trechos, devido a altura a ser contida, um muro de concreto armado à flexão em “L” sobre estacas do tipo raiz, no limite imposto pela área de escape.

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 12/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

Mister se faz necessário informar que a adoção de estacas como elemento de fundação para o muro de concreto armado à flexão em “L” se fez necessária em virtude da área de escape encontrar-se locada na crista de uma encosta e sobre um aterro antigo da rodovia, modicamente compactado face aos baixos índices de resistência à penetração (N_{SPT}) retratados nas sondagens, material de baixa competência geomecânica (baixa resistência e elevada deformabilidade). Além disso, esta região está sujeita a ocorrência de erosão da base, com conseqüente descalçamento da base, e deformações do maciço de aterro, sendo uma solução que fornece segurança de apoio ao muro em profundidade.

A solução em cortina atirantada apoiada em estacas do tipo raiz, tem as seguintes características gerais:

- carga de trabalho dos tirantes: 60 tf
- altura máxima da cortina: 5,0 m
- espaçamento horizontal entre tirantes: 2,0 m
- número de linha de tirantes: 2 linhas
- estacas tipo raiz : ϕ 310 mm

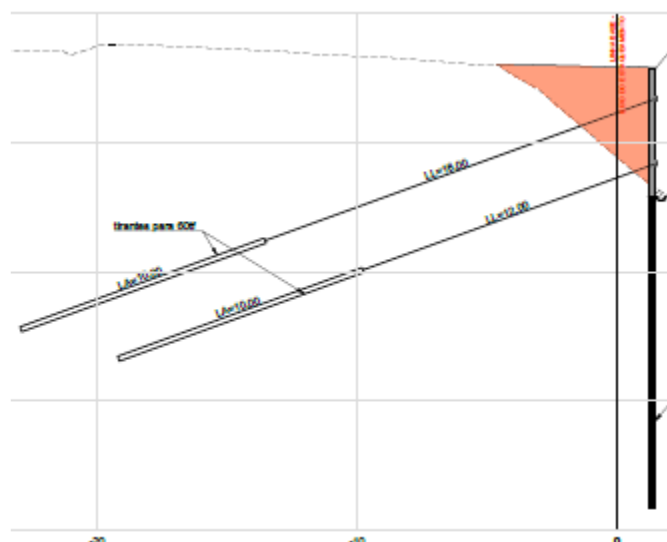


Figura 5 - Croquis esquemático da solução em cortina atirantada

A solução de muro de concreto armado à flexão em “L”, tem as seguintes características gerais:

- alturas máximas dos muros: 1,5 m, 2,0 m, 3,0 m e 4,5 m
- estacas do tipo raiz: ϕ 310 mm e ϕ 410 mm
- espaçamento horizontal das estacas tipo raiz: 1,5 m, 1,2m, 1,0 m
- espessura dos muros: 30 cm, 40 cm e 45 cm

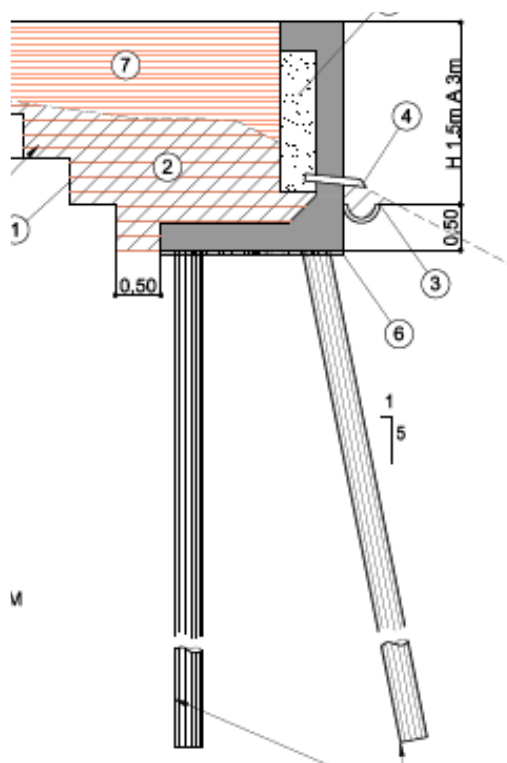


Figura 6 - Croquis esquemático da solução em muro de concreto armado à flexão “L” para as alturas de 1,5 m, 2,0 m e 3,0 m.

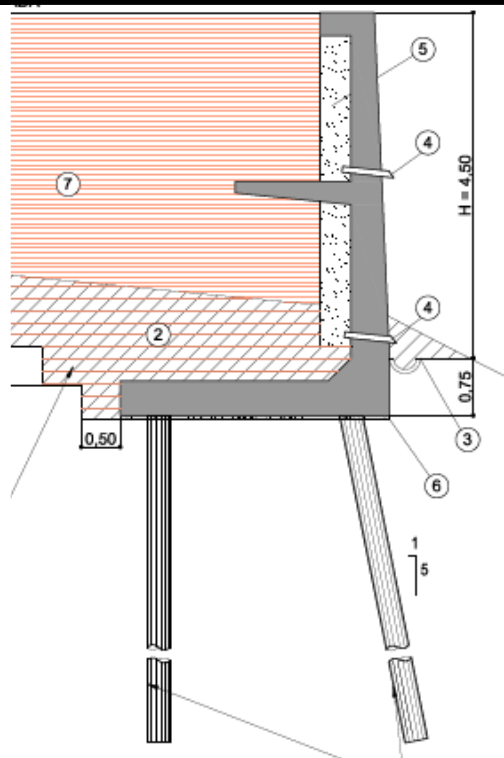


Figura 7 - Croquis esquemático da solução em muro de concreto armado à flexão “L” para a altura de até 4,5 m com estabilizador.

3.5 Fatores de segurança para análise de estabilidade

A Norma Brasileira considera que as análises usuais de segurança desprezam as deformações que ocorrem naturalmente no talude ou na encosta e que o valor do fator de segurança (FS) tem relação direta com a resistência ao cisalhamento do material do talude. Admite-se, portanto, que um maior valor de FS corresponde a uma segurança maior contra a ruptura. Entretanto, no caso de encostas, a variabilidade dos materiais naturais pode reduzir significativamente a segurança, aumentando a probabilidade de ocorrência de uma ruptura da encosta.

Os fatores de segurança indicados na tabela seguinte referem-se às análises de estabilidade interna e externa do maciço estipulados pela Norma NBR 11.682 - Estabilidade de encostas.

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 15/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

Tabela 3 — Fatores de segurança mínimos para deslizamentos

Nível de segurança contra danos materiais e ambientais \ Nível de segurança contra danos a vidas humanas	Alto	Médio	Baixo
	Alto	Médio	Baixo
Alto	1,5	1,5	1,4
Médio	1,5	1,4	1,3
Baixo	1,4	1,3	1,2

NOTA 1 No caso de grande variabilidade dos resultados dos ensaios geotécnicos, os fatores de segurança da tabela acima devem ser majorados em 10 %. Alternativamente, pode ser usado o enfoque semiprobabilístico indicado no Anexo D.

NOTA 2 No caso de estabilidade de lascas/blocos rochosos, podem ser utilizados fatores de segurança parciais, incidindo sobre os parâmetros γ , ϕ , c , em função das incertezas sobre estes parâmetros. O método de cálculo deve ainda considerar um fator de segurança mínimo de 1,1. Este caso deve ser justificado pelo engenheiro civil geotécnico.

NOTA 3 Esta tabela não se aplica aos casos de rastejo, voçorocas, ravinas e queda ou rolamento de blocos.

Para este projeto empregou-se um fator de segurança mínimo de 1,5.

3.6 Análise de estabilidade

As análises de estabilidade das contenções foram efetuadas utilizando-se o programa computacional Slide versão 5.014, da Rocscience Inc. (University of Toronto - Dr. Evert Hoek), que emprega consagrados métodos de equilíbrio limite, destacando a superfície crítica de provável ruptura entre as centenas de superfícies potenciais de ruptura pesquisadas. Empregou-se, em conjunto com a análise determinística (tradicional), o método estatístico Monte-Carlo – subrotina do programa - de forma a avaliar a probabilidade de sucesso da estabilização concebida para o maciço. Os valores de desvio padrão (δ) do peso específico (γ), coesão (c), ângulo de atrito (ϕ) foram adotados com base em valores de coeficiente de variação encontrados na literatura especializada, nacional e internacional (e.g.: JCSS - Joint Committee of Structural Safety, Sandroni & Sayão, 1992 e Rocscience Inc., 2005).

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 16/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

Cumpre-nos ressaltar que a norma brasileira (NBR 11.682 - estabilidade de encostas) considera estáveis taludes que exibam F_s determinísticos $> 1,5$ e a literatura nacional considera estáveis taludes com β (índice de confiabilidade) $> 1,8$; Teixeira & Virgili (1984) propõe a magnitude de 0,3 % como valor aceitável de probabilidade de ruína, para taludes cujas consequências da ruptura são classificados como “muito graves”. Estes autores classificam com estas consequências “os taludes médios e altos em estradas de acesso importantes”. Whitman (1984) propõe valores limites de probabilidade de ruína da ordem de 1% para o risco da perda de vidas humanas. Sandroni & Sayão(1984) sugerem um valor mínimo do índice de confiabilidade do coeficiente de segurança de 2.

Os parâmetros geotécnicos utilizados nestas análises foram adotados conforme o resultado das sondagens mistas do local, na experiência deste escritório neste tipo de material, cotejado com aqueles constantes na literatura nacional (e.g.: “Estabilidade de Taludes Naturais e de Escavação” – Guido Guidicini e Carlos M. Nieble e “Fundamentos de Mecânicas dos Solos e das Rochas – aplicações na estabilidade de taludes” – Alberto Pio Fiori e Luigi Carmignani) e internacional sobre o assunto (e.g.: “A Short Course in Soil and Rock Slope Engineering - Simons & Menzies).

Realizaram-se análises de estabilidade local e global para as seções críticas. Foram adotados os seguintes parametros para a realização destas análises:

Material	γ		c		ϕ
	(tf/m ³)	(kN/m ³)	(tf/m ²)	(kN/m ²)	(°)
Aterro a ser implantado	1,8	18	1	10	25
Argila Siltosa ou Silte Argiloso (aterro antigo)	1,8	18	1	10	22
Silte arenoso ou Areia fina siltosa	1,8	18	2	20	27
Solo alteração de rocha ou Rocha alterada (impenetravel à percussão)	1,9	19	3	30	32

A sobrecarga empregada no topo do maciço contido é de 2,5 tf/m² (veículo tipo classe 45 - NBR-7188 - Carga Móvel em Ponte Rodoviária e Passarela de

Pedestre). Apresentamos a seguir a análise de estabilidade local e global da seção crítica considerada:

3.6.1 Análise estabilidade da cortina atirantada

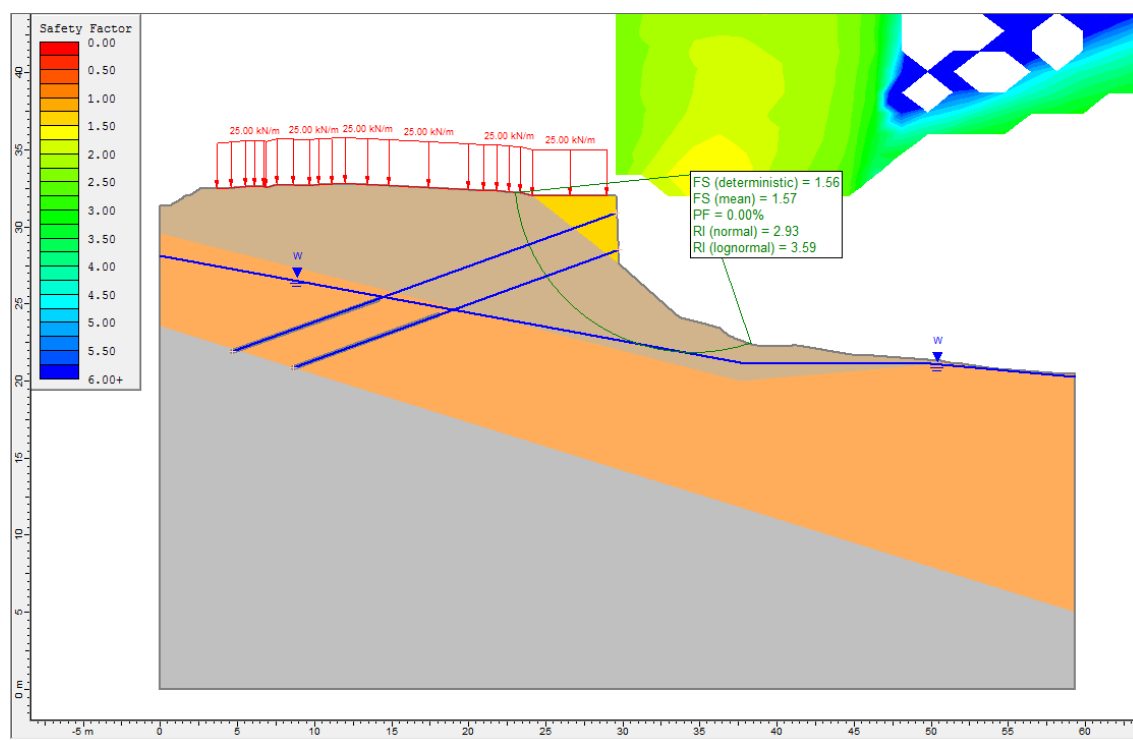


Figura 8 - Resultado da análise de estabilidade local da cortina atirantada (entre seções C e D), destacando a superfície com o menor fator de segurança obtido dentre os diversos calculados pelo programa, apresentando F_s determinístico de 1,56, valor considerado satisfatório segundo a NBR - 11.682 e NBR - 5.629, probabilidade de ruína inferior a 1/10.000 e índice de confiabilidade (β) de 2,93.

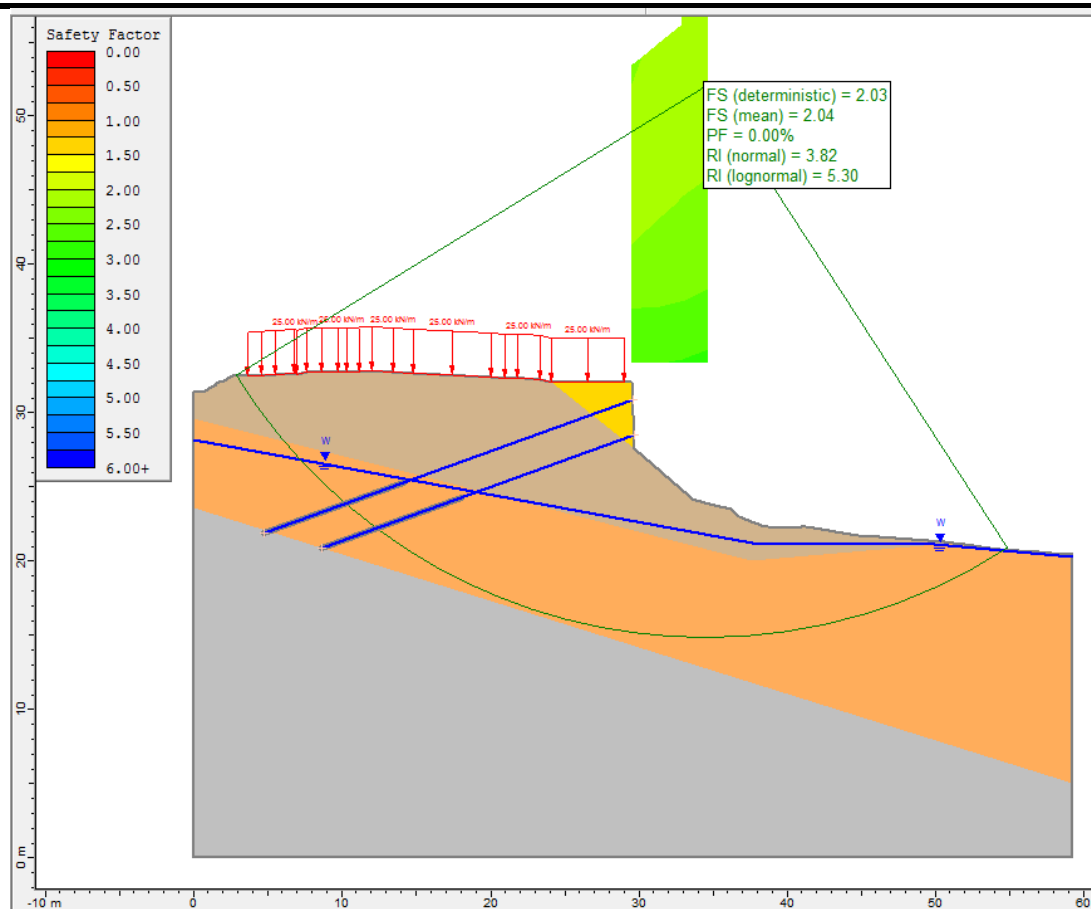


Figura 9 - Resultado da análise de estabilidade global da cortina atirantada (entre seções C e D do projeto), destacando a superfície com o menor fator de segurança obtido dentre os diversos calculados pelo programa, apresentando F_s determinístico de 2,03, valor considerado satisfatório segundo a NBR - 11.682 e NBR - 5.629, probabilidade de ruína de inferior a 1/10.000 e índice de confiabilidade (β) de 3,82.

3.6.2 Análise estabilidade do muro de concreto armado à flexão em “L”

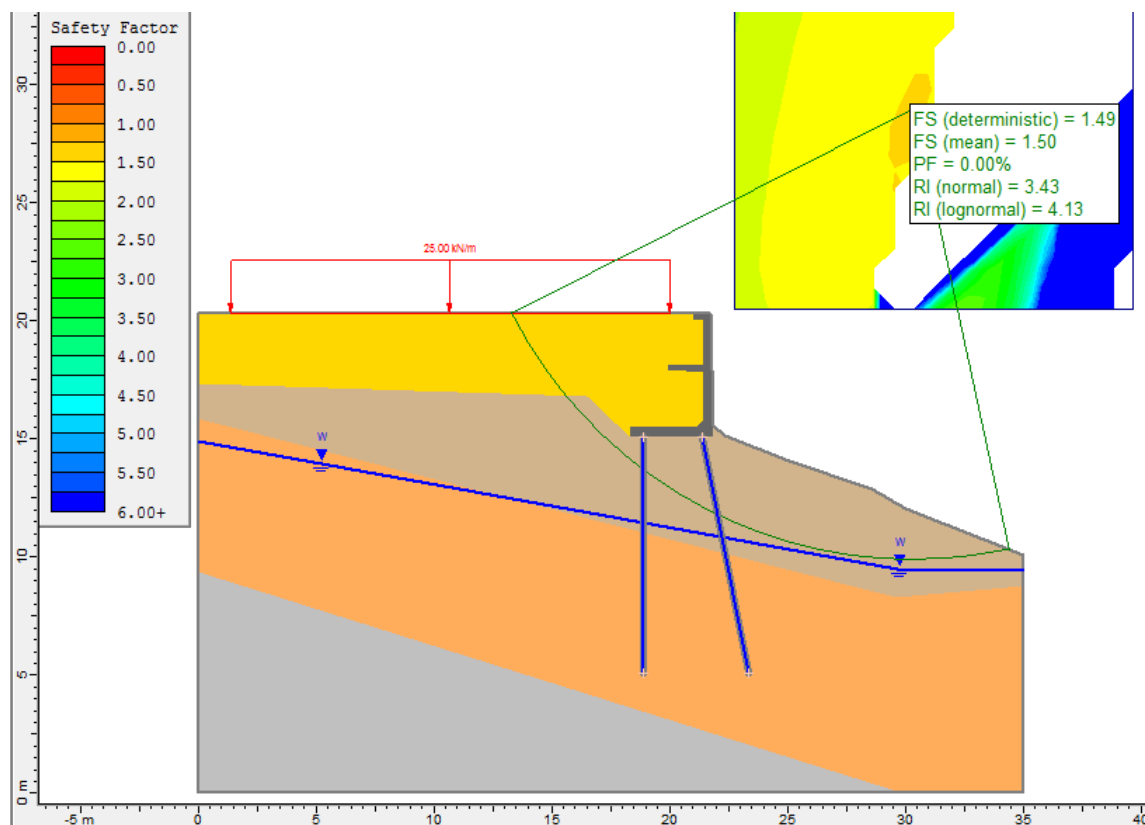


Figura 10 - Resultado da análise de estabilidade local do muro de concreto armado à flexão em “L” sobre estacas raiz – H = 4,5 m, destacando a superfície com o menor fator de segurança obtido dentre os diversos calculados pelo programa, apresentando F_s determinístico de aproximadamente 1,5, valor considerado satisfatório segundo a NBR - 11.682 e NBR - 5.629, probabilidade de ruína inferior a 1/10.000 e índice de confiabilidade (β) de 3,43.

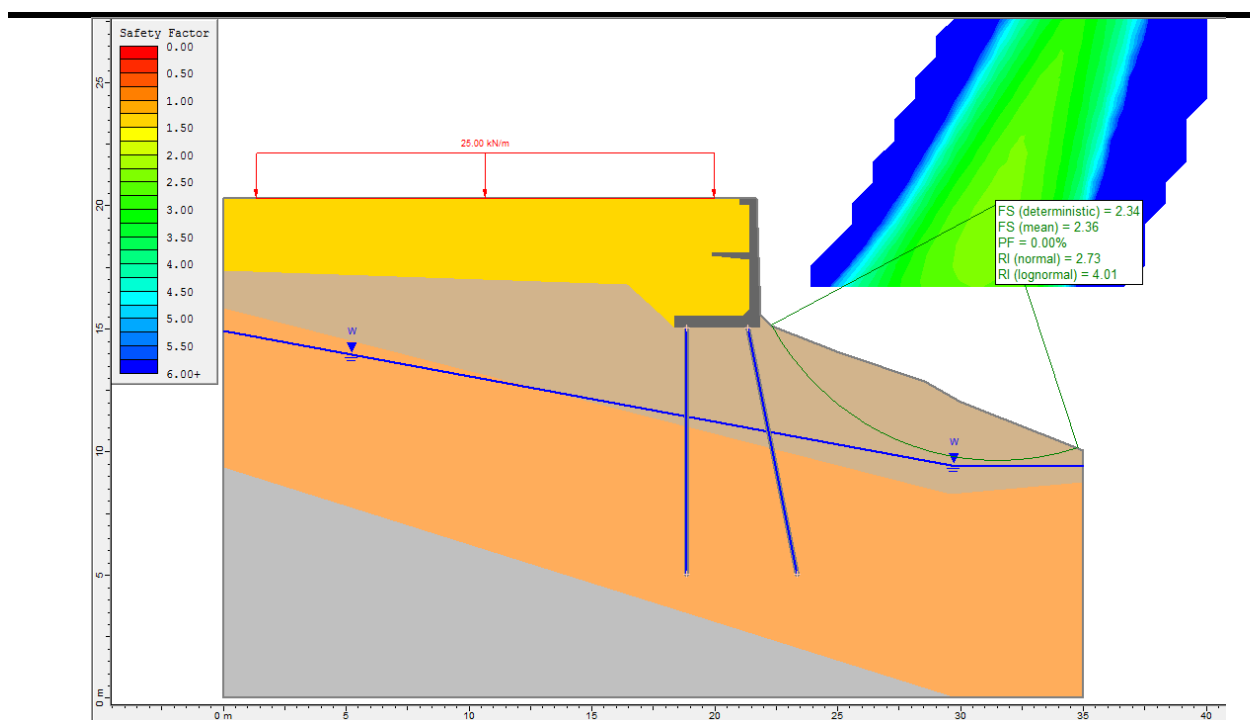


Figura 11 - Resultado da análise de estabilidade global do muro de concreto armado à flexão em “L” sobre estacas raiz - H = 4,5 m – no talude de jusante, destacando a superfície com o menor fator de segurança obtido dentre os diversos calculados pelo programa, apresentando F_s determinístico = 2,34, valor considerado satisfatório segundo a NBR - 11.682 e NBR - 5.629, probabilidade de ruína de 0% e índice de confiabilidade (β) de 2,73.

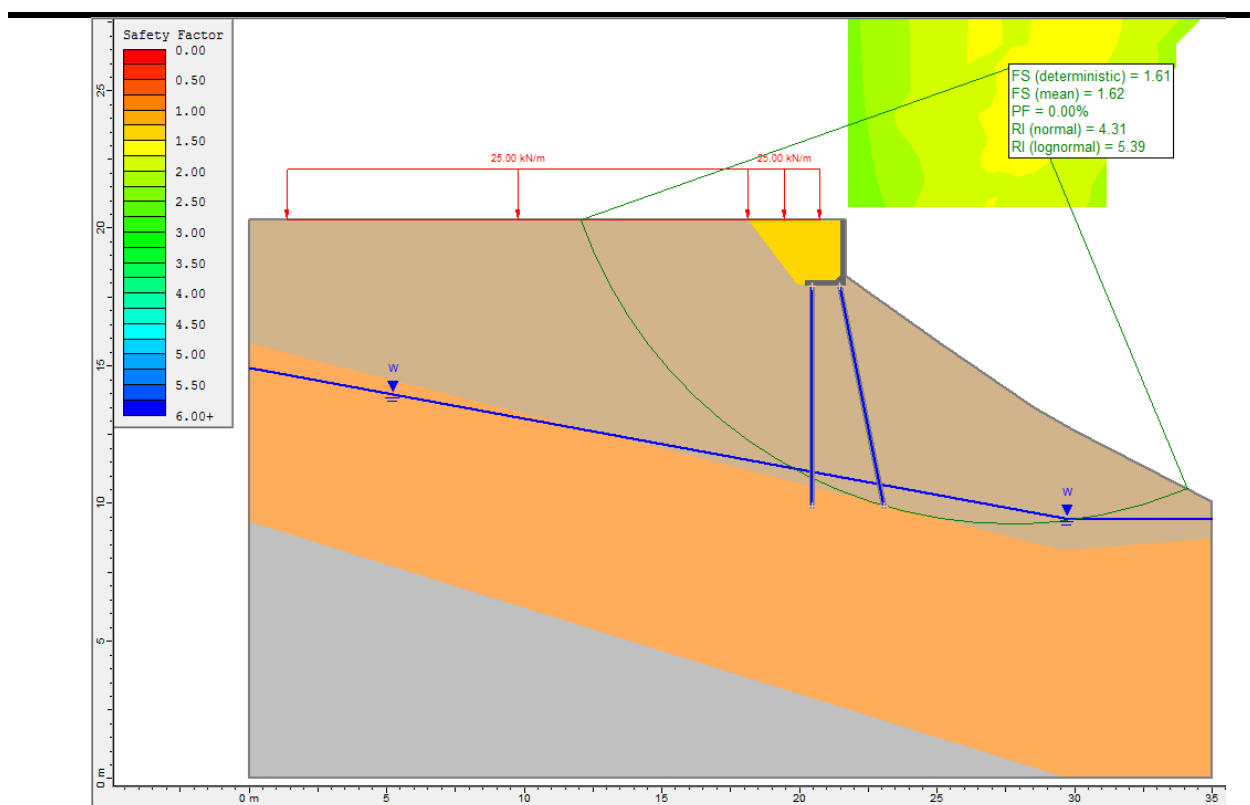


Figura 12 - Resultado da análise de estabilidade local do muro de concreto armado à flexão em “L” sobre estacas raiz – H = 2,0 m, destacando a superfície com o menor fator de segurança obtido dentre os diversos calculados pelo programa, apresentando F_s determinístico $\approx 1,61$, valor considerado satisfatório segundo a NBR - 11.682 e NBR - 5.629, probabilidade de ruína de 0% e índice de confiabilidade (β) de 4,31.

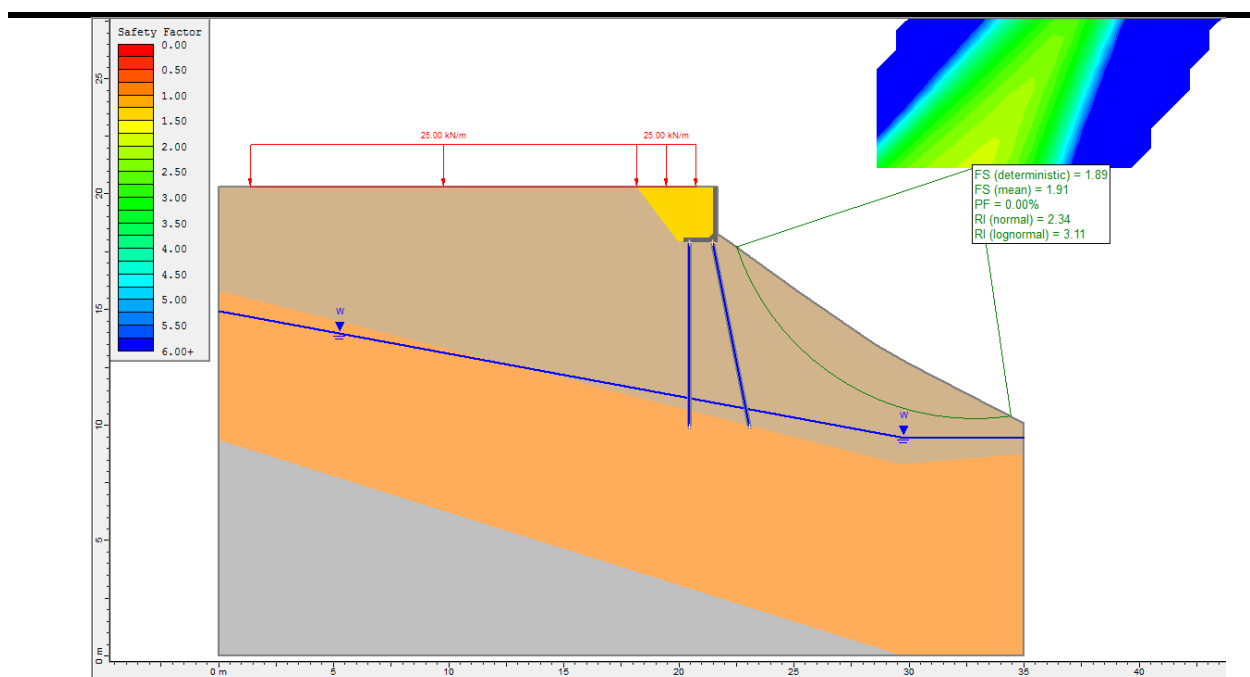


Figura 11 - Resultado da análise de estabilidade global do muro de concreto armado à flexão em “L” sobre estacas raiz - H = 2,0 m – no talude de jusante, destacando a superfície com o menor fator de segurança obtido dentre os diversos calculados pelo programa, apresentando F_s determinístico $\approx 1,89$, valor considerado satisfatório segundo a NBR - 11.682 e NBR - 5.629, probabilidade de ruína de 0% e índice de confiabilidade (β) de 2,34.

3.7 Dimensiamento da cortina atirantada

3.7.1 Comprimento de ancoragem dos tirantes

O comprimento dos bulbos de ancoragem dos tirantes foi estimado conforme o método Costa Nunes, cuja formulação segue abaixo.

$$L_b = \frac{F}{\pi \cdot D_d \cdot [c + (\sigma'_z + \Delta p) \cdot \tan \phi]}$$

Onde:

L_b : comprimento mínimo do bulbo;

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 23/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

F : carga do tirante, majorada em 1,75 para ensaio tipo A;
 D_d : diâmetro da perfuração;
 c : coesão do solo;
 σ'_z : tensão efetiva do solo no ponto médio da ancoragem;
 Δp : aumento da tensão efetiva devido à pressão residual de injeção;
 φ : ângulo de atrito do solo.

Carga aplicada no tirante no ensaio tipo A = $1,75 \times 60 \text{ tf} = 105 \text{ tf}$

TIRANTES - Comprimento do Bulbo de Ancoragem - Método Costa Nunes

$F =$	105	tf	(carga no tirante)
$D_b =$	10	cm	(diâmetro do bulbo de ancoragem)
$h =$	8,8	m	(profundidade do ponto médio do bulbo)
$h_{NA} =$	2,5	m	(altura do nível d'água em relação ao ponto médio do bulbo)
$\gamma =$	1,8	tf/m ³	(peso específico do solo)
$c =$	2	tf/m ²	(resistência não drenada do solo)
$\varphi =$	27	°	(ângulo de atrito do solo)
$\sigma' =$	13,3	tf/m ²	(tensão efetiva vertical no ponto médio do bulbo)
$\Delta p =$	53,36	tf/m ²	(aumento de tensão efetiva devido à pressão residual de injeção)
$L_b =$	9,3	m	(comprimento mínimo do bulbo de ancoragem)

O comprimento ancorado adotado para o projeto será de 10,0 m.

3.7.2 Dimensionamento da armação da cortina atirantada

A armação de cortinas pode ser dimensionada pelas seguintes equações:

$$M = \frac{q \times l^2}{10} \quad (\text{momento fletor máximo no lado da terra})$$

$$M = \frac{q \times l^2}{15} \quad (\text{momento fletor máximo no lado externo})$$

Onde:

q - carga do tirante dividido por sua área de influência;
 l - espaçamento entre os tirantes.

Características gerais da cortina:

- carga do tirante - $T = 60 \text{ tf}$

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 24/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

- resistência características do concreto empregado - $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
- espaçamento vertical entre tirantes - $e_v = 2,5 \text{ m}$
- espaçamento horizontal máximo entre tirantes - $e_h = 2,0 \text{ m}$
- espessura da cortina - $e = 30 \text{ cm}$
- cobrimento da armadura - $c = 3,0 \text{ cm}$

- **Dimensionamento da armação do lado da terra:**

$$q = \frac{60}{2,0 \times 2,5} = 12 \text{ tf/m}^2$$

$$M = \frac{12 \times 2,5^2}{10} = 7,5 \text{ tf.m/m} \Rightarrow M_d = 10,5 \text{ tf.m/m}$$

Os cálculos para se determinar a área de armação necessária para os esforços atuantes foram realizados através do software ConDe2 for Windows, desenvolvido pelo prof. Lauro Modesto dos Santos da Escola Politécnica da USP, empregando coeficiente de majoração dos esforços de 1,4 (segundo a NBR-6118), coeficiente de minoração de resistência do concreto e aço de 1,4 e 1,15, respectivamente, f_{ck} de 30 MPa.

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 25/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

Dimensões da seção:Largura b_w da seção = 100,0 cmAltura total h da seção = 30,0 cmAltura útil d da seção = 26,0 cmDistância d_{linha} = 4,0 cm**Características dos materiais:** $f_{ck} = 0,30 \text{ tf/cm}^2$ $\gamma_C = 1,40$ $f_{yk} = 5,00 \text{ tf/cm}^2$ $\gamma_S = 1,15$ Módulo de elasticidade do aço $E_s = 2100 \text{ tf/cm}^2$ Diâmetro máximo de barra a ser usada: $F_iBarra = 12.5 \text{ mm}$ $M_d = 10,5 \text{ tf.m}$ **RESULTADOS:**Armadura $A_{s1} = 9,82 \text{ cm}^2$ Armadura $A_{s2} = 0,00 \text{ cm}^2$ Braço de alavanca $z = 24,6 \text{ cm}$ Área necessária: $A_s = 9,82 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow$ adotado $\varnothing 12,5 \text{ mm c/ } 10 \text{ cm}$ **- Dimensionamento da armação do lado externo:**

$$q = \frac{60}{2,0 \times 2,5} = 12 \text{ tf/m}^2$$

$$M = \frac{12 \times 2,5^2}{15} = 5 \text{ tf.m/m} \Rightarrow M_d = 7,0 \text{ tf.m/m}$$

Os cálculos para determinar a área de armação necessária para os esforços atuantes foram realizados através do software ConDe2 for Windows, desenvolvido pelo prof. Lauro Modesto dos Santos da Escola Politécnica da USP, empregando coeficiente de majoração dos esforços de 1,4 (segundo a NBR-6118), coeficiente de minoração de resistência do concreto e aço de 1,4 e 1,15, respectivamente, f_{ck} de 30 MPa.

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 26/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

Dimensões da seção:

Largura b_w da seção = 100,0 cm

Altura total h da seção = 30,0 cm

Altura útil d da seção = 26,0 cm

Distância d_{linha} = 4,0 cm

Características dos materiais:

$f_{ck} = 0,30 \text{ tf/cm}^2$

$\gamma_{maC} = 1,40$

$f_{yk} = 5,00 \text{ tf/cm}^2$

$\gamma_{maS} = 1,15$

Módulo de elasticidade do aço $E_s = 2100 \text{ tf/cm}^2$

Diâmetro máximo de barra a ser usada: $F_iBarra = 12.5 \text{ mm}$

$M_d = 7,0 \text{ tf.m}$

RESULTADOS:

Armadura $A_{s1} = 6,46 \text{ cm}^2$

Armadura $A_{s2} = 0,00 \text{ cm}^2$

Braço de alavanca $z = 24,9 \text{ cm}$

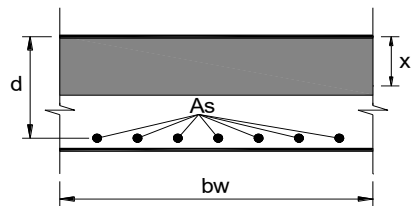
Área necessária: $A_s = 6,46 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow$ adotado $\varnothing 10 \text{ mm c/ } 10 \text{ cm}$

3.7.3 Fissuração e Punção da cortina atirantada

A verificação quanto à fissuração, seguindo os preceitos da NBR-6118 –Projeto de estruturas de concreto – Procedimento, foi realizado por meio de planilha elaborada em Excel e apresentada a seguir:

- Lado terra:

ABERTURA DE FISSURAS - ABNT NBR 6118			
dados			
resultados			
$\alpha_e = E_s / E_c$	15		
$\phi_1 =$	12,5 mm	(diâmetro da barra)	
$M =$	10,50 tf.m	(momento)	
$d =$	26 cm		
$b_w =$	100 cm		
$x =$	8,18 cm		
$I_{II} =$	77786 cm ⁴		
$\sigma_c =$	110,36 Kgf/cm ²	(tensão de compressão no centro da armadura no estágio II)	
$\sigma_{si} =$	3609 Kgf/cm ²	(tensão de tração no centro da armadura no estágio II)	
$E_{si} =$	2100000 Kgf/cm ²	(modulo de elasticidade da barra ϕ_i considerada)	
$\eta_i =$	2,25	$\eta_i = 2,70$ (aço CA 60), 2,25 (aço CA 50) ou 1,00 (aço CA 25)	
$f_{ck} =$	30 MPa		
$f_{ctm} =$	29,0 Kg/cm ²	($f_{ctm} = 0,3 \times f_{ck}^{2/3}$)	
$A_s =$	12,50 cm ²	(área de aço - total ou por metro)	
$A_{cri} =$	150 cm ²	(área de proteção - envolvente - da armadura)	
$\rho_{ri} =$	0,083	$\rho_{ri} = (A_s / A_{cri})$	
$w_1 = \frac{\phi_i}{12,5 * \eta_i} * \frac{\sigma_{si}}{E_{si}} * \frac{3 * \sigma_{si}}{f_{ctm}}$			
$w_1 =$	0,29 mm		
$w_2 = \frac{\phi_i}{12,5 * \eta_i} * \frac{\sigma_{si}}{E_{si}} * \left[\frac{4}{\rho_{ri}} + 45 \right]$			
$w_2 =$	0,07 mm		
O valor de w é o menor entre w1 e w2 e deverá ser menor que 0,2 mm (obras enterradas)			
$w =$	0,07 mm		
Conclusão:	atende a abertura de fissuras		



Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 28/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

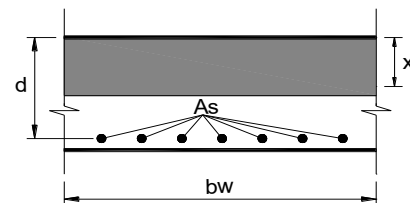
- Lado externo:

ABERTURA DE FISSURAS - ABNT NBR 6118

dados

resultados

$\alpha_e = E_s / E_c$	15	
ϕ_1	10,0 mm	(diâmetro da barra)
M	7,00 tf.m	(momento)
d	26 cm	
b_w	100 cm	
x	6,79 cm	
I_{II}	54718 cm ⁴	
σ_c	86,86 Kgf/cm ²	(tensão de compressão no centro da armadura no estágio II)
σ_{si}	3686 Kgf/cm ²	(tensão de tração no centro da armadura no estágio II)
E_{si}	2100000 Kgf/cm ²	(modulo de elasticidade da barra ϕ_i considerada)
η_i	2,25	$\eta_i = 2,70$ (aço CA 60), 2,25 (aço CA 50) ou 1,00 (aço CA 25)
f_{ck}	30 MPa	
f_{ctm}	29,0 Kg/cm ²	($f_{ctm} = 0,3 \times f_{ck}^{2/3}$)
A_s	8,00 cm ²	(área de aço - total ou por metro)
A_{cri}	120 cm ²	(área de proteção - envolvente - da armadura)
ρ_{ri}	0,067	$\rho_{ri} = (A_s / A_{cri})$



$$w_1 = \frac{\phi_i}{12,5 * \eta_i} * \frac{\sigma_{si}}{E_{si}} * \frac{3 * \sigma_{si}}{f_{ctm}}$$

$$w_1 = 0,24 \text{ mm}$$

$$w_2 = \frac{\phi_i}{12,5 * \eta_i} * \frac{\sigma_{si}}{E_{si}} * \left[\frac{4}{\rho_{ri}} + 45 \right]$$

$$w_2 = 0,07 \text{ mm}$$

O valor de w é o menor entre w1 e w2 e deverá ser menor que 0,2 mm (obras enterradas)

$$w = 0,07 \text{ mm}$$

Conclusão: atende a abertura de fissuras

Foi verificada a não necessidade do emprego de armadura de punção sob as placas de ancoragem dos tirantes através da planilha abaixo, elaborada em Excel a partir da NBR - 6118 "Projeto de estruturas de concreto - Procedimento".

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 29/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

VERIFICAÇÃO DE LAJES À PUNÇÃO

dados resultados

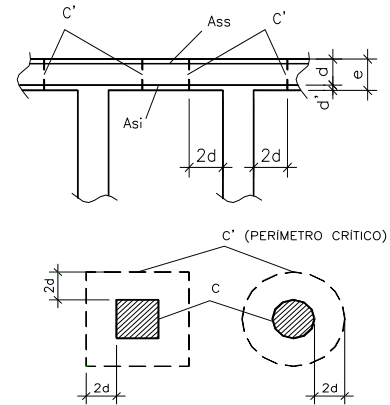
d'	4 cm
e	30 cm
d	26 cm (altura útil da laje)
F	60 tf
f_{ck}	30 MPa
γ	1
A_{si}	8 cm ² (área de armadura na laje)
A_{ss}	12,5 cm ² (área de armadura na laje)
f_{yk}	5000 kgf/cm ²
f_{ywd}	250 MPa (resistência dos estribos)

Área Retangular

a	30 cm
b	30 cm
C	120 cm
C'	536 cm
Área	13936 cm ²

Área Circular

$\varnothing$	45,1 cm
C	141,69 cm (perímetro do pilar ou carga concentrada)
C'	468,41 cm (perímetro do contorno crítico)
Área	12179 cm ² (área do contorno crítico)



Tensão Atuante nas Superfícies Críticas

$$\tau_{sd} = 4,93 \text{ Kgf/cm}^2$$

Tensão Resistente nas Superfícies Críticas

Verificação da Compressão Diagonal do concreto, tensão resistente na superfície crítica C

$$\begin{aligned} \tau_{Rd2} &= 71,28 \text{ kgf/cm}^2 & \alpha_v &= 0,88 \\ \tau_{sd} &= 16,29 \text{ kgf/cm}^2 & f_{cd} &= 300 \text{ kgf/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\tau_{Rd2} > \tau_{sd}$$

Tensão Resistente na Superfície crítica C' em peças ou trechos sem armadura de punção

$$\begin{aligned} \tau_{Rd1} &= 6,68 \text{ Kgf/cm}^2 & \rho &= 0,7 \text{ (taxa geom. de armadura de flexão aderente)} \\ \tau_{sd} &= 4,93 \text{ Kgf/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\tau_{Rd1} > \tau_{sd}$$

NÃO É NECESSÁRIO USAR ARMADURA DE PUNÇÃO

3.7.4 Cálculo da fundação da cortina atirantada

- Carga vertical incidente em cada estaca

Peso próprio da cortina

Espessura da cortina: $e = 0,30 \text{ m}$

Altura máxima da cortina: $h = 5,0 \text{ m}$

Espaçamento entre estaca raiz: $e_r = 2,0 \text{ m}$

Peso específico do concreto: $\gamma = 2,5 \text{ tf/m}^3$

$$PPc = e \times h \times e_r \times \gamma = 0,30 \times 5,0 \times 2,0 \times 2,5 = 7,5 \text{ tf}$$

Carga vertical dos tirantes

Carga dos tirantes: $T = 50 \text{ tf}$

Ângulo de inclinação com a horizontal dos tirantes: $\alpha = 20^\circ$

Número de linhas de tirantes: $n = 2$

$$V = T \times \sin \alpha \times n = 50 \times \sin 20^\circ \times 2 = 41 \text{ tf}$$

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 30/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

Carga vertical total incidente na estaca

$$N = PP_c + V = 7,5 + 41 = 48,5 \text{ tf por estaca}$$

Dimensionamento geotécnico da estaca

O dimensionamento geotécnico das estacas foi efetuado utilizando-se o método proposto pelos engenheiros Décourt e Quaresma, com carga de trabalho de 50 tf e coeficiente de segurança $F_s = 2$, sendo desconsiderada capacidade de carga da ponta (conforme preconiza a NBR-6122 - Projeto e Execução de Fundações), apresentamos, a seguir, planilha para estimativa do comprimento do estaqueamento com a sondagem SP353-3 na região da cortina atirantada.

dados

resultados

tipo de estaca

diâmetro da estaca

carga de trabalho da estaca

sondagem n.º

5

0,31

50

SP-353-3

raiz

m

tf

$$Q_u = \alpha \cdot q_p \cdot A_p + \beta \cdot q_s \cdot A_s$$

$$q_p = K \cdot N_{SPT}$$

$$q_s = \frac{N_{SPT}}{3} + 1$$

prof. (m)	N _{SPT}	tipo de solo	K (tf/m²)	alfa	beta	N _{SPT} acum	N _{SPT} médio	PR/2 (tf)	PL/0.8 (tf)	P _{admissível} (tf)	Comprovação
1	2	2	22	0,60	1,50	2	2,0	1	3	1	
2	7	2	22	0,60	1,50	9	4,5	4	9	4	
3	7	2	22	0,60	1,50	16	5,3	6	15	6	
4	7	2	22	0,60	1,50	23	5,8	9	21	9	
5	9	2	22	0,60	1,50	32	6,4	11	29	11	
6	12	2	22	0,60	1,50	44	7,3	15	38	15	
7	21	3	40	0,50	1,50	65	9,3	21	52	21	
8	22	3	40	0,50	1,50	87	10,9	27	68	27	
9	32	2	22	0,60	1,50	119	13,2	36	89	36	
10	35	2	22	0,60	1,50	154	15,4	45	112	45	
11	46	2	22	0,60	1,50	200	18,2	57	142	57	
											OK!

- Comprimento útil (embutido efetivamente em solo) é de 12 m

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 31/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

3.8 Dimensionamento dos muros de concreto armado à flexão em “L” sobre estacas tipo raiz

O esforço solicitante do muro será advindo do aterro a ser implantado na área de escape. Portanto, os parâmetros geotécnicos empregados neste dimensionamento serão os mesmos do item 3.6 - Análise de estabilidade, deste relatório, no qual transcrevemos novamente a seguir:

$$\gamma = 1,8 \text{ tf/m}^3$$

$$c = 1 \text{ tf/m}^2$$

$$\phi = 25^\circ - K_a = 0,41 \text{ (coeficiente de empuxo ativo)}$$

$$\text{Sobrecarga no topo do maciço arrimado - s/c } 2,5 \text{ tf/m}^2$$

3.8.1 Dimensionamento do muro de concreto armado à flexão em “L” sobre estaca tipo raiz - $\phi = 310 \text{ mm}$ ($H \leq 1,5 \text{ m}$)

Cargas verticais atuantes:

- espaçamento horizontal entre estacas = 1,5 m
- área da seção do muro: = 1,215 m²
- Peso total do muro: $2,5 \times 1,215$ = 3,04 tf/m
- Peso do solo sobre a base: $1,8 \times 1,8 \times 1$ = 3,24 tf/m
- Peso da sobrecarga: $2,5 \times 1,5$ = 3,75 tf/m

Empuxo devido ao solo:

$$\sigma_A = K_A \cdot \gamma \cdot H - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_A} = 0,41 \cdot 1,8 \cdot 1,8 - 2 \cdot 1,0 \cdot \sqrt{0,41} = 0,05 \text{ tf/m}^2$$

$$E_A = \frac{0,05 \times 1,8}{2} = 0,045 \text{ tf/m}$$

$$E_{mín} = 0,1 \times \gamma \times H^2 = 0,1 \times 1,8 \times 1,8^2 = 0,58 \text{ tf/m (Bibliografia - Fundações Teoria e Prática - pág 541)}$$

Empuxo devido à sobrecarga:

$$E_{SC} = K_A \cdot q \cdot H = 0,41 \cdot 2,5 \cdot 1,8 = 1,85 \text{ tf/m}$$

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 32/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

OBS: como o muro é apoiado em estacas, às verificações de tombamento, deslizamento e capacidade de carga da fundação deixam de ser válidas uma vez que a absorção dos esforços devido ao empuxo é realizado pelo par de estacas dispostas regularmente espaçadas ao longo do muro, sendo necessário dimensioná-las.

As reações e os diagramas de esforços internos solicitantes do muro foram obtidos pelo modelo estático do muro - sendo este obtido com o emprego do programa computacional Ftool - two - Dimensional Frame Analysis Tool versão 3.00, da Tecgraf/PUC-Rio – Computer Graphics Technology Group(Pontifícia Universidade Católica do Rio – Luiz Fernando Martha).

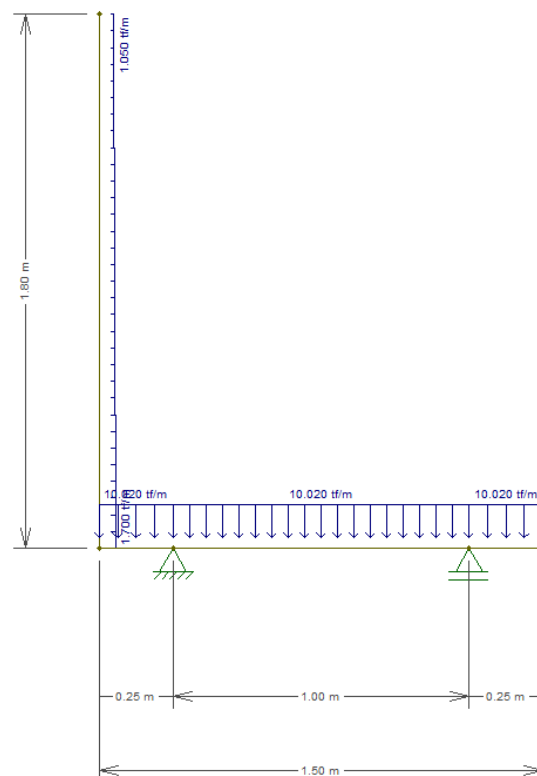


Figura 12 - Modelo estático idealizado.

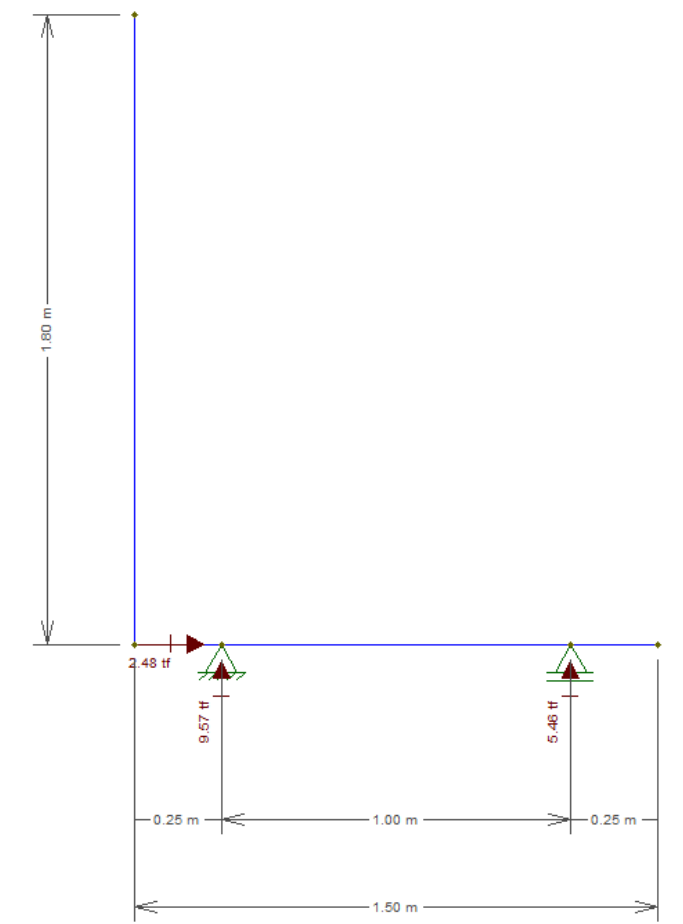


Figura 13 - Reações do modelo estático idealizado.

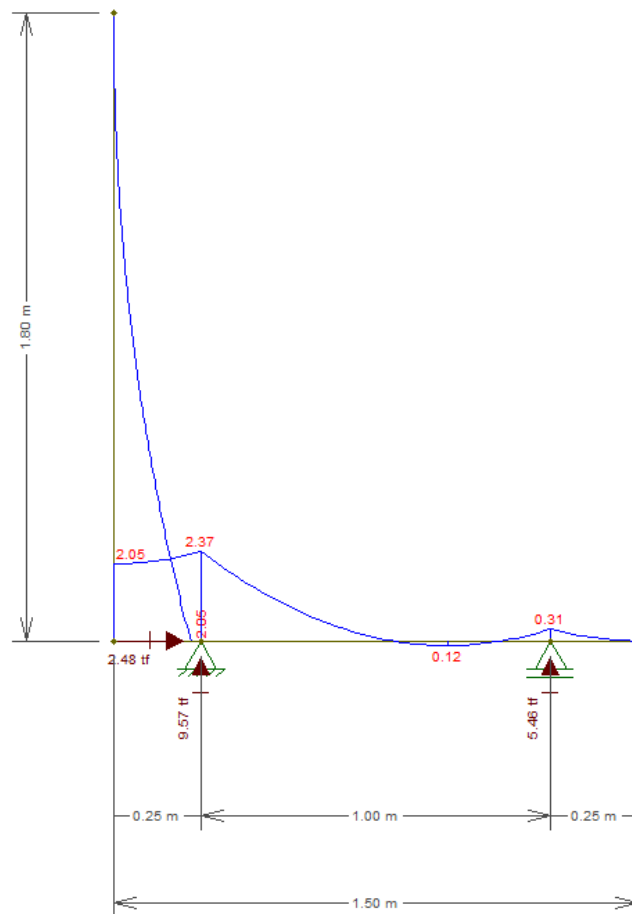


Figura 14 - Diagrama de momento fletor

Dimensionamento estrutural do muro:

O dimensionamento estrutural do muro foi efetuado utilizando-se o software ConDe 2 for Windows, desenvolvido pelo prof. Lauro Modesto dos Santos da Escola Politécnica da USP, empregando coeficiente de majoração dos esforços de 1,4, coeficiente de minoração de resistência do concreto e do aço de 1,4 e 1,15, respectivamente, e resistência do concreto de $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$, cuja saída do programa apresentamos a seguir:

$$M_K = 2,37 \text{ tf.m/m} \rightarrow M_d = 1,4 \times 2,37 = 3,3 \text{ tf.m/m}$$

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 35/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

Dimensões da seção:

Largura b_w da seção = 100,0 cm
Altura total h da seção = 30,0 cm
Altura útil d da seção = 27,0 cm
Distância d_{linha} = 3,0 cm

Características dos materiais:

$f_{ck} = 0,30 \text{ tf/cm}^2$ $\gamma_{maC} = 1,40$
 $f_{yk} = 5,00 \text{ tf/cm}^2$ $\gamma_{maS} = 1,15$

Módulo de elasticidade do aço $E_s = 2100 \text{ tf/cm}^2$

Diâmetro máximo de barra a ser usada: $F_{Barra} = 12.5 \text{ mm}$

$M_d = 3,3 \text{ tf.m}$

RESULTADOS:

As armaduras foram calculadas com o momento mínimo $M_{dmin} = 4,5 \text{ tf.m}$

Armadura $A_{s1} = 3,97 \text{ cm}^2$

Armadura $A_{s2} = 0,00 \text{ cm}^2$

$A_{s1min} = 4,50 \text{ cm}^2$

Braço de alavanca $z = 26,2 \text{ cm}$

$A_{scalc} = 4,5 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow$ a armação de flexão empregada- Ø 12,5mm c/15 cm atende a solicitação de cálculo.

A verificação quanto à fissuração, na face em contato com aterro, seguindo os preceitos da NBR-6118 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimento, foi realizado por meio de planilha elaborada em Excel e apresentada a seguir

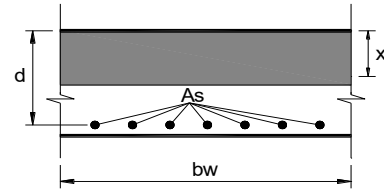
Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 36/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

ABERTURA DE FISSURAS - ABNT NBR 6118

dados

resultados

$\alpha_e = E_s / E_c$	15	
ϕ_1	12,5 mm	(diâmetro da barra)
M	4,50 tf.m	(momento)
d	27 cm	
b_w	100 cm	
x	7,06 cm	
I_{II}	61410 cm ⁴	
σ_c	51,73 Kgf/cm ²	(tensão de compressão no centro da armadura no estágio II)
σ_{si}	2192 Kgf/cm ²	(tensão de tração no centro da armadura no estágio II)
E_{si}	2100000 Kgf/cm ²	(módulo de elasticidade da barra ϕ_i considerada)
η_i	2,25	$\eta_i = 2,70$ (aço CA 60), 2,25 (aço CA 50) ou 1,00 (aço CA 25)
f_{ck}	30 MPa	
f_{ctm}	29,0 Kg/cm ²	($f_{ctm} = 0,3 \times f_{ck}^{2/3}$)
A_s	8,33 cm ²	(área de aço - total ou por metro)
A_{cri}	150 cm ²	(área de proteção - envolvente - da armadura)
ρ_{ri}	0,056	$\rho_{ri} = (A_s / A_{cri})$



$$w_1 = \frac{\phi_i}{12,5 * \eta_i} * \frac{\sigma_{si}}{E_{si}} * \frac{3 * \sigma_{si}}{f_{ctm}}$$

$$w_1 = 0,11 \text{ mm}$$

$$w_2 = \frac{\phi_i}{12,5 * \eta_i} * \frac{\sigma_{si}}{E_{si}} * \left[\frac{4}{\rho_{ri}} + 45 \right]$$

$$w_2 = 0,05 \text{ mm}$$

O valor de w é o menor entre w1 e w2 e deverá ser menor que 0,2 mm (obras enterradas)

$$w = 0,05 \text{ mm}$$

Conclusão: atende a abertura de fissuras

Dimensionamento geotécnico das estacas:

O dimensionamento geotécnico das estacas foi efetuado utilizando-se o método proposto pelos engenheiros Décourt e Quaresma, com carga de trabalho de 15 tf e coeficiente de segurança $F_s = 2$, sendo desconsiderada capacidade de carga da ponta (conforme preconiza a NBR-6122 - Projeto e Execução de Fundações), apresentamos, a seguir, planilha para estimativa do comprimento do estaqueamento.

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 37/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

A carga atuantes máxima na estaca (conforme as reações apresentadas na Erro! Fonte de referência não encontrada.) vezes o espaçamento horizontal entre estacas de 1,5 m, obtendo-se:

- carga vertical
- $V_1 = 9,57 \text{ tf/m} \times 1,5 \text{ m} = 14,36 \text{ tf}$
- $V_2 = 5,46 \text{ tf/m} \times 1,5 \text{ m} = 8,19 \text{ tf}$
- carga horizontal
- $H_1 = 2,48 \text{ tf/m} \times 1,5 \text{ m} = 3,72 \text{ tf}$

A seguir, apresentamos a planilha com a aplicação do método proposto.

Estimativa do comprimento e capacidade de carga de estacas método Décourt - Quaresma												
dados												
resultados												
tipo de estaca	5	raiz	$Q_u = \alpha \cdot q_p \cdot A_p + \beta \cdot q_s \cdot A_s$ $q_p = K \cdot N_{SPT}$ $q_s = \frac{N_{SPT}}{3} + 1$									
diâmetro da estaca	0,31	m										
carga de trabalho da estaca	15	tf										
sondagem n.º	SP-353-3											
prof. (m)	N _{SPT}	tipo de solo	K (tf/m²)	alfa	beta	N _{SPT} acum	N _{SPT} médio	PR (tf)	PR/2 (tf)	PL/0.8 (tf)	P _{admissível} (tf)	Comprovação
1	5	1	12	0,85	1,50	5	5,0	4	2	5	2	
2	5	1	12	0,85	1,50	10	5,0	8	4	10	4	
3	5	1	12	0,85	1,50	15	5,0	12	6	15	6	
4	4	2	22	0,60	1,50	19	4,8	15	8	19	8	
5	2	2	22	0,60	1,50	21	4,2	18	9	22	9	
6	7	2	22	0,60	1,50	28	4,7	22	11	28	11	
7	7	2	22	0,60	1,50	35	5,0	27	14	34	14	
8	7	2	22	0,60	1,50	42	5,3	32	16	40	16	OK!
9	9	2	22	0,60	1,50	51	5,7	38	19	47	19	OK!
10	12	2	22	0,60	1,50	63	6,3	45	23	57	23	OK!
11	21	3	40	0,50	1,50	84	7,6	57	28	71	28	OK!
12	22	3	40	0,50	1,50	106	8,8	69	35	86	35	OK!
13	32	2	22	0,60	1,50	138	10,6	86	43	108	43	OK!
14	42	2	22	0,60	1,50	180	12,9	108	54	135	54	OK!
15	46	2	22	0,60	1,50	226	15,1	132	66	165	66	OK!

- Estimativa do comprimento útil da estaca (efetivamente embutido em solo) é de 8 m

Dimensionamento estrutural das estacas:

As estacas estarão submetidas a esforços de flexo-compressão, oriundos das cargas verticais e horizontais atuantes nas cabeças das mesmas.

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 38/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

O valor do momento fletor máximo decorrente da atuação da carga horizontal, foi determinado pela expressão formulada por Miche:

$$M_H = 0,9 \times H \times T$$

Onde:

M_H = momento fletor máximo devido à carga horizontal

H = carga horizontal

T = comprimento elástico da estaca, que tem por valor

$$T = \sqrt[5]{\frac{E \times I}{\eta_h}} = \text{comprimento elástico, na qual}$$

E = módulo de elasticidade da estaca (250.000 kgf/cm²)

I = maior momento de inércia da estaca

η_h = coeficiente de reação horizontal do solo (0,7 kgf/cm³)

Apresentamos, a seguir, a planilha com o cálculo dos esforços nas estacas. Os cálculos para se determinar a área de armação necessária para os esforços atuantes foram realizados através do software ConDe 2 for Windows, desenvolvido pelo prof. Lauro Modesto dos Santos da Escola Politécnica da USP, empregando coeficiente de majoração dos esforços de 1,4 (segundo a NBR-6.118), coeficiente de minoração de resistência do concreto e do aço de 1,6 e 1,15, respectivamente, fck de 20 MPa (segundo NBR-6.122).

Muro	N _{máx} (tf)	N _{mín} (tf)	H _{máx} (tf)	M (tf.m)	N _{dmáx} (tf)	N _{dmin} (tf)	Ø estaca (cm)	I (cm ⁴)	T (m)	4T (m)	Mh (tf.m)	Md h (tf.m)
H=1,5 m	14,36	8,19	3,72	0	20,10	11,47	31	45.333	1,10	4,40	3,69	5,16

Módulo de elasticidade da estaca E	250.000,00	kgf/cm ²
η	0,7	kgf/cm ³

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 39/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

Saída do programa ConDe:

SEÇÃO CIRCULAR

Diâmetro h da seção = 31,0 cm

Distância d linha = 8,0 cm

Armadura distribuída.
Bitola constante

Número total de barras de aço = $n_{tot} = 7$

Características dos materiais:

$f_{ck} = 0,20 \text{ tf/cm}^2$ $\gamma_{aC} = 1,60$

$f_{yk} = 5,00 \text{ tf/cm}^2$ $\gamma_{aS} = 1,15$

Módulo de elasticidade do aço $E_s = 2100 \text{ tf/cm}^2$

Esforços solicitantes de cálculo:

$N_d = 20,1 \text{ tf}$ $M_d = 5,2 \text{ tf.m}$

RESULTADOS:

Área necessária de cada barra = 2,83 cm²

Armadura total necessária = $A_{stot} = 19,81 \text{ cm}^2$

Braço de alavanca $z = 12,9 \text{ cm}$

Resultado da aplicação do programa ConDe2 para a combinação mais desfavorável

As estacas deverão ser armadas com 7 Ø 20 mm. Conforme prescreve a norma 6122 – Projeto e Execução de Fundações, as estacas deverão ser armadas integralmente.

3.8.2 Dimensionamento do muro de concreto armado à flexão em “L” sobre estaca tipo raiz - $\phi = 310 \text{ mm}$ ($H \leq 2,0 \text{ m}$)

Cargas verticais atuantes:

- espaçamento horizontal entre estacas = 1,2 m
- área da seção do muro: = 1,425 m²
- Peso total do muro: $2,5 \times 1,425$ = 3,56 tf/m

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
RT-06-116/SP-353-0-G23-501	A	20/01/2016	40/115

-
- Peso do solo sobre a base: $1,8 \times 2,3 \times 1 = 4,14 \text{ tf/m}$
 - Peso da sobrecarga: $2,5 \times 2,0 = 5,0 \text{ tf/m}$

Empuxo devido ao solo:

$$\sigma_A = K_A \cdot \gamma \cdot H - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_A} = 0,41 \cdot 1,8 \cdot 2,3 - 2 \cdot 1,0 \cdot \sqrt{0,41} = 0,42 \text{ tf/m}^2$$

$$E_A = \frac{0,42 \times 2,3}{2} = 0,48 \text{ tf/m}$$

Empuxo devido à sobrecarga:

$$E_{SC} = K_A \cdot q \cdot H = 0,41 \cdot 2,5 \cdot 2,3 = 2,36 \text{ tf/m}$$

OBS: como o muro é apoiado em estacas, às verificações de tombamento, deslizamento e capacidade de carga da fundação deixam de ser válidas uma vez que a absorção dos esforços devido ao empuxo é realizado pelo par de estacas dispostas regularmente espaçadas ao longo do muro, sendo necessário dimensioná-las.

As reações e os diagramas de esforços internos solicitantes do muro foram obtidos pelo modelo estático do muro - sendo este obtido com o emprego do programa computacional Ftool - two - Dimensional Frame Analysis Tool versão 3.00, da Tecgraf/PUC-Rio – Computer Graphics Technology Group(Pontifícia Universidade Católica do Rio – Luiz Fernando Martha).

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 41/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

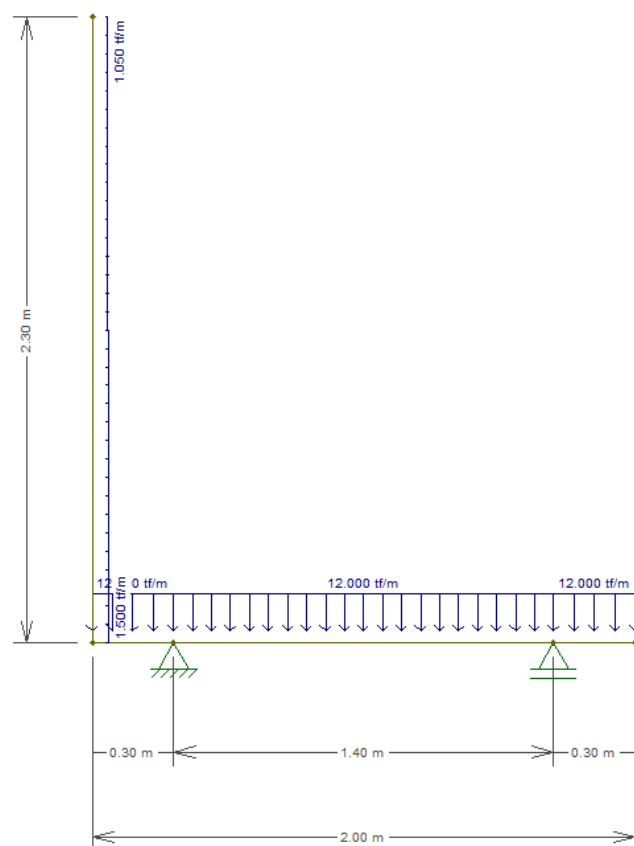


Figura 15 - Modelo estático idealizado.

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 42/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

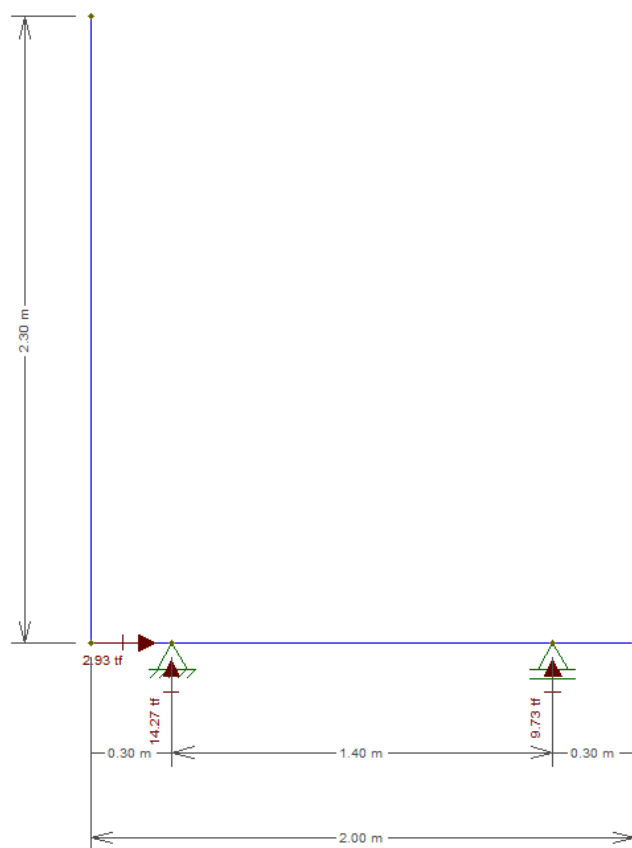


Figura 16 - Reações do modelo estático idealizado.

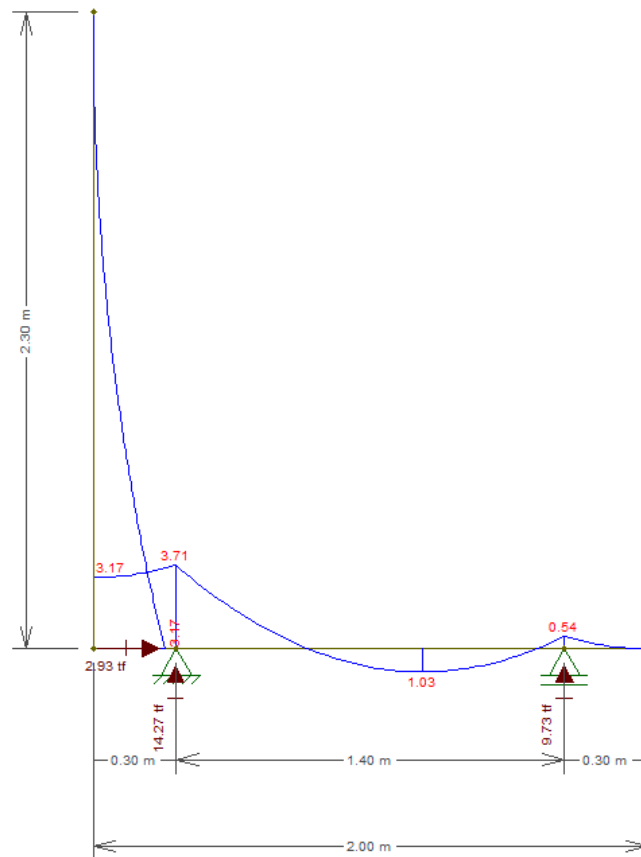


Figura 17 - Diagrama de momento fletor

Dimensionamento estrutural do muro:

O dimensionamento estrutural do muro foi efetuado utilizando-se o software ConDe 2 for Windows, desenvolvido pelo prof. Lauro Modesto dos Santos da Escola Politécnica da USP, empregando coeficiente de majoração dos esforços de 1,4, coeficiente de minoração de resistência do concreto e do aço de 1,4 e 1,15, respectivamente, e resistência do concreto de $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$, cuja saída do programa apresentamos a seguir:

$$M_k = 3,71 \text{ tf.m/m} \rightarrow M_d = 1,4 \times 3,71 = 5,19 \text{ tf.m/m}$$

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 44/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

Dimensões da seção:

Largura b_w da seção = 100,0 cm
Altura total h da seção = 30,0 cm
Altura útil d da seção = 27,0 cm
Distância d_{linha} = 3,0 cm

Características dos materiais:

$f_{ck} = 0,30 \text{ tf/cm}^2$ $\gamma_{aC} = 1,40$
 $f_{yk} = 5,00 \text{ tf/cm}^2$ $\gamma_{aS} = 1,15$

Módulo de elasticidade do aço $E_s = 2100 \text{ tf/cm}^2$

Diâmetro máximo de barra a ser usada: $F_iBarra = 12.5 \text{ mm}$

$M_d = 5,2 \text{ tf.m}$

RESULTADOS:

Armadura $A_{s1} = 4,57 \text{ cm}^2$
Armadura $A_{s2} = 0,00 \text{ cm}^2$

Braço de alavanca $z = 26,1 \text{ cm}$

$A_{s_{calc}} = 4,57 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow$ a armação de flexão empregada- $\varnothing 12,5\text{mm}$
c/15 cm atende a solicitação de cálculo.

A verificação quanto à fissuração, na face em contato com aterro, seguindo os preceitos da NBR-6118 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimento, foi realizado por meio de planilha elaborada em Excel e apresentada a seguir

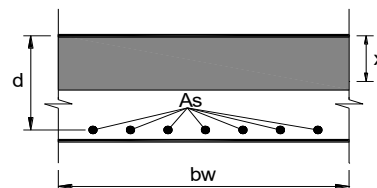
Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 45/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

ABERTURA DE FISSURAS - ABNT NBR 6118

dados

resultados

$\alpha_e = E_s / E_c$	15	
ϕ_1	12,5 mm	(diâmetro da barra)
M	5,20 tf.m	(momento)
d	27 cm	
b_w	100 cm	
x	7,06 cm	
I_{II}	61410 cm ⁴	
σ_c	59,77 Kgf/cm ²	(tensão de compressão no centro da armadura no estágio II)
σ_{si}	2533 Kgf/cm ²	(tensão de tração no centro da armadura no estágio II)
E_{si}	2100000 Kgf/cm ²	(módulo de elasticidade da barra ϕ_i considerada)
η_i	2,25	$\eta_i = 2,70$ (aço CA 60), 2,25 (aço CA 50) ou 1,00 (aço CA 25)
f_{ck}	30 MPa	
f_{ctm}	29,0 Kg/cm ²	($f_{ctm} = 0,3 \times f_{ck}^{2/3}$)
A_s	8,33 cm ²	(área de aço - total ou por metro)
A_{cri}	150 cm ²	(área de proteção - envolvente - da armadura)
ρ_{ri}	0,056	$\rho_{ri} = (A_s / A_{cri})$



$$w_1 = \frac{\phi_i}{12,5 * \eta_i} * \frac{\sigma_{si}}{E_{si}} * \frac{3 * \sigma_{si}}{f_{ctm}}$$

$$w_1 = 0,14 \text{ mm}$$

$$w_2 = \frac{\phi_i}{12,5 * \eta_i} * \frac{\sigma_{si}}{E_{si}} * \left[\frac{4}{\rho_{ri}} + 45 \right]$$

$$w_2 = 0,06 \text{ mm}$$

O valor de w é o menor entre w1 e w2 e deverá ser menor que 0,2 mm (obras enterradas)

$$w = 0,06 \text{ mm}$$

Conclusão: atende a abertura de fissuras

Dimensionamento geotécnico das estacas:

O dimensionamento geotécnico das estacas foi efetuado utilizando-se o método proposto pelos engenheiros Décourt e Quaresma, com carga de trabalho de 18 tf e coeficiente de segurança $F_s = 2$, sendo desconsiderada capacidade de carga da ponta (conforme preconiza a NBR-6122 - Projeto e Execução de Fundações), apresentamos, a seguir, planilha para estimativa do comprimento do estaqueamento.

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 46/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

A carga atuantes máxima na estaca (conforme as reações apresentadas na Erro! Fonte de referência não encontrada.) vezes o espaçamento horizontal entre estacas de 1,2 m, obtendo-se:

- carga vertical
- $V_1 = 14,27 \text{ tf/m} \times 1,2 \text{ m} = 17,12 \text{ tf}$
- $V_2 = 9,73 \text{ tf/m} \times 1,2 \text{ m} = 11,68 \text{ tf}$
- carga horizontal
- $H_1 = 2,93 \text{ tf/m} \times 1,2 \text{ m} = 3,52 \text{ tf}$

A seguir, apresentamos a planilha com a aplicação do método proposto.

Estimativa do comprimento e capacidade de carga de estacas método Décourt - Quaresma																						
dados																						
resultados																						
tipo de estaca	5	raiz																				
diâmetro da estaca	0,31	m																				
carga de trabalho da estaca	18	tf																				
sondagem n.º	SP-353-1																					
cota	333,443																					
$Q_u = \alpha \cdot q_p \cdot A_p + \beta \cdot q_s \cdot A_s$ $q_p = K \cdot N_{SPT}$ $q_s = \frac{N_{SPT}}{3} + 1$																						
prof. (m)	N _{SPT}	tipo de solo	K (tf/m²)	alfa	beta	N _{SPT} acum	N _{SPT} médio	PR (tf)	PR/2 (tf)	PL/0.8 (tf)	P _{admissível} (tf)	Comprovação										
1	5	1	12	0,85	1,50	5	5,0	4	2	5	2											
2	5	1	12	0,85	1,50	10	5,0	8	4	10	4											
3	5	2	22	0,60	1,50	15	5,0	12	6	15	6											
4	7	2	22	0,60	1,50	22	5,5	17	8	21	8											
5	12	3	40	0,50	1,50	34	6,8	24	12	30	12											
6	17	3	40	0,50	1,50	51	8,5	34	17	42	17											
7	20	3	40	0,50	1,50	71	10,1	45	22	56	22	OK!										
8	27	3	40	0,50	1,50	98	12,3	59	30	74	30	OK!										
9	23	2	22	0,60	1,50	121	13,4	72	36	90	36	OK!										
10	22	2	22	0,60	1,50	143	14,3	84	42	105	42	OK!										
11	26	3	40	0,50	1,50	169	15,4	98	49	123	49	OK!										

- Estimativa do comprimento útil da estaca (efetivamente embutido em solo) é de 8 m

Dimensionamento estrutural das estacas:

As estacas estarão submetidas a esforços de flexo-compressão, oriundos das cargas verticais e horizontais atuantes nas cabeças das mesmas.

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 47/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

O valor do momento fletor máximo decorrente da atuação da carga horizontal, foi determinado pela expressão formulada por Miche:

$$M_H = 0,9 \times H \times T$$

Onde:

M_H = momento fletor máximo devido à carga horizontal

H = carga horizontal

T = comprimento elástico da estaca, que tem por valor

$$T = \sqrt[5]{\frac{E \times I}{\eta_h}} = \text{comprimento elástico, na qual}$$

E = módulo de elasticidade da estaca (250.000 kgf/cm²)

I = maior momento de inércia da estaca

η_h = coeficiente de reação horizontal do solo (0,7 kgf/cm³)

Apresentamos, a seguir, a planilha com o cálculo dos esforços nas estacas. Os cálculos para se determinar a área de armação necessária para os esforços atuantes foram realizados através do software ConDe 2 for Windows, desenvolvido pelo prof. Lauro Modesto dos Santos da Escola Politécnica da USP, empregando coeficiente de majoração dos esforços de 1,4 (segundo a NBR-6.118), coeficiente de minoração de resistência do concreto e do aço de 1,6 e 1,15, respectivamente, fck de 20 MPa (segundo NBR-6.122).

Muro	N _{máx} (tf)	N _{mín} (tf)	H _{máx} (tf)	M (tf.m)	N _{dmáx} (tf)	N _{dmin} (tf)	Ø estaca (cm)	I (cm ⁴)	T (m)	4T (m)	Mh (tf.m)	Md h (tf.m)
H=2,0 m	17,12	11,68	3,52	0	23,97	16,35	31	45.333	1,10	4,40	3,49	4,88

Módulo de elasticidade da estaca E	250.000,00	kgf/cm ²
η	0,7	kgf/cm ³

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 48/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

Saída do programa ConDe:

SEÇÃO CIRCULAR

Diâmetro h da seção = 31,0 cm

Distância d_{linha} = 8,0 cm

Armadura distribuída.

Bitola constante

Número total de barras de aço = n_{tot} = 7

Características dos materiais:

f_{ck} = 0,20 tf/cm² γ_{aC} = 1,60

f_{yk} = 5,00 tf/cm² γ_{aS} = 1,15

Módulo de elasticidade do aço E_s = 2100 tf/cm²

Esforços solicitantes de cálculo:

N_d = 24,0 tf M_d = 4,9 tf.m

RESULTADOS:

Área necessária de cada barra = 2,57 cm²

Armadura total necessária = A_{stot} = 17,99 cm²

Braço de alavanca z = 12,9 cm

Resultado da aplicação do programa ConDe2 para a combinação mais desfavorável

As estacas deverão ser armadas com 7 Ø 20 mm. Conforme prescreve a norma 6122 - Projeto e Execução de Fundações, as estacas deverão ser armadas integralmente.

3.8.3 Dimensionamento do muro de concreto armado à flexão em "L" sobre estaca tipo raiz - ϕ = 410 mm ($H \leq 3,0$ m)

Cargas verticais atuantes:

- espaçamento horizontal entre estacas = 1,0 m
- área da seção do muro: = 2,405 m²
- Peso total do muro: $2,5 \times 2,405$ = 6,01tf/m
- Peso do solo sobre a base: $1,8 \times 3,4 \times 1$ = 6,12 tf/m

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
RT-06-116/SP-353-0-G23-501	A	20/01/2016	49/115

- Peso da sobrecarga: $2,5 \times 2,5 = 6,25 \text{ tf/m}$

Empuxo devido ao solo:

$$\sigma_A = K_A \cdot \gamma \cdot H - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_A} = 0,41 \cdot 1,8 \cdot 3,4 - 2 \cdot 1,0 \cdot \sqrt{0,41} = 1,23 \text{ tf/m}^2$$

$$E_A = \frac{1,23 \times 3,4}{2} = 2,1 \text{ tf/m}$$

Empuxo devido à sobrecarga:

$$E_{SC} = K_A \cdot q \cdot H = 0,41 \cdot 2,5 \cdot 3,4 = 3,5 \text{ tf/m}$$

OBS: como o muro é apoiado em estacas, às verificações de tombamento, deslizamento e capacidade de carga da fundação deixam de ser válidas uma vez que a absorção dos esforços devido ao empuxo é realizado pelo par de estacas dispostas regularmente espaçadas ao longo do muro, sendo necessário dimensioná-las.

As reações e os diagramas de esforços internos solicitantes do muro foram obtidos pelo modelo estático do muro - sendo este obtido com o emprego do programa computacional Ftool - two - Dimensional Frame Analysis Tool versão 3.00, da Tecgraf/PUC-Rio – Computer Graphics Technology Group(Pontifícia Universidade Católica do Rio – Luiz Fernando Martha).

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 50/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

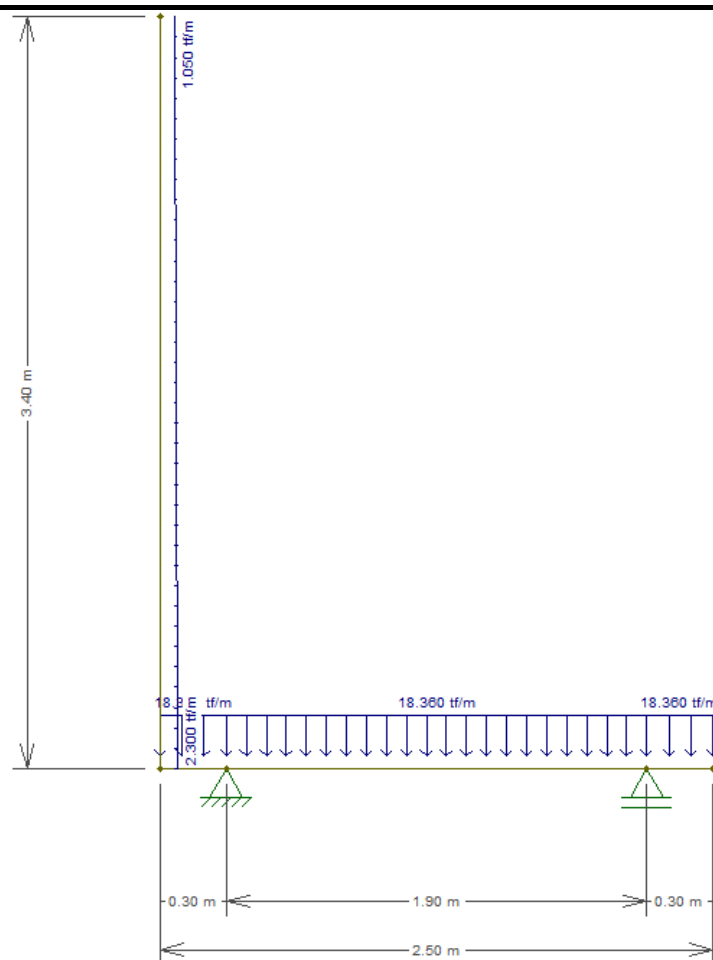


Figura 18 - Modelo estático idealizado.

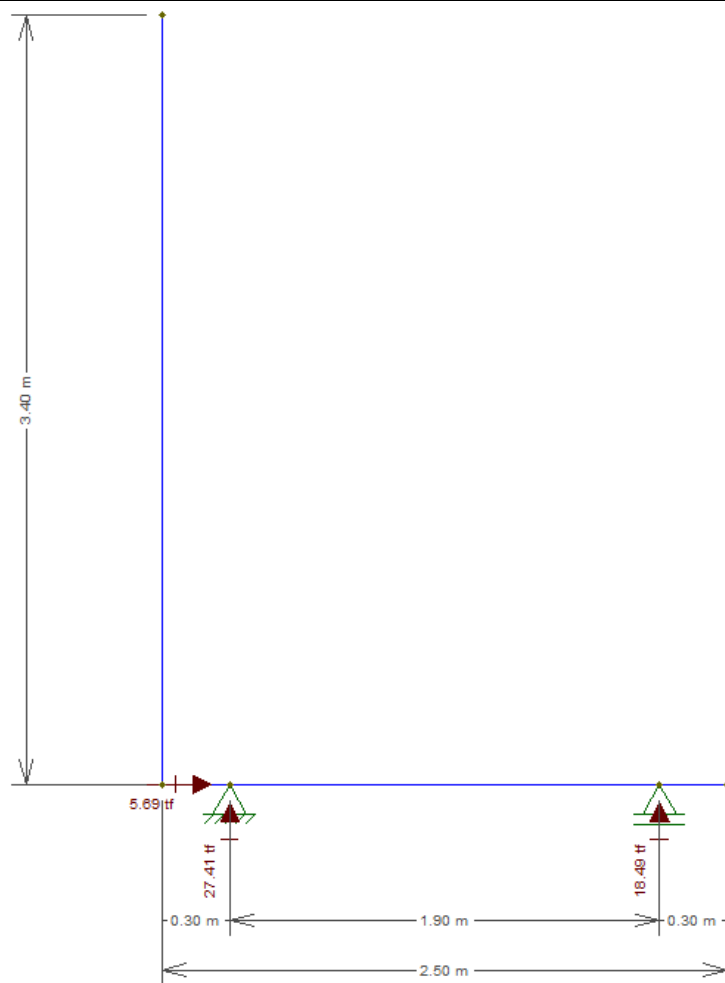


Figura 19 - Reações do modelo estático idealizado.

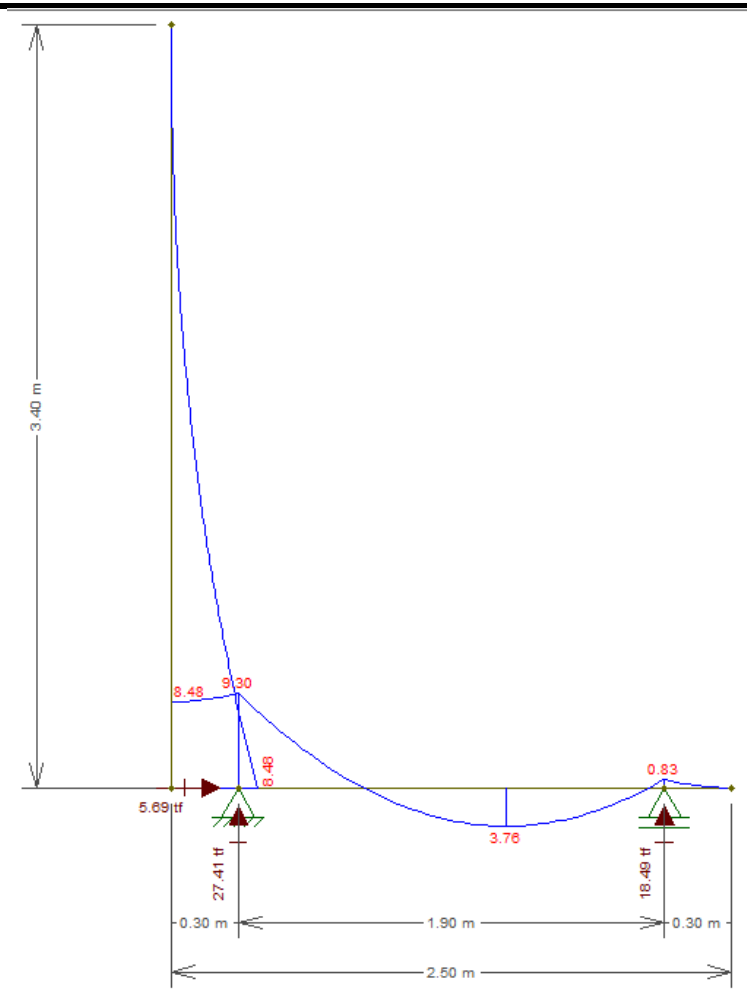


Figura 20 - Diagrama de momento fletor

Dimensionamento estrutural do muro:

O dimensionamento estrutural do muro foi efetuado utilizando-se o software ConDe 2 for Windows, desenvolvido pelo prof. Lauro Modesto dos Santos da Escola Politécnica da USP, empregando coeficiente de majoração dos esforços de 1,4, coeficiente de minoração de resistência do concreto e do aço de 1,4 e 1,15, respectivamente, e resistência do concreto de $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$, cuja saída do programa apresentamos a seguir:

$$M_K = 9,3 \text{ tf.m/m} \rightarrow M_d = 1,4 \times 9,3 = 13,02 \text{ tf.m/m}$$

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 53/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

Dimensões da seção:

Largura b_w da seção = 100,0 cm
Altura total h da seção = 40,0 cm
Altura útil d da seção = 36,0 cm
Distância d_{linha} = 4,0 cm

Características dos materiais:

$f_{ck} = 0,30 \text{ tf/cm}^2$ $\gamma_{maC} = 1,40$
 $f_{yk} = 5,00 \text{ tf/cm}^2$ $\gamma_{maS} = 1,15$

Módulo de elasticidade do aço $E_s = 2100 \text{ tf/cm}^2$

Diâmetro máximo de barra a ser usada: $F_iBarra = 12.5 \text{ mm}$

$M_d = 13,0 \text{ tf.m}$

RESULTADOS:

Armadura $A_{s1} = 8,67 \text{ cm}^2$
Armadura $A_{s2} = 0,00 \text{ cm}^2$

Braço de alavanca $z = 34,5 \text{ cm}$

$A_{s_{calc}} = 8,67 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow$ a armação de flexão empregada- Ø 12,5mm
c/10 cm atende a solicitação de cálculo.

A verificação quanto à fissuração, na face em contato com aterro, seguindo os preceitos da NBR-6118 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimento, foi realizado por meio de planilha elaborada em Excel e apresentada a seguir

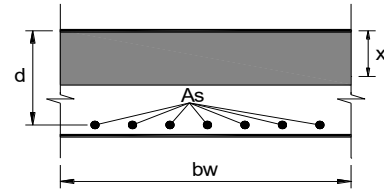
Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 54/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

ABERTURA DE FISSURAS - ABNT NBR 6118

dados

resultados

$\alpha_e = E_s / E_c$	15	
ϕ_1	12,5 mm	(diâmetro da barra)
M	13,02 tf.m	(momento)
d	27 cm	
b_w	100 cm	
x	8,36 cm	
I_{II}	84623 cm ⁴	
σ_c	128,63 Kgf/cm ²	(tensão de compressão no centro da armadura no estágio II)
σ_{si}	4302 Kgf/cm ²	(tensão de tração no centro da armadura no estágio II)
E_{si}	2100000 Kgf/cm ²	(módulo de elasticidade da barra ϕ_i considerada)
η_i	2,25	$\eta_i = 2,70$ (aço CA 60), 2,25 (aço CA 50) ou 1,00 (aço CA 25)
f_{ck}	30 MPa	
f_{ctm}	29,0 Kg/cm ²	($f_{ctm} = 0,3 \times f_{ck}^{2/3}$)
A_s	12,50 cm ²	(área de aço - total ou por metro)
A_{cri}	150 cm ²	(área de proteção - envolvente - da armadura)
ρ_{ri}	0,083	$\rho_{ri} = (A_s / A_{cri})$



$$w_1 = \frac{\phi_i}{12,5 * \eta_i} * \frac{\sigma_{si}}{E_{si}} * \frac{3 * \sigma_{si}}{f_{ctm}}$$

$$w_1 = 0,41 \text{ mm}$$

$$w_2 = \frac{\phi_i}{12,5 * \eta_i} * \frac{\sigma_{si}}{E_{si}} * \left[\frac{4}{\rho_{ri}} + 45 \right]$$

$$w_2 = 0,08 \text{ mm}$$

O valor de w é o menor entre w1 e w2 e deverá ser menor que 0,2 mm (obras enterradas)

$$w = 0,08 \text{ mm}$$

Conclusão: atende a abertura de fissuras

Dimensionamento geotécnico das estacas:

O dimensionamento geotécnico das estacas foi efetuado utilizando-se o método proposto pelos engenheiros Décourt e Quaresma, com carga de trabalho de 28 tf e coeficiente de segurança $F_s = 2$, sendo desconsiderada capacidade de carga da ponta (conforme preconiza a NBR-6122 - Projeto e Execução de Fundações), apresentamos, a seguir, planilha para estimativa do comprimento do estaqueamento.

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 55/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

A carga atuantes máxima na estaca (conforme as reações apresentadas na Erro! Fonte de referência não encontrada.) vezes o espaçamento horizontal entre estacas de 1,0 m, obtendo-se:

- carga vertical
- $V_1 = 27,41 \text{ tf/m} \times 1,0 \text{ m} = 27,41 \text{ tf}$
- $V_2 = 18,49 \text{ tf/m} \times 1,0 \text{ m} = 18,49 \text{ tf}$
- carga horizontal
- $H_1 = 5,69 \text{ tf/m} \times 1,0 \text{ m} = 5,69 \text{ tf}$

A seguir, apresentamos a planilha com a aplicação do método proposto.

Estimativa do comprimento e capacidade de carga de estacas método Décourt - Quaresma												
dados												
resultados												
tipo de estaca	5	raiz	$Q_u = \alpha \cdot q_p \cdot A_p + \beta \cdot q_s \cdot A_s$ $q_p = K \cdot N_{SPT}$ $q_s = \frac{N_{SPT}}{3} + 1$									
diâmetro da estaca	0,41	m										
carga de trabalho da estaca	28	tf										
sondagem n.º	SP-353-3											
prof. (m)	N _{SPT}	tipo de solo	K (tf/m²)	alfa	beta	N _{SPT} acum	N _{SPT} médio	PR (tf)	PR/2 (tf)	PL/0.8 (tf)	P _{admissível} (tf)	Comprovação
1	5	1	12	0,85	1,50	5	5,0	5	3	6	3	
2	5	1	12	0,85	1,50	10	5,0	10	5	13	5	
3	5	1	12	0,85	1,50	15	5,0	15	8	19	8	
4	4	2	22	0,60	1,50	19	4,8	20	10	25	10	
5	2	2	22	0,60	1,50	21	4,2	23	12	29	12	
6	7	2	22	0,60	1,50	28	4,7	30	15	37	15	
7	7	2	22	0,60	1,50	35	5,0	36	18	45	18	
8	7	2	22	0,60	1,50	42	5,3	43	21	53	21	
9	9	2	22	0,60	1,50	51	5,7	50	25	63	25	
10	12	2	22	0,60	1,50	63	6,3	60	30	75	30	OK!
11	21	3	40	0,50	1,50	84	7,6	75	38	94	38	OK!
12	22	3	40	0,50	1,50	106	8,8	91	46	114	46	OK!
13	32	2	22	0,60	1,50	138	10,6	114	57	142	57	OK!
14	42	2	22	0,60	1,50	180	12,9	143	71	179	71	OK!
15	46	2	22	0,60	1,50	226	15,1	175	87	218	87	OK!

- Estimativa do comprimento útil da estaca (efetivamente embutido em solo) é de 10 m

Dimensionamento estrutural das estacas:

As estacas estarão submetidas a esforços de flexo-compressão, oriundos das cargas verticais e horizontais atuantes nas cabeças das mesmas.

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 56/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

O valor do momento fletor máximo decorrente da atuação da carga horizontal, foi determinado pela expressão formulada por Miche:

$$M_H = 0,9 \times H \times T$$

Onde:

M_H = momento fletor máximo devido à carga horizontal

H = carga horizontal

T = comprimento elástico da estaca, que tem por valor

$$T = \sqrt[5]{\frac{E \times I}{\eta_h}} = \text{comprimento elástico, na qual}$$

E = módulo de elasticidade da estaca (250.000 kgf/cm²)

I = maior momento de inércia da estaca

η_h = coeficiente de reação horizontal do solo (0,7 kgf/cm³)

Apresentamos, a seguir, a planilha com o cálculo dos esforços nas estacas. Os cálculos para se determinar a área de armação necessária para os esforços atuantes foram realizados através do software ConDe 2 for Windows, desenvolvido pelo prof. Lauro Modesto dos Santos da Escola Politécnica da USP, empregando coeficiente de majoração dos esforços de 1,4 (segundo a NBR-6.118), coeficiente de minoração de resistência do concreto e do aço de 1,6 e 1,15, respectivamente, f_{ck} de 20 MPa (segundo NBR-6.122).

Muro	$N_{\max}$ (tf)	$N_{\min}$ (tf)	$H_{\max}$ (tf)	M (tf.m)	$N_{d\max}$ (tf)	$N_{d\min}$ (tf)	$\varnothing$ estaca (cm)	I (cm ⁴)	T (m)	$4T$ (m)	M_h (tf.m)	$M_d h$ (tf.m)
H=3,0 m	27,41	18,49	5,69	0	38,37	25,89	41	138.709	1,38	5,51	7,05	9,87

Módulo de elasticidade da estaca E	250.000,00	kgf/cm ²
η	0,7	kgf/cm ³

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 57/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

Saída do programa ConDe:

SEÇÃO CIRCULAR

Diâmetro h da seção = 41,0 cm

Distância d linha = 9,0 cm

Armadura distribuída.

Bitola constante

Número total de barras de aço = n_{tot} = 7

Características dos materiais:

f_{ck} = 0,20 tf/cm² γ_{aC} = 1,60

f_{yk} = 5,00 tf/cm² γ_{aS} = 1,15

Módulo de elasticidade do aço E_s = 2100 tf/cm²

Esforços solicitantes de cálculo:

N_d = 25,9 tf M_d = 9,9 tf.m

RESULTADOS:

Área necessária de cada barra = 2,80 cm²

Armadura total necessária = A_{stot} = 19,59 cm²

Braço de alavanca z = 18,8 cm

Resultado da aplicação do programa ConDe2 para a combinação mais desfavorável

As estacas deverão ser armadas com 7 Ø 20 mm. Conforme prescreve a norma 6122 - Projeto e Execução de Fundações, as estacas deverão ser armadas integralmente.

3.8.4 Dimensionamento do muro de concreto armado à flexão em "L" sobre estaca tipo raiz - ϕ = 410 mm ($H \leq 4,5$ m) – com estabilizador

Cargas verticais atuantes:

- espaçamento horizontal entre estacas = 1,2 m
- área da seção do muro: = 4,028 m²
- Peso total do muro: 2,5 x 4,028 = 10,07 tf/m

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 58/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

-
- Peso da sobrecarga: 2,5 x 3,5 = 8,75 tf/m
 - Peso do solo sobre o estabilizador: 1,8 x 2,2 x 1,5 = 5,94 tf/m
 - Peso do estabilizador: 2,5 x 1,5 x 0,225 = 0,84 tf/m
 - Peso do solo sobre a base: 1,8 x 5,05 x 1 = 9,09 tf/m

Empuxo devido ao solo (acima do estabilizador):

$$\sigma_A = K_A \cdot \gamma \cdot H - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_A} = 0,41 \cdot 1,8 \cdot 2,35 - 2 \cdot 1,0 \cdot \sqrt{0,41} = 0,45 \text{ tf/m}^2$$

$$E_A = \frac{0,45 \times 2,35}{2} = 0,53 \text{ tf/m}$$

Empuxo devido à sobrecarga:

$$E_{SC} = K_A \cdot q \cdot H = 0,41 \cdot 2,5 \cdot 2,35 = 2,41 \text{ tf/m}$$

Empuxo devido ao solo (abaixo do plano do estabilizador):

$$\sigma_A = K_A \cdot \gamma \cdot H - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_A} = 0,41 \cdot 1,8 \cdot 2,7 - 2 \cdot 1,0 \cdot \sqrt{0,41} = 0,71 \text{ tf/m}^2$$

$$E_A = \frac{0,71 \times 2,70}{2} = 0,96 \text{ tf/m}$$

OBS: como o muro é apoiado em estacas, às verificações de tombamento, deslizamento e capacidade de carga da fundação deixam de ser válidas uma vez que a absorção dos esforços devido ao empuxo é realizado pelo par de estacas dispostas regularmente espaçadas ao longo do muro, sendo necessário dimensioná-las.

As reações e os diagramas de esforços internos solicitantes do muro foram obtidos pelo modelo estático do muro - sendo este obtido com o emprego do programa computacional Ftool - two - Dimensional Frame Analysis Tool versão 3.00, da Tecgraf/PUC-Rio – Computer Graphics Technology Group(Pontifícia Universidade Católica do Rio – Luiz Fernando Martha).

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 59/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

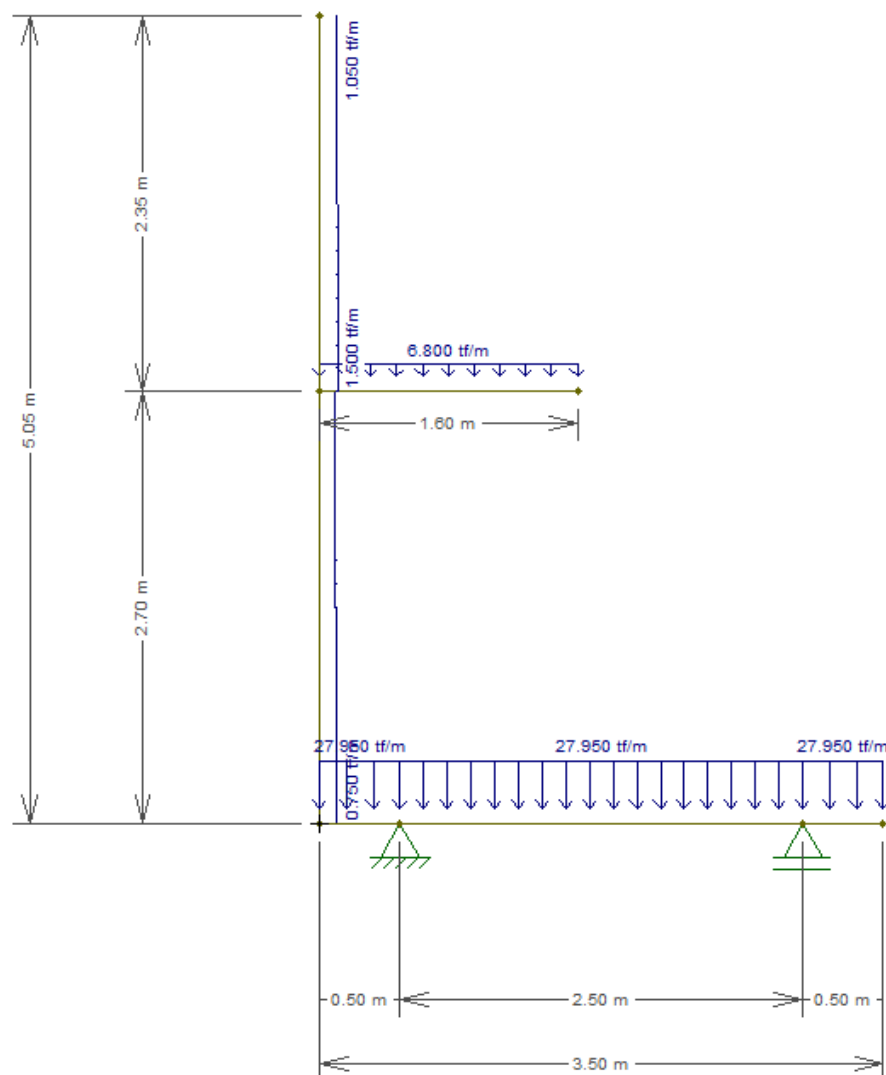


Figura 21 - Modelo estático idealizado.

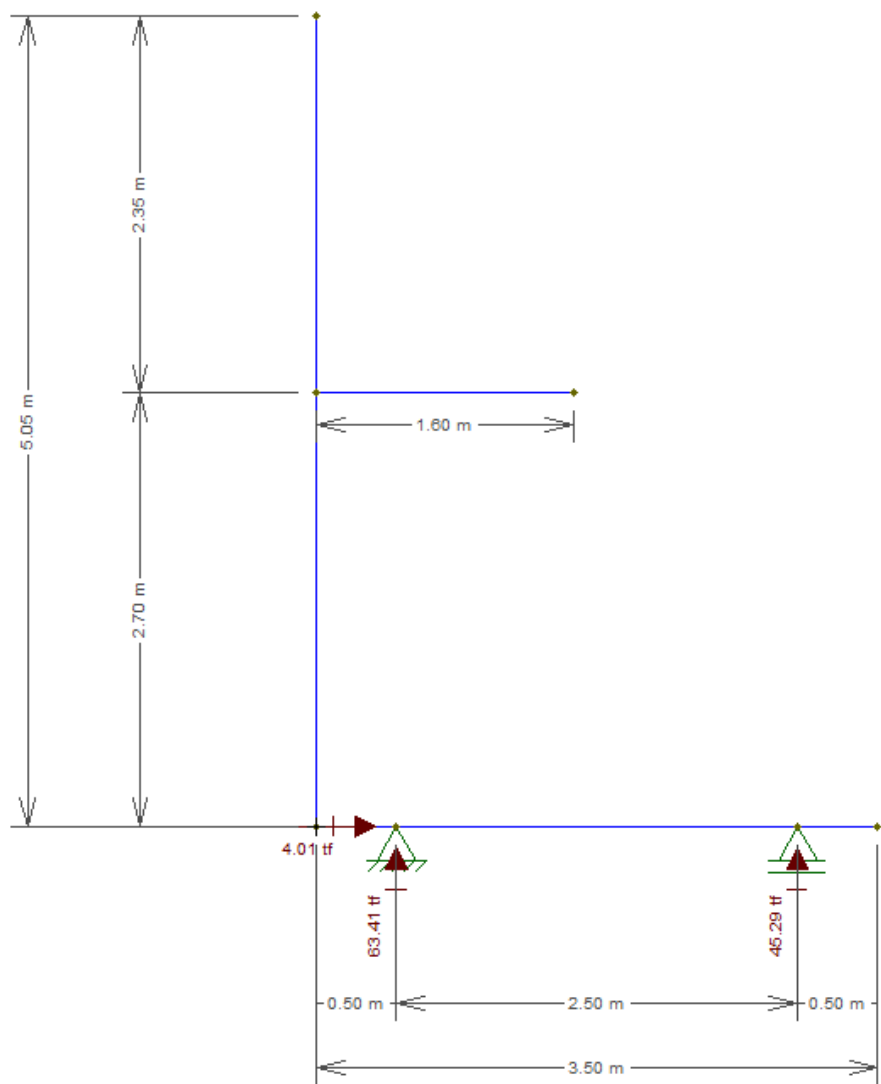


Figura 22 - Reações do modelo estático idealizado.

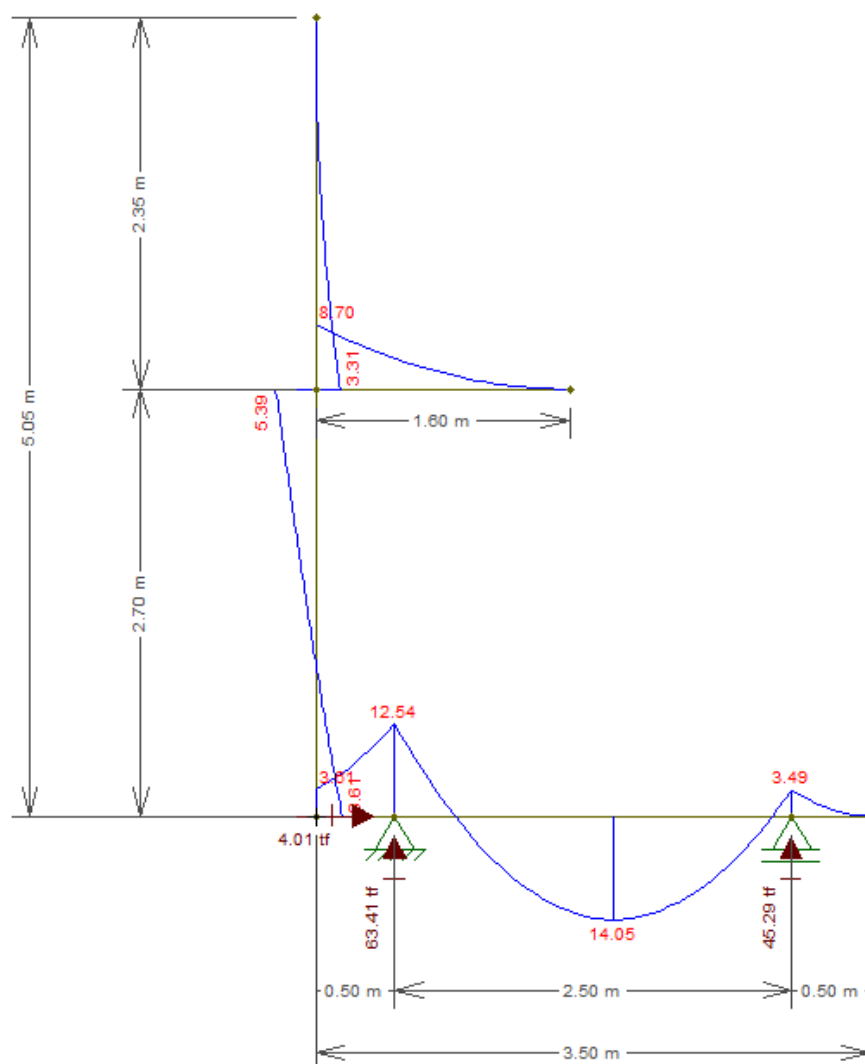


Figura 23 - Diagrama de momento fletor

Dimensionamento estrutural do muro:

O dimensionamento estrutural do muro foi efetuado utilizando-se o software ConDe 2 for Windows, desenvolvido pelo prof. Lauro Modesto dos Santos da Escola Politécnica da USP, empregando coeficiente de majoração dos esforços de 1,4, coeficiente de minoração de resistência do concreto e do aço de 1,4 e 1,15, respectivamente, e resistência do concreto de $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$, cuja saída do programa apresentamos a seguir:

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 62/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

$M_K = 12,54 \text{ tf.m/m} \rightarrow M_d = 1,4 \times 12,54 = 17,56 \text{ tf.m/m}$ (armadura principal)

Norma: NBR 6118/2007

Dimensões da seção:

Largura b_w da seção = 100,0 cm
Altura total h da seção = 45,0 cm
Altura útil d da seção = 40,0 cm
Distância d_{linha} = 5,0 cm

Características dos materiais:

$f_{ck} = 0,30 \text{ tf/cm}^2$ $\gamma_{aC} = 1,40$
 $f_{yk} = 5,00 \text{ tf/cm}^2$ $\gamma_{aS} = 1,15$

Módulo de elasticidade do aço $E_s = 2100 \text{ tf/cm}^2$

Diâmetro máximo de barra a ser usada: $F_iBarra = 12.5 \text{ mm}$

$M_d = 17,6 \text{ tf.m}$

RESULTADOS:

Armadura $A_{s1} = 10,55 \text{ cm}^2$
Armadura $A_{s2} = 0,00 \text{ cm}^2$

Braço de alavanca $z = 38,3 \text{ cm}$

$A_{s_{calc}} = 10,55 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow$ a armação de flexão interna empregada -
 $\varnothing 12,5\text{mm}$ c/10 cm atende a solicitação de cálculo.

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
RT-06-116/SP-353-0-G23-501	A	20/01/2016	63/115

$M_k = 14,05 \text{ tf.m/m} \rightarrow M_d = 1,4 \times 14,05 = 19,67$ (armadura inferior na base do muro)

Dimensões da seção:

Largura b_w da seção = 100,0 cm

Altura total h da seção = 45,0 cm

Altura útil d da seção = 40,0 cm

Distância d_{linha} = 5,0 cm

Características dos materiais:

$f_{ck} = 0,30 \text{ tf/cm}^2$

$\gamma_{maC} = 1,40$

$f_{yk} = 5,00 \text{ tf/cm}^2$

$\gamma_{maS} = 1,15$

Módulo de elasticidade do aço $E_s = 2100 \text{ tf/cm}^2$

Diâmetro máximo de barra a ser usada: $F_iBarra = 12.5 \text{ mm}$

$M_d = 19,7 \text{ tf.m}$

RESULTADOS:

Armadura $A_{s1} = 11,86 \text{ cm}^2$

Armadura $A_{s2} = 0,00 \text{ cm}^2$

Braço de alavanca $z = 38,2 \text{ cm}$

$A_{s_{calc}} = 11,85 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow$ a armação de flexão interna empregada - $\varnothing 12,5\text{mm}$ c/10 cm atende a solicitação de cálculo.

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 64/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

$M_k = 8,7 \text{ tf.m/m} \rightarrow M_d = 1,4 \times 8,7 = 12,18 \text{ tf.m/m}$ (plano estabilizador)

Dimensões da seção:

Largura b_w da seção = 100,0 cm

Altura total h da seção = 30,0 cm

Altura útil d da seção = 27,0 cm

Distância d_{linha} = 3,0 cm

Características dos materiais:

$f_{ck} = 0,30 \text{ tf/cm}^2$

$\gamma_{maC} = 1,40$

$f_{yk} = 5,00 \text{ tf/cm}^2$

$\gamma_{maS} = 1,15$

Módulo de elasticidade do aço $E_s = 2100 \text{ tf/cm}^2$

Diâmetro máximo de barra a ser usada: $F_iBarra = 12.5 \text{ mm}$

$M_d = 12,2 \text{ tf.m}$

RESULTADOS:

Armadura $A_{s1} = 11,00 \text{ cm}^2$

Armadura $A_{s2} = 0,00 \text{ cm}^2$

Braço de alavanca $z = 25,5 \text{ cm}$

$A_{s_{calc}} = 11, \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow$ a armação de flexão do estabilizador empregada -
 $\varnothing 12,5\text{mm}$ c/10 cm atende a solicitação de cálculo.

A verificação quanto à fissuração, na face em contato com aterro e do plano estabilizador do muro, seguindo os preceitos da NBR-6118 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimento, foi realizado por meio de planilha elaborada em Excel e apresentada a seguir

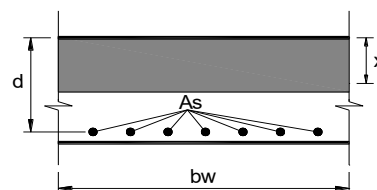
Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 65/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

ABERTURA DE FISSURAS - ABNT NBR 6118

dados

resultados

$\alpha_e = E_s / E_c$	15	
ϕ_1	12,5 mm	(diâmetro da barra)
M	17,56 tf.m	(momento)
d	40 cm	
b_w	100 cm	
x	10,52 cm	
I_{II}	201759 cm ⁴	
σ_c	91,52 Kgf/cm ²	(tensão de compressão no centro da armadura no estágio II)
σ_{si}	3849 Kgf/cm ²	(tensão de tração no centro da armadura no estágio II)
E_{si}	2100000 Kgf/cm ²	(módulo de elasticidade da barra ϕ_i considerada)
η_i	2,25	$\eta_i = 2,70$ (aço CA 60), 2,25 (aço CA 50) ou 1,00 (aço CA 25)
f_{ck}	30 MPa	
f_{ctm}	29,0 Kg/cm ²	($f_{ctm} = 0,3 \times f_{ck}^{2/3}$)
A_s	12,50 cm ²	(área de aço - total ou por metro)
A_{cri}	150 cm ²	(área de proteção - envolvente - da armadura)
ρ_{ri}	0,083	$\rho_{ri} = (A_s / A_{cri})$



$$w_1 = \frac{\phi_i}{12,5 * \eta_i} * \frac{\sigma_{si}}{E_{si}} * \frac{3 * \sigma_{si}}{f_{ctm}}$$

$$w_1 = 0,32 \text{ mm}$$

$$w_2 = \frac{\phi_i}{12,5 * \eta_i} * \frac{\sigma_{si}}{E_{si}} * \left[\frac{4}{\rho_{ri}} + 45 \right]$$

$$w_2 = 0,08 \text{ mm}$$

O valor de w é o menor entre w1 e w2 e deverá ser menor que 0,2 mm (obras enterradas)

$$w = 0,08 \text{ mm}$$

Conclusão: atende a abertura de fissuras

Fissuração da armação de flexão do muro

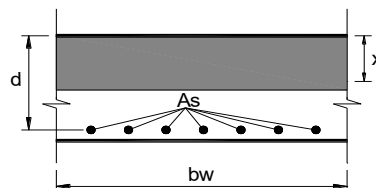
Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 66/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

ABERTURA DE FISSURAS - ABNT NBR 6118

dados

resultados

$\alpha_e = E_s / E_c$	15	
ϕ_1	12,5 mm	(diâmetro da barra)
M	19,67 tf.m	(momento)
d	40 cm	
b_w	100 cm	
x	10,52 cm	
I_{II}	201759 cm ⁴	
σ_c	102,51 Kgf/cm ²	(tensão de compressão no centro da armadura no estágio II)
σ_{si}	4312 Kgf/cm ²	(tensão de tração no centro da armadura no estágio II)
E_{si}	2100000 Kgf/cm ²	(módulo de elasticidade da barra ϕ_i considerada)
η_i	2,25	$\eta_i = 2,70$ (aço CA 60), 2,25 (aço CA 50) ou 1,00 (aço CA 25)
f_{ck}	30 MPa	
f_{ctm}	29,0 Kg/cm ²	($f_{ctm} = 0,3 \times f_{ck}^{2/3}$)
A_s	12,50 cm ²	(área de aço - total ou por metro)
A_{cri}	150 cm ²	(área de proteção - envolvente - da armadura)
ρ_{ri}	0,083	$\rho_{ri} = (A_s / A_{cri})$



$$w_1 = \frac{\phi_i}{12,5 * \eta_i} * \frac{\sigma_{si}}{E_{si}} * \frac{3 * \sigma_{si}}{f_{ctm}}$$

$$w_1 = 0,41 \text{ mm}$$

$$w_2 = \frac{\phi_i}{12,5 * \eta_i} * \frac{\sigma_{si}}{E_{si}} * \left[\frac{4}{\rho_{ri}} + 45 \right]$$

$$w_2 = 0,08 \text{ mm}$$

O valor de w é o menor entre w1 e w2 e deverá ser menor que 0,2 mm (obras enterradas)

$$w = 0,08 \text{ mm}$$

Conclusão: atende a abertura de fissuras

Fissuração da armação de flexão abaixo do muro

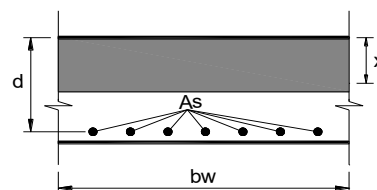
Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 67/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

ABERTURA DE FISSURAS - ABNT NBR 6118

dados

resultados

$\alpha_e = E_s / E_c$	15	
ϕ_1	12,5 mm	(diâmetro da barra)
M	12,18 tf.m	(momento)
d	27 cm	
b_w	100 cm	
x	8,36 cm	
I_{II}	84623 cm ⁴	
σ_c	120,34 Kgf/cm ²	(tensão de compressão no centro da armadura no estágio II)
σ_{si}	4024 Kgf/cm ²	(tensão de tração no centro da armadura no estágio II)
E_{si}	2100000 Kgf/cm ²	(módulo de elasticidade da barra ϕ_i considerada)
η_i	2,25	$\eta_i = 2,70$ (aço CA 60), 2,25 (aço CA 50) ou 1,00 (aço CA 25)
f_{ck}	30 MPa	
f_{ctm}	29,0 Kg/cm ²	($f_{ctm} = 0,3 \times f_{ck}^{2/3}$)
A_s	12,50 cm ²	(área de aço - total ou por metro)
A_{cri}	150 cm ²	(área de proteção - envolvente - da armadura)
ρ_{ri}	0,083	$\rho_{ri} = (A_s / A_{cri})$



$$w_1 = \frac{\phi_i}{12,5 * \eta_i} * \frac{\sigma_{si}}{E_{si}} * \frac{3 * \sigma_{si}}{f_{ctm}}$$

$$w_1 = 0,35 \text{ mm}$$

$$w_2 = \frac{\phi_i}{12,5 * \eta_i} * \frac{\sigma_{si}}{E_{si}} * \left[\frac{4}{\rho_{ri}} + 45 \right]$$

$$w_2 = 0,08 \text{ mm}$$

O valor de w é o menor entre w1 e w2 e deverá ser menor que 0,2 mm (obras enterradas)

$$w = 0,08 \text{ mm}$$

Conclusão: atende a abertura de fissuras

Fissuração da armação da laje do plano estabilizador

Dimensionamento geotécnico das estacas:

O dimensionamento geotécnico das estacas foi efetuado utilizando-se o método proposto pelos engenheiros Décourt e Quaresma, com carga de trabalho de 65 tf e coeficiente de segurança $F_s = 2$, sendo desconsiderada capacidade de carga da ponta (conforme preconiza a NBR-6122 - Projeto e Execução de Fundações), apresentamos, a seguir, planilha para estimativa do comprimento do estaqueamento.

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 68/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

A carga atuantes máxima na estaca (conforme as reações apresentadas na Erro! Fonte de referência não encontrada.) vezes o espaçamento horizontal entre estacas de 1,0 m, obtendo-se:

- carga vertical
- $V_1 = 63,41 \text{ tf/m} \times 1,0 \text{ m} = 63,41 \text{ tf}$
- $V_2 = 45,29 \text{ tf/m} \times 1,0 \text{ m} = 45,29 \text{ tf}$
- carga horizontal
- $H_1 = 4,01 \text{ tf/m} \times 1,0 \text{ m} = 4,01 \text{ tf}$

A seguir, apresentamos a planilha com a aplicação do método proposto.

Estimativa do comprimento e capacidade de carga de estacas método Décourt - Quaresma																						
dados																						
resultados																						
tipo de estaca	5	raiz																				
diâmetro da estaca	0,41	m																				
carga de trabalho da estaca	65	tf																				
sondagem n.º	SP-353-3																					
cota	332,987																					
$Q_u = \alpha \cdot q_p \cdot A_p + \beta \cdot q_s \cdot A_s$ $q_p = K \cdot N_{SPT}$ $q_s = \frac{N_{SPT}}{3} + 1$																						
prof. (m)	N _{SPT}	tipo de solo	K (tf/m²)	alfa	beta	N _{SPT} acum	N _{SPT} médio	PR (tf)	PR/2 (tf)	PL/0.8 (tf)	P _{admissível} (tf)	Comprovação										
1	7	2	22	0,60	1,50	7	7,0	6	3	8	3											
2	7	2	22	0,60	1,50	14	7,0	13	6	16	6											
3	9	2	22	0,60	1,50	23	7,7	21	10	26	10											
4	12	2	22	0,60	1,50	35	8,8	30	15	38	15											
5	21	3	40	0,50	1,50	56	11,2	46	23	57	23											
6	22	3	40	0,50	1,50	78	13,0	62	31	77	31											
7	32	2	22	0,60	1,50	110	15,7	84	42	105	42											
8	42	2	22	0,60	1,50	152	19,0	113	57	142	57											
9	46	2	22	0,60	1,50	198	22,0	145	72	181	72	OK!										

- Estimativa do comprimento útil da estaca (efetivamente embutido em solo) é de 10 m

Dimensionamento estrutural das estacas:

As estacas estarão submetidas a esforços de flexo-compressão, oriundos das cargas verticais e horizontais atuantes nas cabeças das mesmas.

O valor do momento fletor máximo decorrente da atuação da carga horizontal, foi determinado pela expressão formulada por Miche:

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 69/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

$$M_H = 0,9 \times H \times T$$

Onde:

M_H = momento fletor máximo devido à carga horizontal

H = carga horizontal

T = comprimento elástico da estaca, que tem por valor

$$T = \sqrt[5]{\frac{E \times I}{\eta_h}} = \text{comprimento elástico, na qual}$$

E = módulo de elasticidade da estaca (250.000 kgf/cm²)

I = maior momento de inércia da estaca

η_h = coeficiente de reação horizontal do solo (0,7 kgf/cm³)

Apresentamos, a seguir, a planilha com o cálculo dos esforços nas estacas. Os cálculos para se determinar a área de armação necessária para os esforços atuantes foram realizados através do software ConDe 2 for Windows, desenvolvido pelo prof. Lauro Modesto dos Santos da Escola Politécnica da USP, empregando coeficiente de majoração dos esforços de 1,4 (segundo a NBR-6.118), coeficiente de minoração de resistência do concreto e do aço de 1,6 e 1,15, respectivamente, e f_{ck} de 20 MPa (segundo NBR-6.122).

Muro	$N_{m\acute{a}x}$ (tf)	$N_{m\acute{i}n}$ (tf)	$H_{m\acute{a}x}$ (tf)	M (tf.m)	$N_{d\acute{m}ax}$ (tf)	$N_{d\acute{m}in}$ (tf)	Ø estaca (cm)	I (cm ⁴)	T (m)	$4T$ (m)	M_h (tf.m)	$M_d h$ (tf.m)
H=4,5 m	63,41	45,29	4,01	0	88,77	63,41	41	138.709	1,38	5,51	4,97	6,96

Módulo de elasticidade da estaca E	250.000,00	kgf/cm ²
η	0,7	kgf/cm ³

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 70/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

Saída do programa ConDe:

Diâmetro h da seção = 41,0 cm

Distância d linha = 9,0 cm

Armadura distribuída.

Bitola constante

Número total de barras de aço = n_{tot} = 6

Características dos materiais:

f_{ck} = 0,20 tf/cm²

γ_{aC} = 1,60

f_{yk} = 5,00 tf/cm²

γ_{aS} = 1,15

Módulo de elasticidade do aço E_s = 2100 tf/cm²

Esforços solicitantes de cálculo:

N_d = 88,8 tf M_d = 7,0 tf.m

RESULTADOS:

Área necessária de cada barra = 1,19 cm²

Armadura total necessária = A_{stot} = 7,12 cm²

Braço de alavanca z = 19,0 cm

Resultado da aplicação do programa ConDe2 para a combinação mais desfavorável

As estacas deverão ser armadas com 6 Ø 20 mm. Conforme prescreve a norma 6122 - Projeto e Execução de Fundações, as estacas deverão ser armadas integralmente.

3.9 Drenagem

O dimensionamento e verificação do sistema de drenagem foi realizado pelo Método Racional com o auxílio dos programas - “ **Pluvio 2.1** ”, do Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e do “ **Canal 2.0** ”, elaborado pelo Laboratório de Drenagem Urbana da Universidade Federal de Santa Catarina, além de planilhas em Excel para o apoio no cálculo da vazão de projeto, os resultados estão apresentados a seguir:

The screenshot displays the Pluvio 2.1 software interface. At the top, there are tabs for 'Mapa do Brasil', 'Relatório', and 'Ajuda'. The main window shows a map of Brazil with a blue-shaded region. The coordinates 47°04'06" and 23°55'54" are displayed. On the right side, there is a dropdown menu for 'Estados' set to 'São Paulo'. Below it, a list of 'Estações' includes Itanhaém, Itapitangui (Cananeia), Itaqueri da Serra (Itirapina), Itararé, Itirapina, Juquiá, Juquitiba (highlighted), Jurumirim (Piraju), Limoeiro (Mococa), and Lobo (Itatina). Below the stations list, there is a list of 'Localidades' including Meridiano, Mesópolis, Miguelópolis, Mineiros do Tietê, Mira Estrela, Miracatu, Miraluz (Neves Paulista), Mirandópolis, Mirante do Paranapanema, and Mirassol. A button labeled 'SILVA et al. (1999)' is located below the localities list. At the bottom, there are input fields for 'Latitude' and 'Longitude' (both set to 00°00'00"), a 'Calcular' button, and a section for 'Parâmetros da Equação IDF' with values for K (1720,211), a (0,122), b (25), and c (0,816). There are also buttons for 'Relatório', 'Ajuda', 'Cancelar', and 'Fechar'.

Figura 24 - Resultado do programa Pluvio 2.1 da UFV, com a saída dos Parâmetros k, a, b e c da Equação I-D-F, empregados no cálculo de vazão contribuinte de bacias.

Apresenta-se a seguir a determinação da vazão de projeto.

cálculo de vazão contribuinte de bacias - Método Racional

Local OHL - REGIS BITTENCOURT - Km 353+000 (área de escape)

dados resultados

$\Delta H =$	100 m	(desnível da bacia)
$L =$	1 km	(comprimento da bacia)
$T_r =$	5 anos	(período de retorno)
$K =$	1720,211	
$a =$	0,122	(valores resultantes do programa PLUVIO)
$b =$	25	
$c =$	0,816	
Área =	1 hectares	(área da bacia < 100 ha)
$C =$	0,25	(coeficiente de "run - off")
$t_c =$	9,7 min	(tempo de concentração)
$t_c =$	9,7 min	(tempo de concentração mínimo adotado)
$I =$	116 mm/h	(intensidade da chuva)
$\phi =$	1,00	(coeficiente de dispersão)
$Q =$	0,08 m³/s	(vazão contribuinte da bacia)

$$i_m = \frac{K T^a}{(t + b)^c}$$

i_m = intensidade máxima média de precipitação, mm/h;
 T = período de retorno, anos;
 t = duração da precipitação, min; e
 K, a, b, c = parâmetros relativos à localidade.

OBS.: o cálculo acima é válido pois $A < 100$ ha

Figura 25 – Planilha com a vazão contribuinte. A vazão de projeto foi estimada em 0,08 m³/s.

As canaletas empregadas são do tipo meia cana de concreto, com diâmetro de 40 cm. Os cálculos com as vazões suportadas por este dispositivo são apresentadas a seguir.

As declividades da canaleta no trecho analisado variam entre 21,7%, 4,5% e 1,15%. Para a vazão de dimensionamento 0,09 m³/s, verificamos a capacidade da canaleta.



RELATÓRIO

Dimensionamento de Canais Circulares

IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

Nome:	Empresa:
Técnico:	Local:
Estado:	Data: 15/01/2016

DADOS DE ENTRADA

INCÓGNITA DO PROBLEMA: Profundidade Normal

Vazão: 0,09 m ³ /s	Profundidade Normal: 0,192 m
Declividade: 0,0115 m/m	Coefficiente de Rugosidade: 0,0150
Diâmetro: 0,40	

RESULTADOS

Área: 0,0595 m ²	Perímetro Molhado: 0,612 m
Largura da Superfície: 0,400 m	Profundidade Crítica: 0,216 m
Número de Froude: 1,252	Regime de Escoamento: Supercrítico
Velocidade: 1,513 m/s	Energia Específica: 0,308 m

Figura 26 - Para a vazão de dimensionamento, 0,09 m³/s e declividade de 1,15% a profundidade normal de escoamento é atendida e velocidade média obtida é compatível com o material da canaleta (concreto).



Copyright (2000) © GPRH



RELATÓRIO

Dimensionamento de Canais Circulares

IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

Nome:	Empresa:
Técnico:	Local:
Estado:	Data: 15/01/2016

DADOS DE ENTRADA

INCÓGNITA DO PROBLEMA: Profundidade Normal

Vazão: 0,09 m ³ /s	Profundidade Normal: 0,132 m
Declividade: 0,0450 m/m	Coefficiente de Rugosidade: 0,0150
Diâmetro: 0,40	

RESULTADOS

Área: 0,0362 m ²	Perímetro Molhado: 0,490 m
Largura da Superfície: 0,376 m	Profundidade Crítica: 0,216 m
Número de Froude: 2,562	Regime de Escoamento: Supercrítico
Velocidade: 2,488 m/s	Energia Específica: 0,448 m

Figura 27 - Para a vazão de dimensionamento, 0,09 m³/s e declividade de 4,5% a profundidade normal de escoamento é atendida e velocidade média obtida é compatível com o material da canaleta (concreto).

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 75/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------



Copyright (2000) © GPRH

RELATÓRIO**Dimensionamento de Canais Circulares****IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO**

Nome:	Empresa:
Técnico:	Local:
Estado:	Data: 15/01/2016

DADOS DE ENTRADA**INCÓGNITA DO PROBLEMA:** Profundidade Normal

Vazão: 0,09 m ³ /s	Profundidade Normal: 0,088 m
Declividade: 0,2170 m/m	Coefficiente de Rugosidade: 0,0150
Diâmetro: 0,40	

RESULTADOS

Área: 0,0206 m ²	Perímetro Molhado: 0,392 m
Largura da Superfície: 0,332 m	Profundidade Crítica: 0,216 m
Número de Froude: 5,587	Regime de Escoamento: Supercrítico
Velocidade: 4,362 m/s	Energia Específica: 1,058 m

Figura 28 - Para a vazão de dimensionamento, 0,09 m³/s e declividade de 4,5% a profundidade normal de escoamento é atendida e velocidade média obtida é compatível com o material da canaleta (concreto).

A capacidade de vazão da escada hidráulica foi verificada através da seguinte equação empírica:

$$Q = 2,07 \times L^{0,9} \times H^{1,6}$$

sendo:

Q = vazão;

L = largura da escada;

H = altura da parede lateral.

Para as dimensões adotadas de H = 0,5 m e L = 0,5 m, temos:

$$Q = 2,07 \times 0,5^{0,9} \times 0,5^{1,6} = 0,36 \text{ m}^3/\text{s}, \text{ valor que atende a vazão de projeto.}$$

3.10 Sequência executiva da obra

Os serviços referentes à execução da obra deverão consistir das seguintes etapas:

- Demarcação e sinalização da área que sofrerá a interferência;
- Execução dos serviços de limpeza, desmatamento e destocamento de vegetação;
- Execução da cortina atirantada;
- Execução do muro de concreto à flexão em “L” sobre estacas tipo raiz;
- Execução do sistema de drenagem.

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
RT-06-116/SP-353-0-G23-501	A	20/01/2016	77/115

4. PLANILHA DE QUANTIDADES

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 78/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

		Autopista Régis Bittencourt		AUTOPISTA RÉGIS BITTENCOURT - GRUPO ARTERIS		
		Régis Bittencourt		PROJETO DE CONTENÇÃO PARA ÁREA DE ESCAPE		
PLANILHA DE QUANTIDADES						
RODOVIA: BR-116/SP						
TRECHO: SÃO PAULO - CURITIBA						
LOCAL: km 353+000 - Pista Sul						
REFERÊNCIA: PROJETO DE CONTENÇÃO PARA ÁREA DE ESCAPE						
PROJETO	CÓDIGO	SICRO II	DESCRIÇÃO	UD.	QUANT.	PREÇO UNIT. TOTAL (R\$)
1.0			TERRAPLENAGEM			
1.1			Inst. de Canteiro Mobilização e Desmob.	unid	1	
1.2	2 S 01 100 20		Esc. carga tr. mat 1ª c. DMT 3000 a 5000**	m³	1.415	
1.3	2 S 03 940 01		Reaterro e compactação	m³	918	
2.0			OBRAS DE CONTENÇÃO - CORTINA ATRINTADA			
2.1	25 10 04 99 *		Perf. p/dreno e tir. Solo D=114,30mm (HX) *	m	706	
2.2	25 08 15 02 99 *		Tirante 60 tf 8 fios D=1/2" Forn. e inst. *	m	706	
2.3	25 08 16 02 99 *		Termo fixo p/tirantes 60 tf 8 Fios D=1/2" *	unid	29	
2.4	25 09 12 99 *		Injeção de nata de dimento *	kg	53.000	
2.5	25 04 13 99		Estaca raiz em solo D=31cm*	m	204	
2.6	2 S 03 329 52		Concr. estr.fck=30MPa-c.raz.c/adit.conf.lanc.AC/BC	m³	39	
2.7	4 S 03 353 00		Fornecimento, preparo colocação aço CA-50	kg	5.208	
2.8	2 S 03 370 00		Forma comum de madeira	m²	130	
2.9	2 S 03 991 01		Dreno de PVC D=75 mm	unid	28	
2.10	2 S 03 991 02		Tubo de PVC D=100 mm *** / ****	m	58	
3.0			OBRAS DE CONTENÇÃO - MUROS À FLEXÃO SOBRE ESTACAS			
3.1	25 04 13 99		Estaca raiz em solo D=31cm*	m	2.096	
3.2	25 04 14 99		Estaca raiz em solo D=41cm*	m	2.610	
3.3	2 S 03 329 52		Concr.estr.fck=30MPa-c.raz.c/adit.conf.lanc.AC/BC	m³	610,00	
3.4	4 S 03 353 00		Fornecimento, preparo colocação aço CA-50	kg	53.000,00	
3.5	2 S 03 370 00		Forma comum de madeira	m²	2.200,00	
3.6	2 S 03 324 50		Concr.estr.fck=15MPa-c.raz.c/adit.conf.lanc.AC/BC	m³	35,00	
3.7	2 S 03 991 01		Dreno de PVC D=75 mm	unid	171,00	
4.0			OBRAS DE DRENAGEM			
4.1	2 S 04 956 23		Dissipador de energia - DEB 03	unid	5	
4.2	2 S 04 962 02		Caixa de ligação e passagem - CLP 02	unid	6	
4.3	24 18 01 99		Canaleta de concreto - D = 40 cm*	m	339,8	
4.4	2 S 03 370 00		Forma comum de madeira	m²	115	
4.5	2 S 03 326 50		Concr.estr.fck=20MPa-c.raz.uso ger.conf.lanc AC/BC	m³	37	
4.6	4 S 03 353 00		Fornecimento, preparo colocação aço CA-50	kg	1451	

* Item não existente no SICRO II e obtido da Tabela de Preço Unitário do DER-SP, com data base de 30/09/2015.

** Adotado valor de deslocamento de 5.000 m.

*** Foi adotado este item em função da inexistência de item específico para D=6" no SICRO II.

**** Foi adotado um comprimento médio de tubo de L = 2,0 para estimativa de quantidades.

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
RT-06-116/SP-353-0-G23-501	A	20/01/2016	79/115

5. MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTIDADES

5.1 Terraplenagem

5.1.1 - Inst. de Canteiro Mobilização e Desmob.

Corresponde à instalação do canteiro de obras, mobilização dos equipamentos e materiais.

5.1.2 - Esc. Carga tr. mat. 1ª c. DMT 3000 a 5000

Corresponde ao volume de escavação das seções de projeto para implantação da área de escape:

Foi adotado valor de deslocamento de 5.000 m

2 S 01 100 20 Esc. carga tr. mat 1ª c. DMT 3000 a 5000**

Conforme Tabela de Áreas - Escavação = 1415m³

Conforme Seções do Projeto

TABELA DE VOLUMES: ESCAVAÇÃO			
SEÇÃO - ESTACA	ÁREA	VOLUME	VOLUME ACUMULADO
2+17.00	0	0	0
1 - 3+10.00	5,51	8,265	8,265
2 - 4+0.00	5,34	54,25	62,515
3 - 4+10.00	4,48	49,1	111,615
4 - 5+0.00	3,1	37,9	149,515
5 - 5+10.00	4,12	36,1	185,615
6 - 6+0.00	0,33	22,25	207,865
7 - 6+10.00	0,25	2,9	210,765
8 - 7+0.00	0,56	4,05	214,815
9 - 7+10.00	2,92	17,4	232,215
10 - 8+0.00	2,39	26,55	258,765
11 - 8+10.00	5,69	40,4	299,165
12 - 9+0.00	5,9	57,95	357,115
13 - 9+10.00	2,34	41,2	398,315
14 - 10+0.00	3,2	27,7	426,015
15 - 10+10.00	3,33	32,65	458,665
16 - 11+0.00	5,49	44,1	502,765
17 - 11+10.00	4,45	49,7	552,465
18 - 12+0.00	2,6	35,25	587,715
19 - 12+10.00	2,11	23,55	611,265
20 - 13+0.00	1,8	19,55	630,815
21 - 13+10.00	6,99	43,95	674,765
22 - 14+0.00	3,72	53,55	728,315
23 - 14+10.00	10,53	71,25	799,565
24 - 15+0.00	10,88	107,05	906,615
25 - 15+10.00	10,14	105,1	1011,715
26 - 16+0.00	14,64	123,9	1135,615
27 - 16+10.00	8,11	113,75	1249,365
28 - 17+0.00	19,27	136,9	1386,265
17+1,50	19,27	28,905	1415,17

5.1.3 - Reaterro e compactação

Corresponde ao volume de reaterro e compactação das de seções de projeto para implantação da área de escape:

2 S 03 940 01 - Reaterro e compactação

Conforme Tabela de Áreas - Reaterro (total) = 918m³

Conforme Seções do Projeto

TABELA DE VOLUMES: REATERRO			
SEÇÃO - ESTACA	ÁREA	VOLUME	VOLUME ACUMULADO
2+17.00	0	0	0
1 - 3+10.00	3,77	5,655	5,655
2 - 4+0.00	3,82	37,95	43,605
3 - 4+10.00	3,46	36,4	80,005
4 - 5+0.00	2,53	29,95	109,955
5 - 5+10.00	3,52	30,25	140,205
6 - 6+0.00	0	17,6	157,805
7 - 6+10.00	0	0	157,805
8 - 7+0.00	0	0	157,805
9 - 7+10.00	0,42	2,1	159,905
10 - 8+0.00	1,69	10,55	170,455
11 - 8+10.00	4,26	29,75	200,205
12 - 9+0.00	4,52	43,9	244,105
13 - 9+10.00	1,71	31,15	275,255
14 - 10+0.00	2,49	21	296,255
15 - 10+10.00	2,57	25,3	321,555
16 - 11+0.00	3,04	28,05	349,605
17 - 11+10.00	2,56	28	377,605
18 - 12+0.00	1,66	21,1	398,705
19 - 12+10.00	1,29	14,75	413,455
20 - 13+0.00	1,04	11,65	425,105
21 - 13+10.00	3,44	22,4	447,505
22 - 14+0.00	2,29	28,65	476,155
23 - 14+10.00	4,29	32,9	509,055
24 - 15+0.00	4,35	43,2	552,255
25 - 15+10.00	5,12	47,35	599,605
26 - 16+0.00	10,43	77,75	677,355
27 - 16+10.00	6,62	85,25	762,605
28 - 17+0.00	18,73	126,75	889,355
17+1,50	18,73	28,095	917,45

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 82/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

5.2 Obra de Conteção - Cortina atirantada

5.2.1 - Perf.p/dreno e tir. Solo D=114,30mm (HX)

Corresponde ao comprimento total de perfuração em solo para a instalação dos tirantes.

25.10.04.99 - Perf. p/dreno e tir. Solo D=114,3 mm (HX)

Comprimento total dos tirantes (livre + bulbo)
17x26m + 12x22m = 706 m

Item não existente no SICRO II e obtido da Tabela de Preço Unitário do DER-SP, com data base de 30/09/2015.

5.2.2 - Tirante 60 tf 8 fios D=1/2" Forn. e inst

Corresponde ao comprimento total de tirantes a serem instalados na cortina atirantada.

25.08.15.02.99 Tirante 60 tf 8 fios D=1/2" Forn. e inst.

17 x 26m + 12 x 22m = 706 m

Item não existente no SICRO II e obtido da Tabela de Preço Unitário do DER-SP, com data base de 30/09/2015.

5.2.3 - Termo fixo p/tirantes 60 tf 5 Fios D=1/2"

Corresponde à quantidade total de tirantes a ser instalados na cortina atirantada:

25.08.16.02.99 - Termo fixo p/tirantes 60 tf 8 Fios D=1/2"

Quantidade de tirantes de acordo com a vista frontal (Folha 7) = 29 un.

Item não existente no SICRO II e obtido da Tabela de Preço Unitário do DER-SP, com data base de 30/09/2015.

5.2.4 - Injeção de nata de cimento

Corresponde à massa total de calda de cimento a ser injetado no processo de execução dos tirantes:

25.09.12.99 - Injeção de nata de cimento

Comprimento total de perfuração dos tirantes	=	706	m
Estimativa de sacos de cimento por metro de tirante	=	1,50	sc/m
Peso total	=	1,5 x 706 x 50	52950 kg

Adotou-se o consumo de 1,5 sacos de cimento por metro de tirantes.

Item não existente no SICRO II e obtido da Tabela de Preço Unitário do DER-SP, com data base de 30/09/2015.

5.2.5 - Estaca raiz em solo - D = 31cm

25.04.13.99 Estaca raiz em solo D=31cm

17 estacas x 12 m	=	204 m
-------------------	---	-------

Item não existente no SICRO II e obtido da Tabela de Preço Unitário do DER-SP, com data base de 30/09/2015.

5.2.6 - Conc.estr.fck=30 MPa-contr.raz.c/adit.conf.lanç AC/BC

Corresponde ao volume total de concreto $fck \geq 30$ MPa a ser utilizado no processo de implantação da cortina atirantada :

2 S 03 329 52 Concr.estr.fck=30MPa-c.raz.c/adit.conf.lanc.AC/BC

Cortina = 130 m ² x 0.30m	=	39 m ³
--------------------------------------	---	-------------------

O valor de 39 m³ refere-se ao volume total de concreto

5.2.7 - Fornecimento, preparo e colocação de aço - CA 50

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 84/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

Corresponde a massa total de barras de aço CA 50 a serem utilizadas na estrutura da cortina atirantada:

4 S 03 353 00 Fornecimento, preparo colocação aço CA-50

5208 kg - ver tabela no projeto DE-06-116-SP-353-0-G23-533

5.2.8 - Forma comum de madeira

Corresponde à área de madeira utilizada como forma para a implantação da cortina atirantada:

2 S 03 370 00 Forma comum de madeira

Área da Cortina (considerado um reuso de forma) = 130 m²

5.2.9 Dreno de PVC D=75 mm

Corresponde à instalação de barbacãs no processo de implantação da cortina atirantada

5.2.10 Tubo de PVC D=100 mm

Corresponde à instalação de tubo de PVC para proteção do trecho livre na região do aterro no processo de implantação da cortina atirantada

2 S 03 991 02 - Tubo de PVC D=100 mm

59 (número de tirantes) x 2m(comprimento médio do tirante na região de aterro) = 58 m

Foi adotado este item em função da inexistência de item específico para D=6" no SICRO II

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 85/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

5.3 Obra de Conteção - Muro de flexão sobre estacas

5.3.1 - Estaca raiz em solo – D = 31cm

25.04.13.99 - Estaca raiz em solo D=31cm*

262 estacas x 8 m = 2096 m

Item não existente no SICRO II e obtido da Tabela de Preço Unitário do DER-SP, com data base de 30/09/2015.

5.3.2 – Estaca raiz em solo - D = 41 cm

25.04.14.99 Estaca raiz em solo D=41cm

261 estacas x 10 m = 2610 m

Item não existente no SICRO II e obtido da Tabela de Preço Unitário do DER-SP, com data base de 30/09/2015.

5.3.3 – Concreto fck=30 Mpa-c/raz c/adit conf.lanç. AC/BC

Corresponde ao volume total de concreto fck $\geq$ 30 MPa a ser utilizado no processo de implantação dos muros da área de escape :

2 S 03 329 52 - Concr.estr.fck=30MPa-c.raz.c/adit.conf.lanc.AC/BC

(Soma das Extensões: 33,10+14,40) X (Área da seção transversal: 1,125)	= 53,4m ³
(Soma das Extensões: 9,7+80+17,5+14) X (Área da seção transversal: 1,425)	= 172,7m ³
(Soma das Extensões: 23+53+23,5) X (Área da seção transversal: 2,41)	= 239,8m ³
(Extensão: 36,6) X (Área da seção transversal: 3,92)	= 143,5m ³
53,4 + 172,7 + 239,8 + 143,5	= 609,4m ³

5.3.4 - Fornecimento, preparo e colocação de aço CA-50

Corresponde a massa total de barras de aço CA 50 a ser utilizado nos muors da área da escape:

4 S 03 353 00 - Fornecimento, preparo colocação aço CA-50

ver tabela no projeto DE-06-116-SP-353-0-G23- 530, 531 e 532

$$4927 + 14981 + 12072 + 21049 = 53029\text{kg}$$

5.3.5 - Forma comum de madeira

Corresponde à área de madeira utilizada como forma para a implantação dos muros da área de escape:

2 S 03 370 00 - Forma comum de madeira**Muro com h=1,5m**

perímetro em seção sem os "topos" = 4,52m

extensão total dos trechos com altura de 1,5m
33,10 + 14,40 = 47,5m

$$\text{Área de Forma} = 4.52\text{m} \times 47.5\text{m} = 214,7\text{m}^2$$

Muro com h=2.0m

perímetro em seção sem os "topos" = 5,52m

extensão total dos trechos com altura de 2,0m
9,7 + 80 + 17,5 + 14 = 121,2m

$$\text{Área de Forma} = 5.52\text{m} \times 121.2\text{m} = 669\text{m}^2$$

Muro com h=3.0m

perímetro em seção sem os "topos" = 7,43m

extensão total dos trechos com altura de 3.0m
23 + 53 + 23,5 = 99,5m

$$\text{Area de Forma} = 7.43\text{m} \times 99.05\text{m} = 735,9\text{m}^2$$

Muro com h=4.5m

perímetro em seção sem os "topos" = 15,88m
extensão total = 36.6m

$$\text{Área de Forma} = 15.88\text{m} \times 36.6\text{m} = 581,2\text{m}^2$$

$$\text{Total:} \quad 214.7 + 669 + 735.9 + 581.2 = 2200,2\text{m}^2$$

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 87/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

5.3.6 - Concreto fck=15 Mpa-c/raz c/adit conf lanç AC/BC

Corresponde ao volume total de concreto fck $\geq$ 15 MPa a ser utilizado no processo de implantação dos muros da área de escape :

2 S 03 324 50 - Concr.estr.fck=15MPa-c.raz.c/adit.conf.lanc.AC/BC

espessura do concreto magro para todos os trechos = 5cm

extensão total dos trechos com altura de 1,5m = 47,5m
Largura da Base = 1.5m
Volume: 47.5m x 1.5 x 0.05m = 3,6m³

extensão total dos trechos com altura de 2,0m = 121,2m
Largura da Base = 2.0m
Volume: 121.2m x 2.0m x 0.05m = 12.1m³

extensão total dos trechos com altura de 3.0m = 99,5m
Largura da Base = 2.5m
Volume: 99.5m x 2.5m x 0.05m = 12.4m³

extensão total dos trechos com altura de 3.0m = 36.6m
Largura da Base = 3.5m
Volume: 36.6m x 3.5 x 0.05m = 6.4m³

Total: 3.6 + 12.1 + 12.4 + 6.4 = 34.5m²

5.3.7 - Dreno de PVC D=75 mm

Corresponde à instalação de barbacãs no processo de implantação dos muros da área de escape

2 S 03 991 01 - Dreno de PVC D=75 mm

Distribuídos conforme vista Frontal = 171 un.

5.4 Obras de drenagem pluvial

5.4.1 – Dissipador de energia – DEB 03

2 S 04 956 23 - Dissipador de energia - DEB 03

5 unidades

5.4.2 – Caixa de ligação e passagem – CLP 02

2 S 04 962 02 - Caixa de ligação e passagem - CLP 02

6 unidades

5.4.3 - Canaleta de concreto – D = 40 cm

24.18.01.99 - Canaleta de concreto - D = 40 cm

= 340m (Extensão Total das Contenções)

Item não existente no SICRO II e obtido da Tabela de Preço Unitário do DER-SP, com data base de 30/09/2015.

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 89/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

5.4.4 – Escadas hidráulicas

2 S 03 326 50 - Concr.estr.fck=20MPa-c.raz.uso ger.conf.lanç AC/BC

ESCADAS HIDRÁULICAS

número de espelhos = diferença de altura / 0,5 m
 volume de espelhos = $(0,5 \times 0,15 \times 0,5 + 0,38 \times 0,15 \times 0,2) \times \text{número de espelhos} = 0,05 \text{ m}^3 \text{ p/ espelho}$
 comprimento do piso = extensão horizontal da escada
 volume de piso = $0,8 \times 0,15 \times \text{extensão horizontal} = 0,12 \text{ m}^3$
 altura média de parede = $(0,7 + 1)/2 = 0,85 \text{ m}$
 volume de parede = $0,85 \times 0,15 \times 2 \times \text{extensão horizontal} = 0,26 \text{ m}^3$

ESCADA HIDRÁULICA 1

diferença de altura ~ 7 m (adotado - a ser confirmado in loco)
 extensão horizontal ~ 16 m (adotado - a ser confirmado in loco)
 volume de espelhos = $0,05 \times 7/0,5 = 0,7 \text{ m}^3$
 volume de piso = $0,12 \times 16 = 1,92 \text{ m}^3$
 volume de parede = $0,26 \times 16 = 4,16 \text{ m}^3$

Volume total para a escada hidráulica 1 = $0,6 \text{ m}^3 + 1,5 \text{ m}^3 + 3,25 \text{ m}^3 = 6,78 \text{ m}^3$

ESCADA HIDRÁULICA 2

diferença de altura ~ 6 m (adotado - a ser confirmado in loco)
 extensão horizontal ~ 12,5 m (adotado - a ser confirmado in loco)
 volume de espelhos = $0,05 \times 6/0,5 = 0,6 \text{ m}^3$
 volume de piso = $0,12 \times 12,5 = 1,5 \text{ m}^3$
 volume de parede = $0,26 \times 12,5 = 3,25 \text{ m}^3$

Volume total para a escada hidráulica 2 = $0,6 \text{ m}^3 + 1,5 \text{ m}^3 + 3,25 \text{ m}^3 = 5,35 \text{ m}^3$

ESCADA HIDRÁULICA 3

diferença de altura ~ 6 m (adotado - a ser confirmado in loco)
 extensão horizontal ~ 12,5 m (adotado - a ser confirmado in loco)
 volume de espelhos = $0,05 \times 6/0,5 = 0,6 \text{ m}^3$
 volume de piso = $0,12 \times 12,5 = 1,5 \text{ m}^3$
 volume de parede = $0,26 \times 12,5 = 3,25 \text{ m}^3$

Volume total para a escada hidráulica 3 = $0,6 \text{ m}^3 + 1,5 \text{ m}^3 + 3,25 \text{ m}^3 = 5,35 \text{ m}^3$

ESCADA HIDRÁULICA 4

diferença de altura ~ 7 m (adotado - a ser confirmado in loco)
 extensão horizontal ~ 12 m (adotado - a ser confirmado in loco)
 volume de espelhos = $0,05 \times 7/0,5 = 0,7 \text{ m}^3$
 volume de piso = $0,12 \times 12 = 1,44 \text{ m}^3$
 volume de parede = $0,26 \times 12 = 3,12 \text{ m}^3$

Volume total para a escada hidráulica 4 = $0,7 \text{ m}^3 + 1,44 \text{ m}^3 + 3,12 \text{ m}^3 = 5,26 \text{ m}^3$

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 90/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

ESCADA HIDRÁULICA 5

diferença de altura ~ 4.4 m (adotado - a ser confirmado in loco)
 extensão horizontal ~ 5.5 m (adotado - a ser confirmado in loco)
 volume de espelhos = $0,05 \times 4,4 / 0,5$ = 0.44m³
 volume de piso = $0,12 \times 5,5$ = 0.66m³
 volume de parede = $0,26 \times 5,5$ = 1.43m³
 Volume total para a escada hidráulica 5 = $0.44\text{m}^3 + 0.66\text{m}^3 + 1.43\text{m}^3$ = 2.53m³

Volume total de concreto para escadas hidráulicas (11 + 6.78 + 5.35 + 5.35 + 5.26 + 2.53) = 36.27m³

2 S 03 370 00 - Forma comum de madeira

Área por espelho = $0,5 \times 0,5$ = 0,25 m²
 altura média de parede = $(0,7 + 1) / 2$ = 0,85 m

Escada hidráulica 1

diferença de altura ~ 7 m (adotado - a ser confirmado in loco)
 extensão horizontal ~ 16 m (adotado - a ser confirmado in loco)
 nº de espelhos = $7 / 0,5$ = 14
 Área total dos espelhos = $14 \times 0,25$ = 3.5 m²
 área de parede = $2 \times 0,85 \times 16$ = 27.2 m²

Área estimada da escada hidráulica 1 = $3.5 + 27.2$ ~ 30.7 m²

Escada hidráulica 2 e 3

diferença de altura ~ 6 m (adotado - a ser confirmado in loco)
 extensão horizontal ~ 12.5 m (adotado - a ser confirmado in loco)
 nº de espelhos = $6 / 0,5$ = 12
 Área total dos espelhos = $12 \times 0,25$ = 3 m²
 área de parede = $2 \times 0,85 \times 12.5$ = 21.25 m²

Área estimada da escada hidráulica 2 e 3 = $2 \times (3 + 21.25)$ ~ 48.5 m²

Escada hidráulica 4

diferença de altura ~ 7 m (adotado - a ser confirmado in loco)
 extensão horizontal ~ 12 m (adotado - a ser confirmado in loco)
 nº de espelhos = $7 / 0,5$ = 14
 Área total dos espelhos = $14 \times 0,25$ = 3.5 m²
 área de parede = $2 \times 0,85 \times 12$ = 20.4 m²

Área estimada da escada hidráulica 4 = $3.5 + 20.4$ ~ 23.9 m²

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 91/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

Escada hidráulica 5

diferença de altura ~ 4.4 m (adotado - a ser confirmado in loco)

extensão horizontal ~ 5.5 m (adotado - a ser confirmado in loco)

nº de espelhos = $4.4 / 0,5 = 9$

Área total dos espelhos = $9 \times 0,25 = 2.25 \text{ m}^2$

área de parede = $2 \times 0,85 \times 5.5 = 9.35 \text{ m}^2$

Área estimada da escada hidráulica 5 = $2.25 + 9.35 \sim 11.6 \text{ m}^2$

Área de forma total estimada das escadas hidráulicas = $30.7 + 48.5 + 23.9 + 11.6 = 114,7 \text{ m}^2$

4 S 03 353 00 - Fornecimento, preparo colocação aço CA-50

Ver tabelas na folha 529: $391.25\text{kg} + 307.86\text{kg} + 307.86\text{kg} + 301.29\text{kg} + 143\text{kg} = 1451,26 \text{ kg.}$

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
RT-06-116/SP-353-0-G23-501	A	20/01/2016	92/115

6. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

6. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

As especificações técnicas relacionadas abaixo visam complementar os projetos elaborados, a fim de proporcionar a correta execução dos mesmos, garantindo sua eficiência e qualidade.

Deve-se dar preferência às especificações constantes nos projetos. Quando não especificada em projeto, deve-se buscar pela especificação no item correspondente do relatório de projetos. Caso não esteja relacionada neste item, deve-se recorrer às Normas da ABNT.

Das especificações técnicas do DNIT e DNER, de interesse à obra em questão encontram-se:

- DNIT 074/2006-ES "Tratamento ambiental de taludes e encostas por intermédio de dispositivos de controle de processos erosivos";
- DNIT 101/2009-ES "Obras complementares - Segurança no tráfego rodoviário - Sinalização vertical - Especificação de serviço";
- DNIT 102/2009-ES – "Proteção do Corpo Estradal - proteção vegetal";
- DNIT 104/2009-ES "Terraplenagem - Serviços preliminares - Especificação de Serviço";

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
RT-06-116/SP-353-0-G23-501	A	20/01/2016	94/115

7. PLANO BÁSICO AMBIENTAL

7. PLANO BÁSICO AMBIENTAL

A obra em questão é caracterizada por uma contenção com cortina atirantada e muro de concreto armado à flexão em “L” sobre estacas tipo raiz na BR116/SP, no km 353+000 (área de escape), em virtude da duplicação da rodovia na Serra do Cafezal que será executada.

Em função da natureza da concessão rodoviária, essencialmente de operação, manutenção e recuperação, não houve estudos ambientais prévios como EIA/RIMA.

Por se tratar de uma obra de contenção que serve à rodovia, e devido à inexistência de EIA/RIMA, o Plano Básico Ambiental será constituído de medidas que se destinem à melhor adequação de todas as etapas da obra (implantação e manutenção) com o ambiente existente, buscando atender às exigências mínimas de preservação ambiental, tendo como base as diretrizes do Manual para atividades Ambientais Rodoviárias do DNIT e da Norma DNIT 070/2006-PRO.

Deverão ser respeitadas as recomendações das seguintes Normas e Instruções de Serviço do DNIT:

- Norma DNIT 070/2006-PRO: Condicionantes ambientais em áreas de uso de obras - Procedimento;
- Norma DNIT 078/2006-PRO: Condicionantes ambientais pertinentes à segurança rodoviária na fase de obras – Procedimento;
- DNIT IPR-713: Instrução de Proteção Ambiental para Controle de Processos Erosivos na Faixa de Domínio e Lindeiras nas Rodovias Federais

Ações ambientais

Nos quadros seguintes são apresentadas as ações de cunho ambiental a serem implementadas antes, durante e após o empreendimento, indicando-se a competência de cada uma delas.

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 96/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

Quadro 1: Ações ambientais durante a fase de serviços preliminares.

Serviços Preliminares		
Item	Descrição	Competência
1	Obter autorizações para desmatamento junto ao IBAMA ou órgão correspondente.	Empreiteira e contratante
2	Evitar o desmatamento e limpeza dos terrenos fora dos limites estritamente necessários à implantação das obras na faixa estradal.	Empreiteira e contratante
3	Preservar as árvores de grande porte ou de interesse paisagístico e biológico.	Empreiteira e contratante
4	O material do desmatamento e da limpeza do terreno não pode ser lançado dentro de talvegues e de corpos d'água.	Empreiteira e contratante
5	No desmatamento e limpeza de terrenos próximos a corpos d'água deverão ser implantados dispositivos de drenagem que impeçam o carreamento de sedimentos.	Empreiteira e contratante
6	Não devem ser utilizados explosivos, agentes químicos, processos mecânicos não controlados ou queimadas para a realização de desmatamento e limpeza de terrenos. Casos específicos devem ser tratados junto com a fiscalização.	Empreiteira e contratante
7	Utilizar os solos orgânicos para recobrimento de áreas estéreis exploradas e/ou áreas adjacentes, caso possam receber a aplicação de tais tipos de material.	Empreiteira e contratante
8	Os materiais orgânicos provenientes da limpeza do terreno e desmatamentos deverão ser estocado/ enleirados em áreas pré-definidas, para posterior utilização durante as atividades de reabilitação ambiental dos locais de empréstimo, bota-foras e demais áreas.	Empreiteira e contratante

Quadro 2: Ações ambientais na fase de serviços de terraplenagem.

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 97/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

Terraplenagem		
Item	Descrição	Competência
1	Disponibilizar preferencialmente o material de bota-fora como alargamento dos aterros do corpo estradal ou como bermas, ou em áreas já degradadas.	Empreiteira e Contratante
2	Não depositar nenhum material de bota-fora em terreno de propriedade privada, sem autorização do proprietário e somente após fiscalização da obra.	Empreiteira e Contratante
3	Não depositar nenhum material de bota-fora em mananciais, talvegues e áreas de preservação ecológica.	Empreiteira e Contratante
4	Executar compactação em todo o volume de bota-fora e procurar reconformar a superfície da área de deposição, providenciando a cobertura vegetal à paisagem local.	Empreiteira
5	Cobrir a superfície dos taludes de corte em 1ª ou 2ª categoria com vegetação ou outro método de proteção, controlando a pega e avaliando a necessidade de repasse. O revestimento deve ser complementado por biomantas quando da ocorrência de declividades muito acentuadas ou de solos de alto potencial erosivo.	Empreiteira
6	Verificar a adequação dos dispositivos de drenagem quanto à proteção de erosões ou ocorrências de instabilidades nos taludes de cortes e aterros.	Empreiteira e Contratante
7	Harmonizar os taludes com a topografia.	Empreiteira
8	Remover as camadas de lama no trajeto dos equipamentos, quando ocorrer.	Empreiteira
9	Aspergir água nos trechos poeirentos, quando da ocorrência de nuvens de poeira com perigo de acidentes.	Empreiteira
10	Cobrir as caçambas com lona ou tela durante o trajeto dos caminhões e remover eventual material que venha a tombar sobre a pista.	Empreiteira
11	Novas frentes de trabalho só deverão ser abertas após a implantação dos elementos de drenagem e cobertura vegetal de proteção na terraplenagem do corpo estradal.	Empreiteira e Contratante

Quadro 3: Ações ambientais na fase de implantação de drenagem superficial.

Drenagem		
Item	Descrição	Competência
1	Respeitar a linha natural de drenagem, a fim de evitar obstruções e desvio das águas.	Empreiteira
2	Construir e desobstruir valetas de proteção de cortes e aterros, a fim de garantir o fluxo normal das águas.	Empreiteira
3	Todo material excedente de escavação deverá ser removido das proximidades dos dispositivos de drenagem, cuidando-se ainda que este material não seja conduzido para os cursos d'água.	Empreiteira
4	Proteger as entradas e saídas de bueiros com o plantio de árvores ou gramíneas para impedir a erosão das vertentes ou assoreamento de cursos d'água.	Empreiteira
5	Depois de cada período de chuva, ou diariamente em caso de período prolongado, inspecionar os dispositivos de drenagem, controle de erosão e assoreamento, para corrigir possíveis deficiências.	Empreiteira e Contratante

Quadro 4: Ações ambientais durante a fase de sinalização.

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 98/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

Sinalização		
Item	Descrição	Competência
1	Executar a sinalização adequada na fase de construção, seguindo projeto específico.	Empreiteira
2	Quando existir vegetação de porte ou de interesse paisagístico e biológico no local previsto para implantação de sinalização, esta deverá ser deslocada para posição mais próxima possível, sem prejuízo da emissão da mensagem.	Empreiteira e Contratante
3	Deverá ser promovido o disciplinamento dos fluxos de tráfego e do estacionamento de equipamento de forma a se evitar eventuais situações de risco.	Empreiteira e Contratante
4	Em caso de extravio, danificação ou insuficiência da sinalização, esta deve ser imediatamente substituída ou reposta.	Empreiteira e Contratante

Quadro 5: Ações ambientais nas áreas de apoio.

Áreas de apoio		
Item	Descrição	Competência
1	O canteiro de obras, caixas e jazidas de empréstimo, de bota-fora, trilhas, caminhos de serviço, estradas de acesso, área de disposição de resíduos sólidos e outras áreas de apoio alteradas deverão ter suas áreas ambientalmente reabilitadas após a fase de desmobilização das obras.	Empreiteira e Contratante
2	As obras de drenagens temporárias executadas para a implantação dos caminhos de serviço e estradas de acesso devem ser removidas durante as atividades de reabilitação ambiental.	Empreiteira e Contratante
3	Reconformar a topografia de todas as áreas utilizadas durante a obra, conforme os terrenos adjacentes, mediante atenuação dos taludes, reordenação das linhas de drenagem e recomposição da cobertura vegetal.	Empreiteira e Contratante

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
RT-06-116/SP-353-0-G23-501	A	20/01/2016	99/115

ANEXO 1 – BOLETINS DE SONDAGEM

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 100/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	-------------------

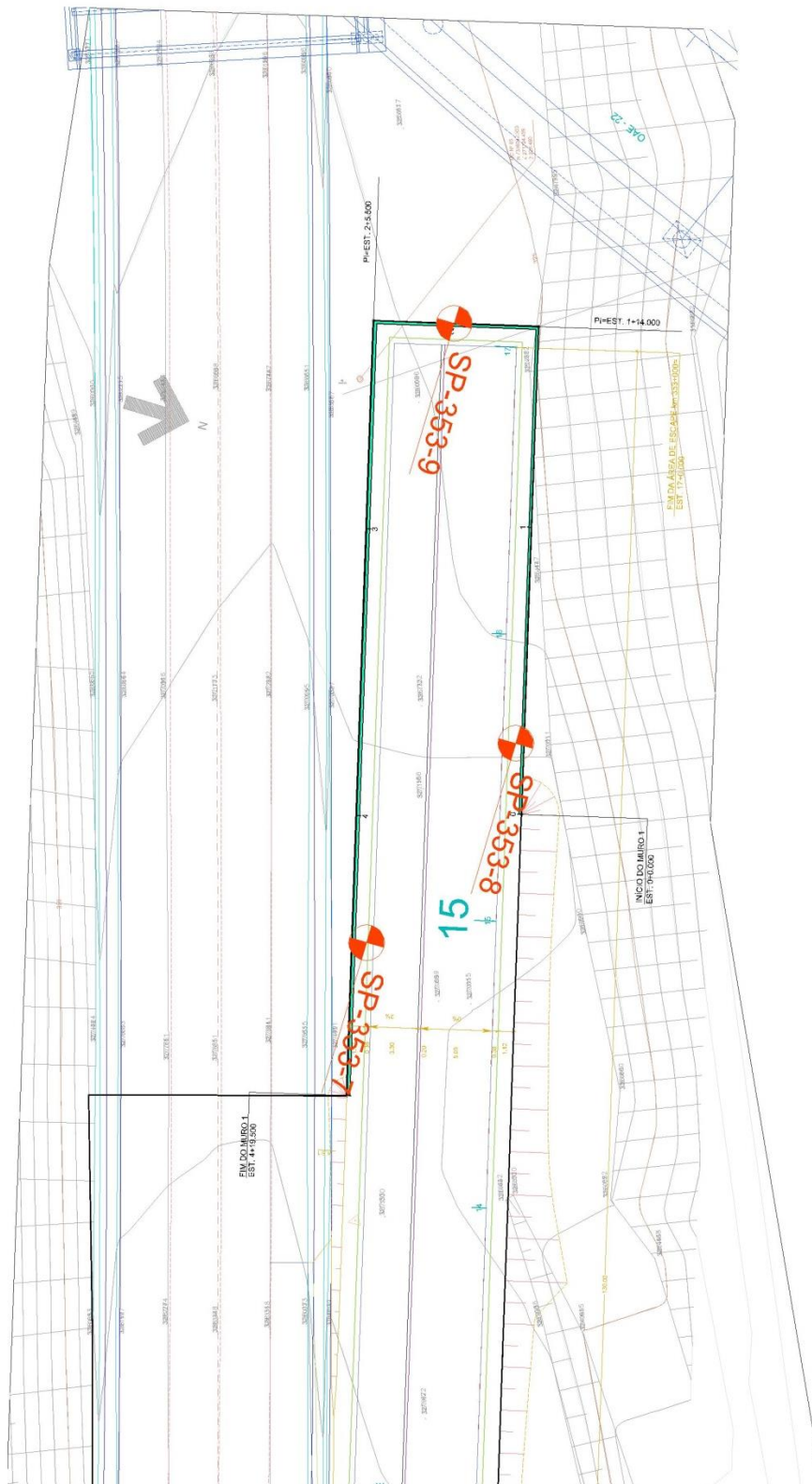


Figura 29 - Planta de localização de sondagens - 1

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
RT-06-116/SP-353-0-G23-501	A	20/01/2016	101/115

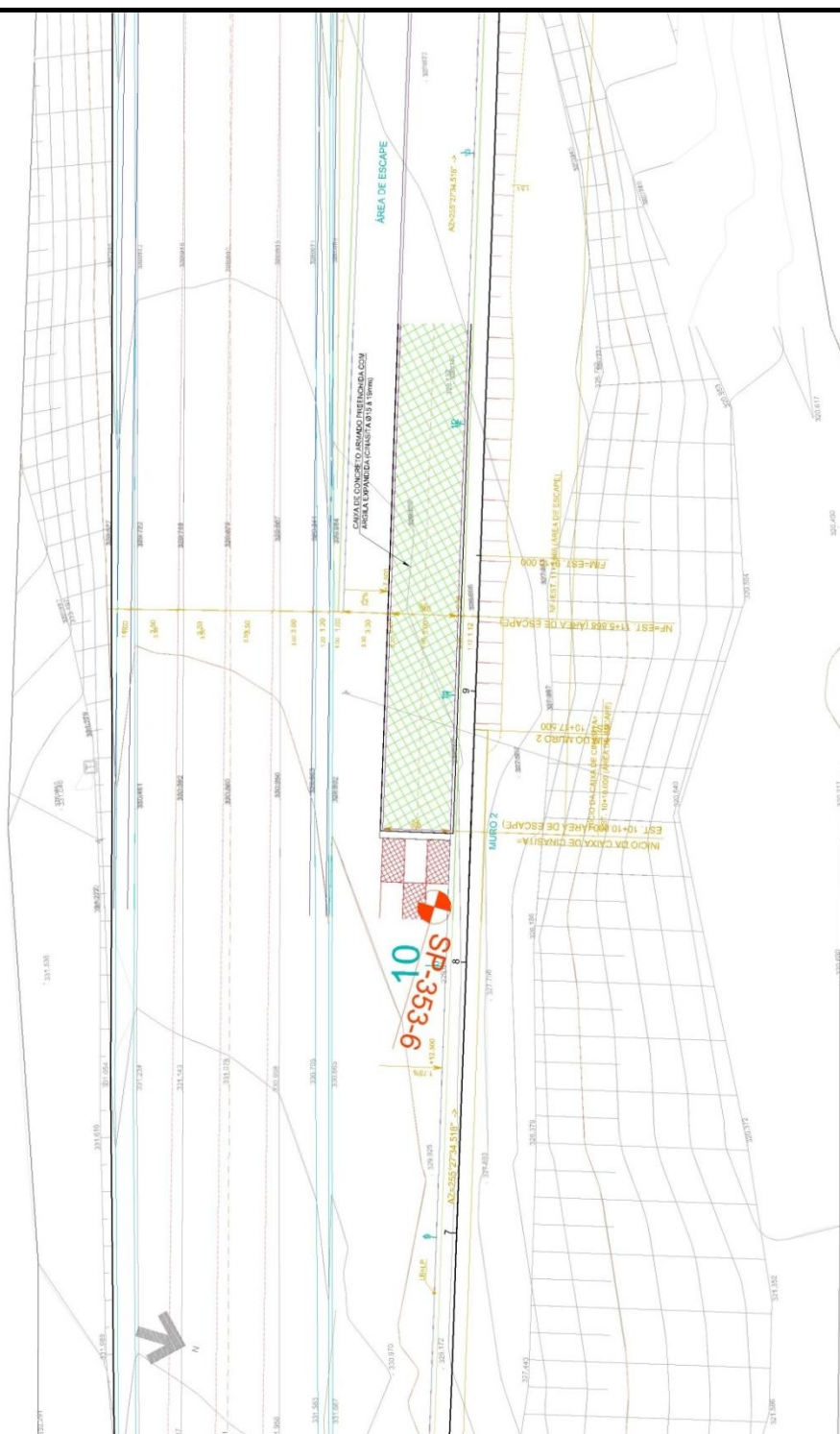
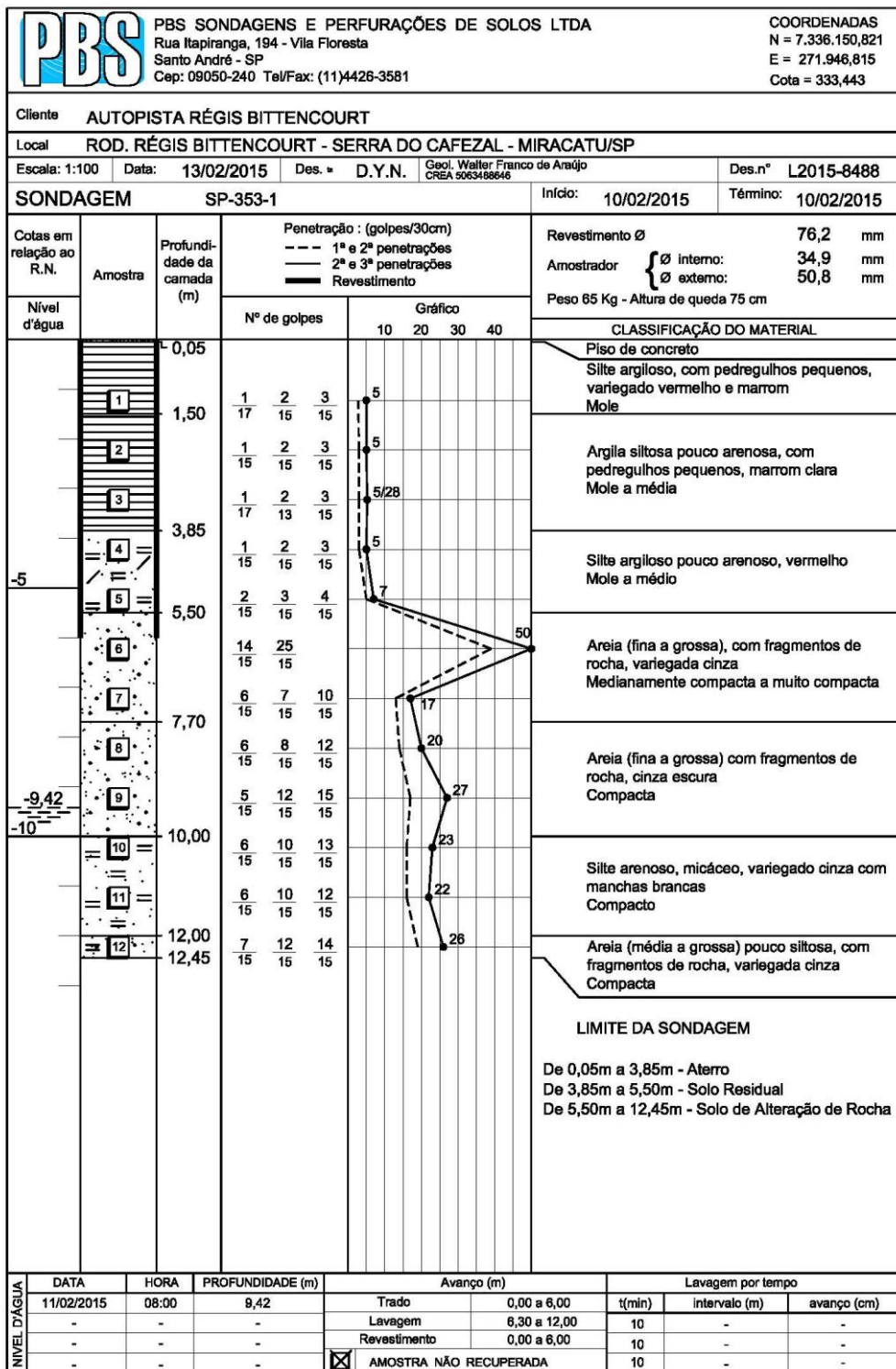


Figura 30 - Planta de locação de sondagens - 2

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 102/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	-------------------



Figura 30 - Planta de locação de sondagens - 3



Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
RT-06-116/SP-353-0-G23-501	A	20/01/2016	104/115

		PBS SONDAGENS E PERFURAÇÕES DE SOLOS LTDA Rua Itapiranga, 194 - Vila Floresta Santo André - SP Cep: 09050-240 Tel/Fax: (11)4426-3581				COORDENADAS N = 7 336 171,976 E = 271 944,957 Cota = 322,967		
Cliente AUTOPISTA RÉGIS BITTENCOURT								
Local ROD. RÉGIS BITTENCOURT - SERRA DO CAFEZAL - MIRACATU/SP								
Escala: 1:100		Data: 18/02/2015	Des.: F.S.O.	Geol. Walter Franco de Araújo CREA 50634586/6		Des.nº L2015-8535		
SONDAGEM SP-353-2				Início: 12/02/2015		Término: 12/02/2015		
Cotas em relação ao R.N.	Amostra	Profundidade da camada (m)	Penetração : (golpes/30cm) --- 1ª e 2ª penetrações ——— 2ª e 3ª penetrações ■■■■ Revestimento		Revestimento Ø 76,2 mm Amostrador { Ø interno: 34,9 mm Ø externo: 50,8 mm Peso 65 Kg - Altura de queda 75 cm			
			Nº de golpes	Gráfico				
Nível d'água					10	20	30	40
				CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL				
				Areia fina siltosa, pouco argilosa, marrom				
				Areia fina siltosa, micácea, marrom acizentada				
				Fofa				
				Areia fina siltosa, micácea, com fragmentos de rocha, marrom acizentada				
				Muito compacta				
				LIMITE DA SONDAGEM - Impenetrável a percussão (provável rocha ou matacão) De 0,00m a 0,20m - Solo Residual De 0,20m a 2,32m - Solo de Alteração de Rocha				

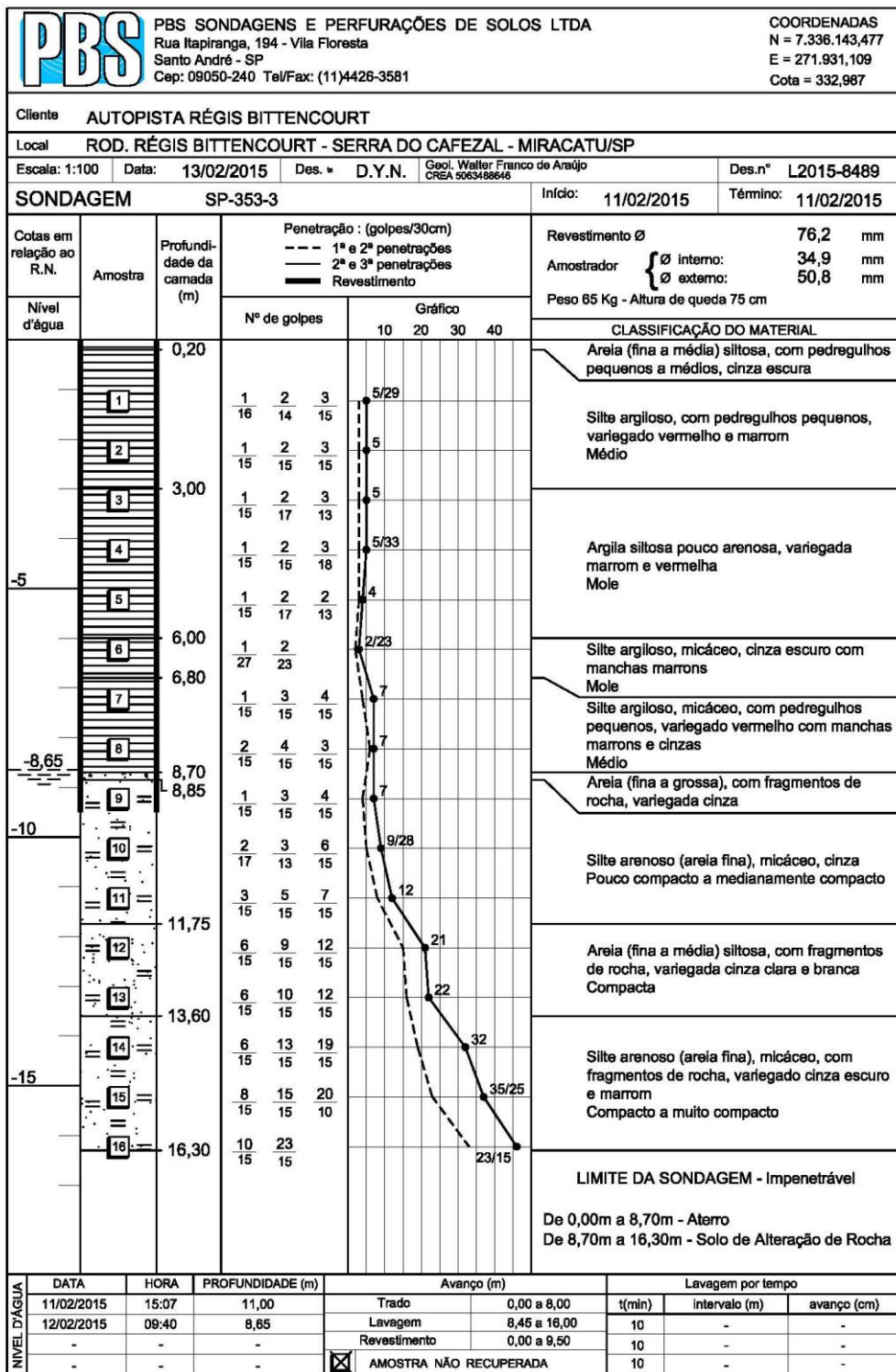
NÍVEL D'ÁGUA	DATA	HORA	PROFUNDIDADE (m)	Avanço (m)		Lavagem por tempo		
				Trado	0,00 a 1,00	t(min)	Intervalo (m)	avanço (cm)
	12/02/2015	07:10	1,48	Lavagem	1,52 a 2,32	10	2,25 a 2,28	3
	12/02/2015	07:20	1,10	Revestimento	0,00 a 2,00	10	2,28 a 2,30	2
12/02/2015	07:30	1,00						
13/02/2015	08:00	0,97		☒	AMOSTRA NÃO RECUPERADA	10	2,30 a 2,32	2

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 105/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	-------------------

PBS		PBS SONDAgens E PERFURAÇÕES DE SOLOS LTDA Rua Itapiranga, 194 - Vila Floresta Santo André - SP Cep: 09050-240 Tel/Fax: (11)4426-3581		COORDENADAS N = 7 336 170,766 E = 271 943,712 Cota = 322,899				
Cliente AUTOPISTA RÉGIS BITTENCOURT								
Local ROD. RÉGIS BITTENCOURT - SERRA DO CAFEZAL - MIRACATU/SP								
Escala: 1:100	Data: 18/02/2015	Des. = F.S.O.	Geol. Walter Franco de Araújo CREA 5063488646	Des.nº L2015-8533				
SONDAGEM SP-353-2A			Início: 12/02/2015	Término: 12/02/2015				
Cotas em relação ao R.N.	Amostra	Profundidade da camada (m)	Penetração : (golpes/30cm) --- 1ª e 2ª penetrações --- 2ª e 3ª penetrações --- Revestimento	Revestimento Ø 76,2 mm				
Nível d'água			Nº de golpes	Gráfico	Amostrador { Ø interno: 34,9 mm Ø externo: 50,8 mm Peso 65 Kg - Altura de queda 75 cm			
				10 20 30 40	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL			
-0,85	1	0,20	1 45		Areia fina siltsosa, pouco argilosa, com detritos vegetais, marrom			
	2	1,80	10 15 25 15 15 15		Areia fina siltsosa, micácea, variegada marrom Fofa			
		2,63			Areia (fina a grossa) siltsosa, micácea, com fragmentos de rocha, cinza esverdeada Compacta			
LIMITE DA SONDAGEM - Impenetrável a percussão (provável rocha ou matacão)								
De 0,00m a 0,20m - Solo Residual								
De 0,20m a 2,63m - Solo de Alteração de Rocha								
NÍVEL D'ÁGUA	DATA	HORA	PROFUNDIDADE (m)	Avanço (m)		Lavagem por tempo		
	12/02/2015	09:33	1,45	Trado	0,00 a 1,00	t(min)	Intervalo (m)	avanço (cm)
	12/02/2015	09:43	1,02	Lavagem	1,45 a 2,63	10	2,55 a 2,58	3
	12/02/2015	09:53	0,93	Revestimento	0,00 a 2,60	10	2,58 a 2,61	3
	13/02/2015	08:00	0,85	☒ AMOSTRA NÃO RECUPERADA		10	2,61 a 2,63	2

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 106/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	-------------------

PBS		PBS SONDAgens E PERFURAÇÕES DE SOLOS LTDA Rua Itapiranga, 194 - Vila Floresta Santo André - SP Cep: 09050-240 Tel/Fax: (11)4426-3581		COORDENADAS N = 7 336 173,689 E = 271 921,159 Cota = 322,855	
Cliente AUTOPISTA RÉGIS BITTENCOURT					
Local ROD. RÉGIS BITTENCOURT - SERRA DO CAFEZAL - MIRACATU/SP					
Escala: 1:100	Data: 19/02/2015	Des. = F.S.O.	Geol. Walter Franco de Araújo CREA 5063488646	Des.nº L2015-8534	
SONDAGEM SP-353-2B			Início: 12/02/2015	Término: 12/02/2015	
Cotas em relação ao R.N.	Amostra	Profundidade da camada (m)	Penetração : (golpes/30cm) --- 1ª e 2ª penetrações --- 2ª e 3ª penetrações --- Revestimento	Revestimento Ø 76,2 mm	
Nível d'água			Nº de golpes	Gráfico	
				10 20 30 40	
0,97	1	1,50	1 47		
	2	2,27	33 15		
CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL					
Areia fina siltsosa pouco argilosa, variegada marrom Fofa					
Areia (fina a grossa) siltsosa, micácea, com fragmentos de rocha, cinza esverdeada Muito compacta					
LIMITE DA SONDAGEM - Impenetrável a percussão (provável rocha ou matacão)					
De 0,00m a 2,27m - Solo de Alteração de Rocha					
NÍVEL D'ÁGUA	DATA	HORA	PROFUNDIDADE (m)	Avanço (m)	Lavagem por tempo
	12/02/2015	11:10	1,47	Trado 0,00 a 1,00	t(min) Intervalo (m) avanço (cm)
	12/02/2015	11:20	1,05	Lavagem 1,47 a 2,27	10 2,19 a 2,22 3
	12/02/2015	11:30	0,98	Revestimento 0,00 a 2,00	10 2,22 a 2,25 3
	13/02/2015	08:00	0,97	☒ AMOSTRA NÃO RECUPERADA	10 2,25 a 2,27 2



Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 108/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	-------------------

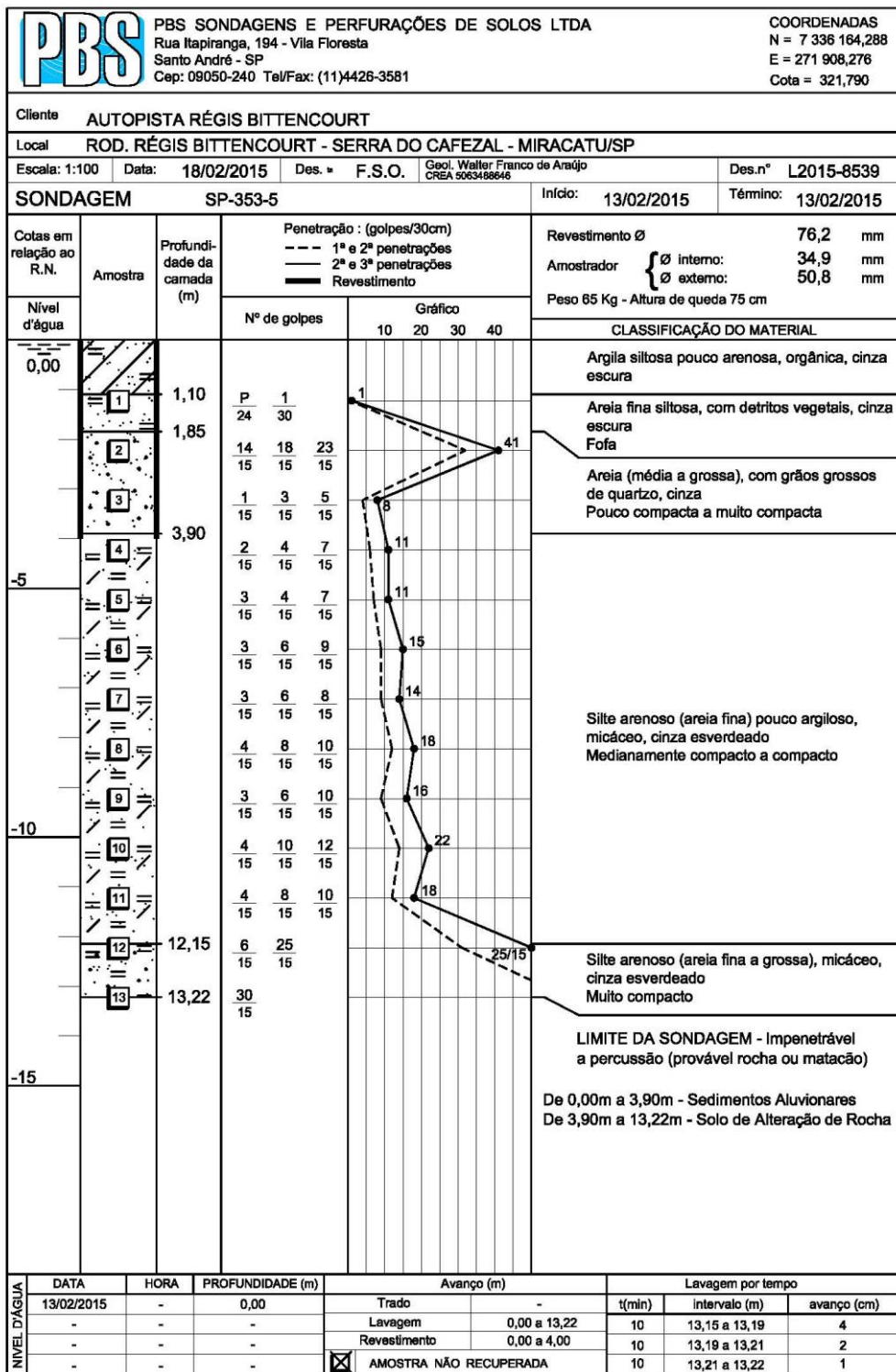
PBS		PBS SONDAGENS E PERFURAÇÕES DE SOLOS LTDA Rua Itapiranga, 194 - Vila Floresta Santo André - SP Cep: 09050-240 Tel/Fax: (11)4426-3581		COORDENADAS N = 7.336.154,807 E = 271.921,159 Cota = 323,277				
Cliente AUTOPISTA RÉGIS BITTENCOURT								
Local ROD. RÉGIS BITTENCOURT - SERRA DO CAFEZAL - MIRACATU/SP								
Escala: 1:100		Data: 18/02/2015	Des. = D.Y.N.	Geol. Walter Franco de Araújo CREA 50634/88648	Des.nº L2015-8538			
SONDAGEM SP-353-4			Início: 12/02/2015	Término: 12/02/2015				
Cotas em relação ao R.N.	Amostra	Profundidade da camada (m)	Penetração : (golpes/30cm) --- 1ª e 2ª penetrações --- 2ª e 3ª penetrações --- Revestimento		Revestimento Ø 76,2 mm Amostrador { Ø interno: 34,9 mm Ø externo: 50,8 mm Peso 65 Kg - Altura de queda 75 cm			
Nível d'água			Nº de golpes	Gráfico	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL			
				10 20 30 40				
-1,40	1	2,40	P 1 19 30	1	Areia fina siltsosa, pouco argilosa, com detritos vegetais, marrom e cinza Fofa a medianamente compacta			
	2	2,55	1 3 40 5	3/5				
-5					Argila arenosa (areia fina a média), com pedregulhos grandes, marrom e cinza Rija			
LIMITE DA SONDAGEM - Impenetrável a percussão (provável rocha ou matacão) De 0,00m a 2,55m - Aterro								
NÍVEL D'ÁGUA	DATA	HORA	PROFUNDIDADE (m)	Avanço (m)		Lavagem por tempo		
	12/02/2015	13:08	2,10	Trado	0,00 a 2,00	t(min)	Intervalo (m)	avanço (cm)
	12/02/2015	13:18	1,80	Lavagem	2,45 a 2,55	10	2,50 a 2,53	3
	12/02/2015	13:28	1,75	Revestimento	0,00 a 2,50	10	2,53 a 2,54	1
	13/02/2015	08:00	1,40	☒ AMOSTRA NÃO RECUPERADA		10	2,54 a 2,55	1

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 109/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	-------------------

PBS		PBS SONDAgens E PERFURAÇÕES DE SOLOS LTDA Rua Itapiranga, 194 - Vila Floresta Santo André - SP Cep: 09050-240 Tel/Fax: (11)4426-3581		COORDENADAS N = 7.336.155,031 E = 271.923,275 Cota = 322,853	
Cliente AUTOPISTA RÉGIS BITTENCOURT					
Local ROD. RÉGIS BITTENCOURT - SERRA DO CAFEZAL - MIRACATU/SP					
Escala: 1:100	Data: 18/02/2015	Des. = D.Y.N.	Geol. Walter Franco de Araújo CREA 5063486646	Des.nº L2015-8537	
SONDAGEM SP-353-4A			Início: 12/02/2015	Término: 12/02/2015	
Cotas em relação ao R.N.	Amostra	Profundidade da camada (m)	Penetração : (golpes/30cm) --- 1ª e 2ª penetrações --- 2ª e 3ª penetrações --- Revestimento	Revestimento Ø 76,2 mm	
Nível d'água			Nº de golpes	Gráfico	Amostrador { Ø interno: 34,9 mm Ø externo: 50,8 mm Peso 65 Kg - Altura de queda 75 cm
			10 20 30 40		
-1,75	1	0,80	P 45		CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL
		1,92			Areia (média a grossa) silteosa, com pedregulhos grandes, marrom e cinza
					Argila silteosa pouco arenosa, cinza Muito mole
-5					LIMITE DA SONDAGEM - Impenetrável a percussão (provável rocha ou matacão)
					De 0,00m a 0,80m - Aterro
					De 0,80m a 1,92m - Sedimentos Aluvionares
NÍVEL D'ÁGUA	DATA	HORA	PROFUNDIDADE (m)	Avanço (m)	Lavagem por tempo
	12/02/2015	-	1,90	Trado 0,00 a 1,92	t(min) Intervalo (m) avanço (cm)
	12/02/2015	-	1,83	Lavagem -	10 - -
	12/02/2015	-	1,80	Revestimento -	10 - -
	13/02/2015	-	1,75	☒ AMOSTRA NÃO RECUPERADA	10 - -

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 110/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	-------------------

PBS		PBS SONDAgens E PERFURAÇÕES DE SOLOS LTDA Rua Itapiranga, 194 - Vila Floresta Santo André - SP Cep: 09050-240 Tel/Fax: (11)4426-3581		COORDENADAS N = 7 336 151,584 E = 271 919,894 Cota = 322,927	
Cliente AUTOPISTA RÉGIS BITTENCOURT					
Local ROD. RÉGIS BITTENCOURT - SERRA DO CAFEZAL - MIRACATU/SP					
Escala: 1:100	Data: 18/02/2015	Des. = D.Y.N.	Geol. Walter Franco de Araújo CREA 5063488646	Des.nº L2015-8536	
SONDAGEM SP-353-4B			Início: 12/02/2015	Término: 12/02/2015	
Cotas em relação ao R.N.	Amostra	Profundidade da camada (m)	Penetração : (golpes/30cm) --- 1ª e 2ª penetrações --- 2ª e 3ª penetrações --- Revestimento	Revestimento Ø 76,2 mm	
Nível d'água			Nº de golpes	Gráfico	
				10 20 30 40	
-1,35	1	1,10	1 2	2/25	
		1,95	20 25		
-5					
CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL					
Silte argiloso pouco arenoso, com pedregulhos pequenos e detritos vegetais, marrom e cinza					
Areia fina silteosa, pouco argilosa, cinza					
Fofa					
LIMITE DA SONDAGEM - Impenetrável a percussão (provável rocha ou matacão)					
De 0,00m a 1,10m - Aterro					
De 1,10m a 1,95m - Sedimentos Aluvionares					
NÍVEL D'ÁGUA	DATA	HORA	PROFUNDIDADE (m)	Avanço (m)	Lavagem por tempo
	12/02/2015	-	1,64	Trado 0,00 a 1,95	t(min) intervalo (m) avanço (cm)
	12/02/2015	-	1,40	Lavagem -	10 - -
	12/02/2015	-	1,30	Revestimento -	10 - -
	13/02/2015	-	1,35	☒ AMOSTRA NÃO RECUPERADA	10 - -



Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 112/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	-------------------

PBS		PBS SONDAÇÕES E PERFURAÇÕES DE SOLOS LTDA Rua Itapiranga, 194 - Vila Floresta Santo André - SP Cep: 09050-240 Tel/Fax: (11)4426-3581		COORDENADAS N = 7.336.125,225 E = 271.850,774 Cota = 329,334	
Cliente AUTOPISTA RÉGIS BITTENCOURT					
Local ROD. RÉGIS BITTENCOURT - SERRA DO CAFEZAL - MIRACATU/SP					
Escala: 1:100	Data: 13/02/2015	Des. = F.S.O.	Geol. Walter Franco de Araújo CREA 5063488646	Des.nº L2015-8490	
SONDAGEM SP-353-6			Início: 09/02/2015	Término: 10/02/2015	
Cotas em relação ao R.N.	Amostra	Profundidade da camada (m)	Penetração : (golpes/30cm) --- 1ª e 2ª penetrações --- 2ª e 3ª penetrações --- Revestimento	Revestimento Ø 76,2 mm	
Nível d'água			Nº de golpes	Gráfico	Amostrador { Ø interno: 34,9 mm Ø externo: 50,8 mm Peso 65 Kg - Altura de queda 75 cm
				10 20 30 40	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL
-1,25	1	1,00	1 1 1 17 15 15	2	Silte argiloso, variegado roxo
	2		1 1 2 20 10 15	3/25	Silte argiloso, com areia (fina a média) e pedregulhos pequenos, variegado marrom com manchas roxas Muito mole a médio
	3		1 1 2 17 13 15	3/28	
	4		1 1 3 25 5 15	4/20	
-5	5	5,50	2 2 4 15 15 15	6	Silte argiloso, micáceo, pouco arenoso, variegado amarelo
	6	5,85	1 3 3 15 17 13	6	Areia (fina a média) siltosa, com fragmentos de rocha, variegada cinza Pouco compacta
	7	8,05	2 3 5 15 15 15	8	
LIMITE DA SONDAGEM - Impenetrável a percussão (provável rocha ou matacão) De 0,00m a 5,50m - Aterro De 5,50m a 5,85m - Solo Residual De 5,85m a 8,05m - Solo de Alteração de Rocha					
NÍVEL D'ÁGUA	DATA	HORA	PROFUNDIDADE (m)	Avanço (m)	
	09/02/2015	16:26	3,56	Trado	0,00 a 4,00
	09/02/2015	16:36	3,46	Lavagem	4,45 a 8,05
	09/02/2015	16:46	3,43	Revestimento	0,00 a 6,00
	11/02/2015	11:40	1,25	☒ AMOSTRA NÃO RECUPERADA	
			Lavagem por tempo		
			t(min)	Intervalo (m)	avanço (cm)
			10	7,96 a 8,00	4
			10	8,00 a 8,03	3
			10	8,03 a 8,05	2



PBS SONDAGENS E PERFURAÇÕES DE SOLOS LTDA
 Rua Itapiranga, 194 - Vila Floresta
 Santo André - SP
 Cep: 09050-240 Tel/Fax: (11)4426-3581

COORDENADAS
 N = 7.336.093,931
 E = 271.761,932
 Cota = 327,007

Cliente AUTOPISTA RÉGIS BITTENCOURT

Local ROD. RÉGIS BITTENCOURT - SERRA DO CAFEZAL - MIRACATU/SP

Escala: 1:100

Data: 11/02/2015

Des. = F.S.O.

Geol. Walter Franco de Araújo
CREA 50634/88646

Des.n° L2015-8433

SONDAGEM SP-353-7

Início: 06/02/2015

Término: 06/02/2015

Cotas em relação ao R.N.	Amostra	Profundidade da camada (m)	Penetração : (golpes/30cm)	Gráfico	Revestimento Ø
			--- 1ª e 2ª penetrações --- 2ª e 3ª penetrações ——— Revestimento	10 20 30 40	
					76,2 mm Amostrador { Ø interno: 34,9 mm { Ø externo: 50,8 mm Peso 65 Kg - Altura de queda 75 cm
CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL					
		0,70	1 1 31 18	1/18	Argila arenosa (areia fina a média), com pedregulhos pequenos, variegada marrom
			1 2 25 26	2/26	
			1 1 1 18 16 14	2	Argila siltosa pouco arenosa, marrom Muito mole a mole
			1 1 1 23 17 12	2/29	
			1 1 1 20 17 10	2/27	
		5,85	1 1 2 17 13 15	3/28	Argila siltosa pouco arenosa, cinza escura Mole
		6,60	1 2 3 16 14 15	5/29	
			1 2 3 15 15 15	5	Argila siltosa pouco arenosa, marrom clara Média
			2 3 4 15 15 15	7	
		9,75	1 1 4 22 8 15	5/23	Silte argiloso pouco arenoso, cinza Médio
		10,30	2 5 6 15 15 15	11	Areia fina, micácea, pouco siltosa, variegada marrom
		10,80	3 6 9 15 15 15	15	
			3 5 7 15 15 15	12	Silte arenoso (areia fina), micáceo, cinza escuro
			3 7 8 15 15 15	15	Fofa a medianamente compacto
		15,59	1 1 2 19 11 15	3/26	
LIMITE DA SONDAGEM - Impenetrável a percussão (provável rocha ou matacão) De 0,00m a 6,60m - Aterro De 6,60m a 10,30m - Solo Residual De 10,30m a 15,59m - Solo de Alteração de Rocha					

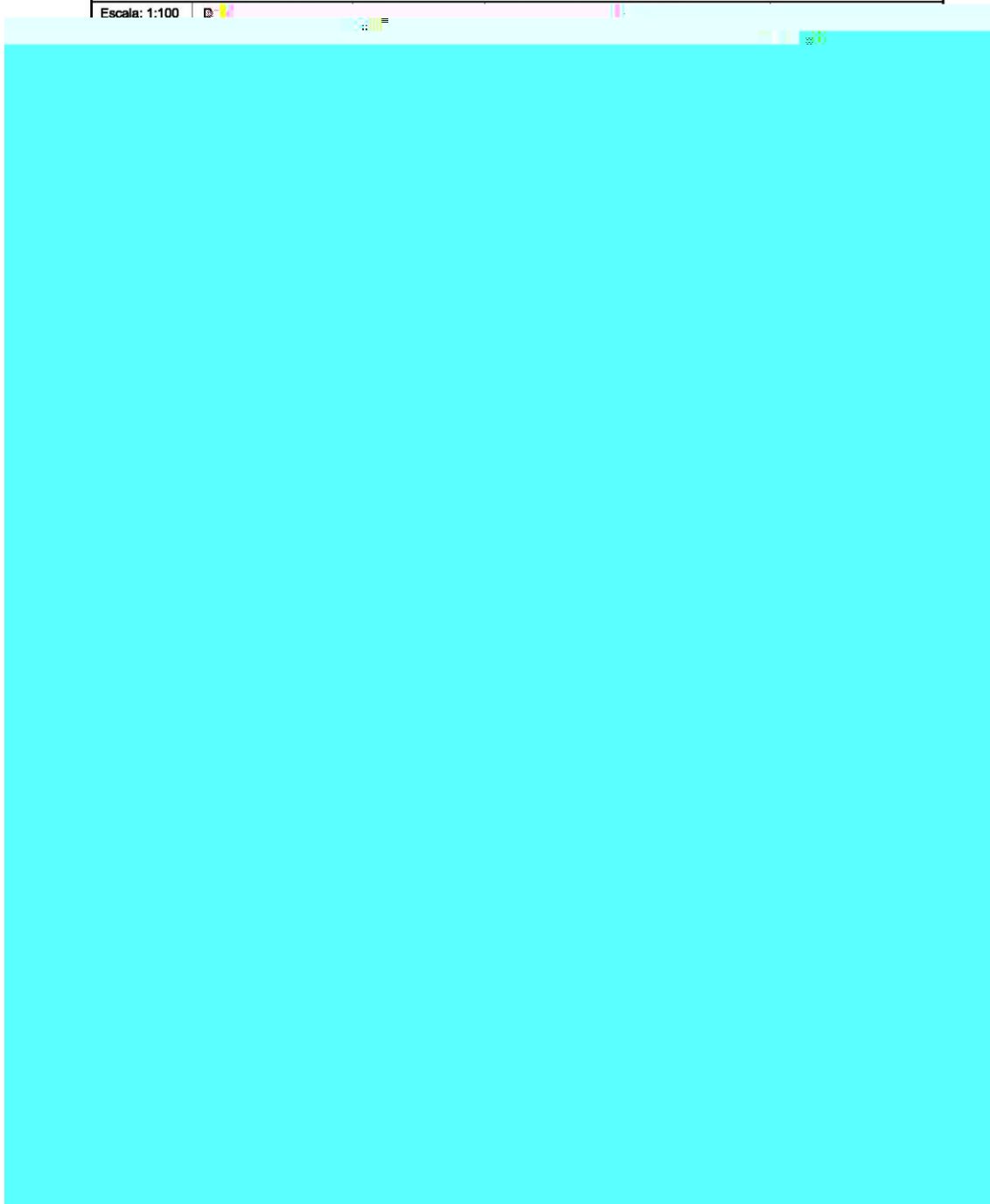
NIVEL D'ÁGUA	DATA	HORA	PROFUNDIDADE (m)	Avanço (m)	Lavagem por tempo		
					t(min)	Intervalo (m)	avanço (cm)
	06/02/2015	11:30	10,35	Trado	0,00 a 10,00		
	06/02/2015	11:40	10,30	Lavagem	10,46 a 15,59	10	15,50 a 15,54 4
	06/02/2015	11:50	10,28	Revestimento	0,00 a 10,50	10	15,54 a 15,57 3
	07/02/2015	08:35	10,05	AMOSTRA NÃO RECUPERADA		10	15,57 a 15,59 2

Código: RT-06-116/SP-353-0-G23-501	Revisão: A	Emissão: 20/01/2016	Folha: 114/115
---------------------------------------	---------------	------------------------	-------------------

PBS		PBS SONDA GENS E PERFURAÇÕES DE SOLOS LTDA Rua Itapiranga, 194 - Vila Floresta Santo André - SP Cep: 09050-240 Tel/Fax: (11)4426-3581		COORDENADAS N = 7.336.099,955 E = 271.745,679 Cota = 326,808	
Cliente AUTOPISTA RÉGIS BITTENCOURT					
Local ROD. RÉGIS BITTENCOURT - SERRA DO CAFEZAL - MIRACATU/SP					
Escala: 1:100	Data: 11/02/2015	Des. = F.S.O.	Geol. Walter Franco de Araújo CREA 5063488646	Des.nº L2015-8432	
SONDAGEM SP-353-8			Início: 06/02/2015	Término: 07/02/2015	
Cotas em relação ao R.N.	Amostra	Profundidade da camada (m)	Penetração : (golpes/30cm) --- 1ª e 2ª penetrações — 2ª e 3ª penetrações — Revestimento	Revestimento Ø 76,2 mm	
Nível d'água			Nº de golpes	Gráfico	Amostrador { Ø interno: 34,9 mm Ø externo: 50,8 mm Peso 65 Kg - Altura de queda 75 cm
				10 20 30 40	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL
	1		1 1 2 18 12 15	3/27	Silte arenoso (areia fina a média) pouco argiloso, com detritos vegetais, variegado marrom Fofa a pouco compacto
	2		3 3 4 17 13 15	7/28	
	3		2 3 5 15 15 15	8	

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
RT-06-116/SP-353-0-G23-501	A	20/01/2016	115/115

	PBS SONDAGENS E PERFURAÇÕES DE SOLOS LTDA	COORDENADAS
	Rua Itapiranga, 194 - Vila Floresta	N = 7.336.087,514
	Santo André - SP	E = 271.718,861
	Cep: 09050-240 Tel/Fax: (11)4426-3581	Cota = 325,490
Cliente	AUTOPISTA RÉGIS BITTENCOURT	
Local	ROD. RÉGIS BITTENCOURT - SERRA DO CAFEZAL - MIRACATU/SP	
Escala: 1:100		



 ANTT AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES		Autopista Régis Bittencourt 		Código RT-06-116/SP-353-0-G23-502	Rev A
Emissão 20/01/2016		Folha 01 de 46			
Lote: 04	Rodovia: BR-116/SP			Firma Projetista: Nouh Engenharia Ltda.	
Trecho: SÃO PAULO - CURITIBA				Concessionária: Autopista Régis Bittencourt	
Objeto: Projeto Executivo de Contenção - km 353+000-PS Vol.2: Desenhos de Projeto				ANTT:	
Documentos de Referência:					
Documentos Resultantes:					
Observação:					
00	20/01/2016	Nouh Engenharia Ltda	AUTOPISTA RÉGIS BITTENCOURT		
Rev	Data	Firma Projetista	Concessionária	ANTT	

Firma Projetista: Nouh Engenharia Ltda.	
Nº Interno: NOU-RT-06-116/SP-353-0-G23-502	Rev: 00

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	3
2. MAPA DE SITUAÇÃO	7
3. LEVANTAMENTO TOPÓGRÁFICO	9
4. PROJETO DE CONTENÇÃO	11

Código: RT-02-116/SP-353-0-G23-502	Revisão: A	Emissão: 20/01/16	Folha: 3 / 46
---------------------------------------	---------------	----------------------	------------------

1. APRESENTAÇÃO

1. APRESENTAÇÃO

Este documento tem por objetivo apresentar projeto de contenção para possibilitar a implantação da área de escape que faz parte da duplicação da Pista Sul da Rodovia Régis Bittencourt (BR-116), no trecho do km 353+000, no Município de Juitiba, Estado de São Paulo.

A apresentação deste projeto está dividida da seguinte forma:

Volume 1 - Relatório do projeto

Volume 2 - Desenhos do projeto

Volume 3 - Esquema construtivo

O presente Volume 2 é constituído pelos desenhos dos projetos elaborados, cuja relação é listada abaixo:

DE-06-116-SP-353-0-G23-501 - IMPLANTAÇÃO 1 de 5
DE-06-116-SP-353-0-G23-502 - IMPLANTAÇÃO 2 de 5
DE-06-116-SP-353-0-G23-503 - IMPLANTAÇÃO 3 de 5
DE-06-116-SP-353-0-G23-504 - IMPLANTAÇÃO 4 de 5
DE-06-116-SP-353-0-G23-505 - IMPLANTAÇÃO 5 de 5
DE-06-116-SP-353-0-G23-506 - VISTA FRONTAL 1 de 6
DE-06-116-SP-353-0-G23-507 - VISTA FRONTAL 2 de 6
DE-06-116-SP-353-0-G23-508 - VISTA FRONTAL 3 de 6
DE-06-116-SP-353-0-G23-509 - VISTA FRONTAL 4 de 6
DE-06-116-SP-3535-0-G23-510 - VISTA FRONTAL 5 de 6
DE-06-116-SP-353-0-G23-511 - VISTA FRONTAL 6 de 6
DE-06-116-SP-353-0-G23-512 - SEÇÕES 1 de 15
DE-06-116-SP-353-0-G23-513 - SEÇÕES 2 de 15
DE-06-116-SP-353-0-G23-514 - SEÇÕES 3 de 15
DE-06-116-SP-353-0-G23-515 - SEÇÕES 4 de 15
DE-06-116-SP-353-0-G23-516 - SEÇÕES 5 de 15
DE-06-116-SP-353-0-G23-517 - SEÇÕES 6 de 15
DE-06-116-SP-353-0-G23-518 - SEÇÕES 7 de 15

DE-06-116-SP-353-0-G23-519 - SEÇÕES 8 de 15
DE-06-116-SP-353-0-G23-520 - SEÇÕES 9 de 15
DE-06-116-SP-353-0-G23-521 - SEÇÕES 10 de 15
DE-06-116-SP-353-0-G23-522 - SEÇÕES 11 de 15
DE-06-116-SP-353-0-G23-523 - SEÇÕES 12 de 15
DE-06-116-SP-353-0-G23-524 - SEÇÕES 13 de 15
DE-06-116-SP-353-0-G23-525 - SEÇÕES 14 de 15
DE-06-116-SP-353-0-G23-526 - SEÇÕES 15 de 15
DE-06-116-SP-353-0-G23-527 - DETALHE - CORTINA ATIRANTADA
DE-06-116-SP-353-0-G23-528 - DETALHE - DRENAGEM
DE-06-116-SP-353-0-G23-529 - SEÇÃO TÍPICA - MURO EM "L" E DETALHES
DE-06-116-SP-353-0-G23-530 - FORMA E ARMAÇÃO - MURO EM L - H=2,0 m
DE-06-116-SP-353-0-G23-531 - FORMA E ARMAÇÃO - MURO EM L - H=1,5 m
DE-06-116-SP-353-0-G23-532 - FORMA E ARMAÇÃO - MURO EM L - H=3,0 e 4,5 m
DE-06-116-SP-353-0-G23-533 - FORMA E ARMAÇÃO - CORTINA ATIRANTADA
DE-06-116-SP-353-0-G23-534 - SEQUÊNCIA EXECUTIVA - CORTINA ATIRANTADA
DE-06-116-SP-353-0-G23-535 - PERFIL GEOLÓGICO

O trecho em questão encontra-se no Município de Juquitiba, São Paulo e está apresentado na imagem de satélite a seguir.

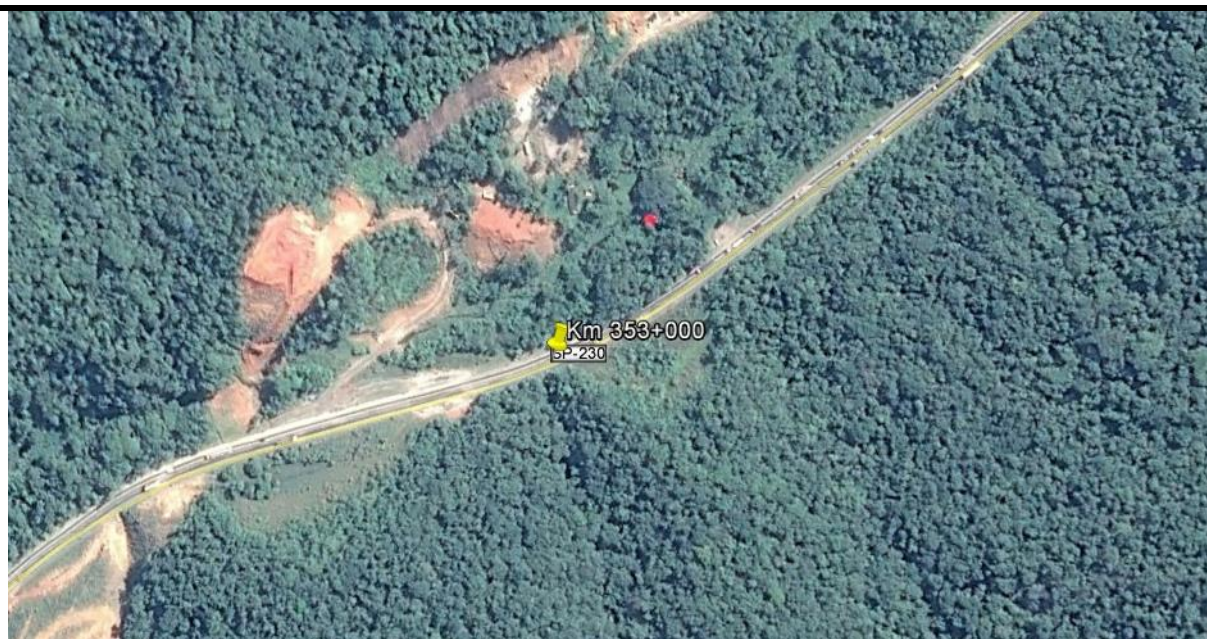


Figura 1 - Imagem de satélite (Google Earth) do trecho da área de escape.

2. MAPA DE SITUAÇÃO

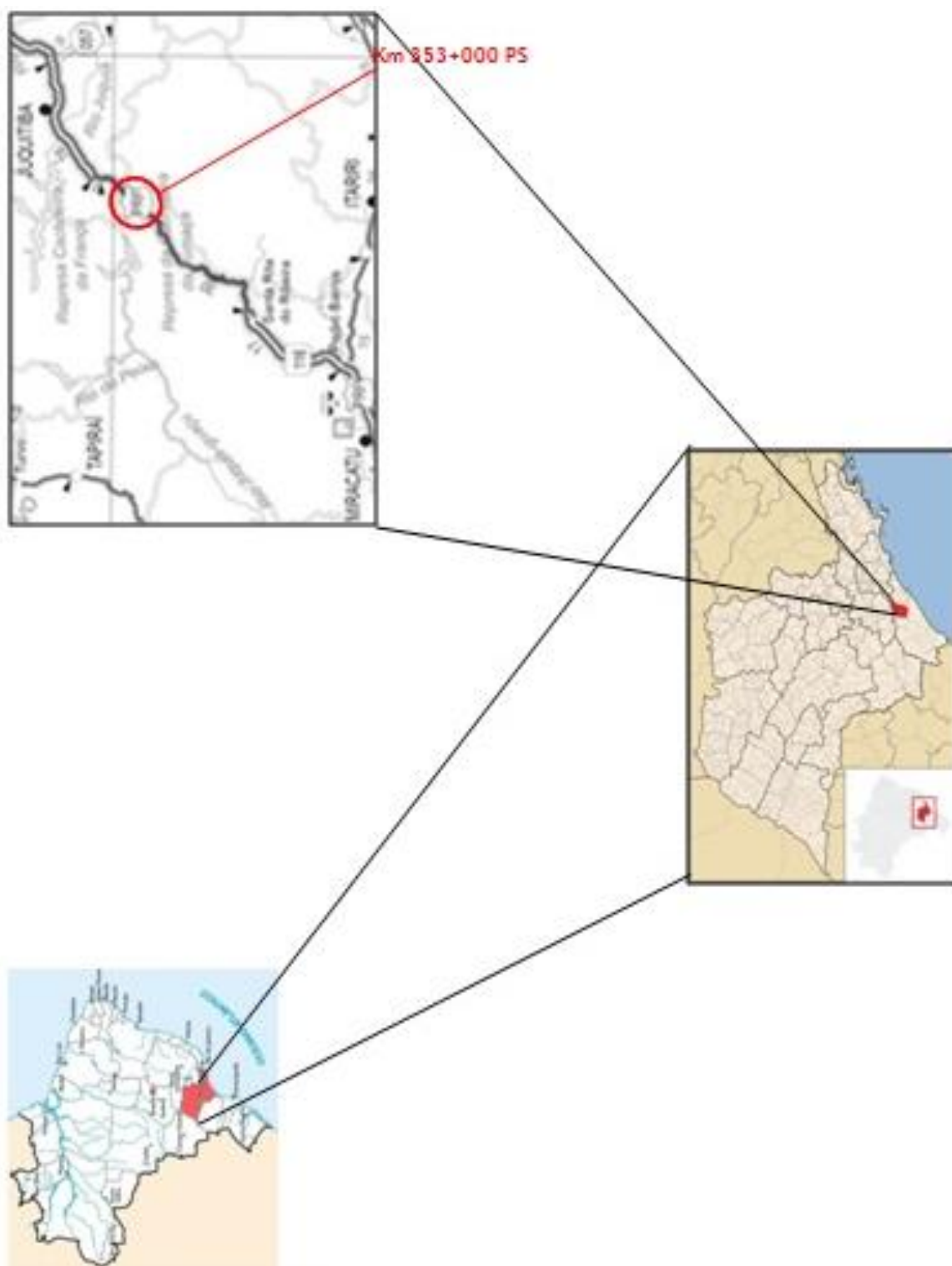


Figura 2 - Mapas de situação.

3. LEVANTAMENTO TOPÓGRÁFICO

Código: RT-02-116/SP-353-0-G23-502	Revisão: A	Emissão: 20/01/16	Folha: 10 / 46
---------------------------------------	---------------	----------------------	-------------------

4. PROJETO DE CONTENÇÃO

 ANTT AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES		Autopista Régis Bittencourt 		Código RT-05-116/SP-353-0-G23-503	Rev A
		Emissão 20/01/2016	Folha 01 de 27		
Lote: 04	Rodovia: BR-116/SP		Firma Projetista: Nauh Engenharia Ltda.		
Trecho: SÃO PAULO - CURITIBA			Concessionária: Autopista Régis Bittencourt		
Objeto: Projeto Executivo de Contenção - km 353+000 Vol.3: Esquema Construtivo			ANTT:		
Documentos de Referência:					
Documentos Resultantes:					
Observação:					
00	20/01/2016	Nauh Engenharia Ltda	AUTOPISTA RÉGIS BITTENCOURT		
Rev	Data	Firma Projetista	Concessionária	ANTT	
Firma Projetista: Nauh Engenharia Ltda.					
Nº Interno: NOU-RT-06-116/SP-353-0-G23-503				Rev: 0	

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	4
3. PLANO DE EXECUÇÃO DA OBRA	7
4. ESQUEMA OPERACIONAL	13
5. CANTEIRO DE OBRAS	15
6. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	18
7. PLANO BÁSICO AMBIENTAL	20
8. LICENÇA AMBIENTAL.....	24
9. ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA	26

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
RT-02-116/SP-353-0-G23-503	A	20/01/16	3 / 27

1. APRESENTAÇÃO

1. APRESENTAÇÃO

Este documento tem por objetivo apresentar projeto de contenção para possibilitar a implantação da área de escape que faz parte da duplicação da Pista Sul da Rodovia Régis Bittencourt (BR-116), no trecho do km 353+000, no Município de Juquitiba, Estado de São Paulo.

A apresentação deste projeto está dividida da seguinte forma:

Volume 1 - Relatório do projeto

Volume 2 - Desenhos dos projetos

Volume 3 - Esquema construtivo

O presente Volume 3 apresenta o esquema construtivo do projeto.

O trecho em questão encontra-se no Município de Juquitiba, São Paulo e está apresentado na imagem de satélite a seguir.



Figura 1 - Imagem de satélite (Google Earth) do trecho da área de escape.

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
RT-02-116/SP-353-0-G23-503	A	20/01/16	5 / 27

2. MAPAS DE SITUAÇÃO

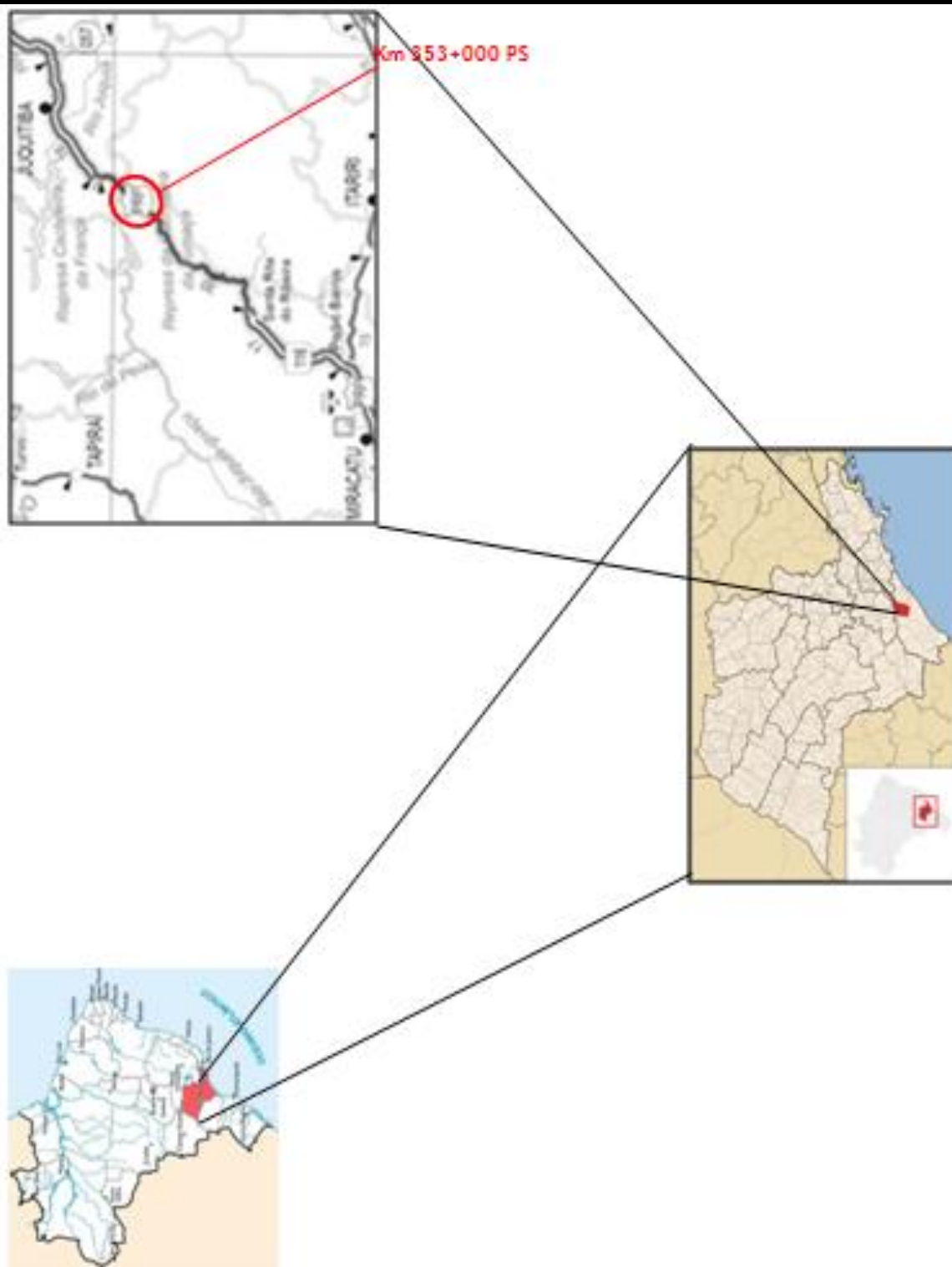


Figura 2 - Mapa de situação.

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
RT-02-116/SP-353-0-G23-503	A	20/01/16	7 / 27

3. PLANO DE EXECUÇÃO DA OBRA

3. PLANO DE EXECUÇÃO DA OBRA

O plano de execução de obra é composto pelos seguintes serviços:

- Instalação, mobilização e desmobilização do canteiro de obras;
- Sinalização provisória;
- Serviços preliminares;
- Execução da cortina atirantada e do muro de concreto armado à flexão em “L”, ambos apoiada em estacas tipo raiz;
- Execução dos drenos horizontais rasos (barbacãs) e da drenagem superficial.

3.1 - Sinalização provisória da obra

É indispensável à adoção de sinalização de tráfego provisória devido à presença de movimentação de equipamentos, caminhões de transporte e pessoal de obra, seguindo as recomendações constantes na publicação IPR-738 do DNIT “Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias”.

3.2 - Serviços Preliminares

Este serviço compreende as operações de desmatamento, destocamento e limpeza, de toda a sorte de materiais existentes, tais como: solo vegetal (topsoil), troncos, raízes, vegetação, mato, entulhos, etc., objetivando a remoção, na totalidade da área destinada a implantação do terrapleno, das obstruções naturais, ainda existentes. O material decorrente deste serviço deverá ser transportado para o depósito de material excedente previamente definido, não podendo, em hipótese alguma, ser utilizado para a execução do aterro.

3.3 - Execução da cortina atirantada e do muro de concreto armado à flexão em “L”, ambos apoiados em estacas tipo raiz.

Cortina Atirantada é uma técnica de contenção que consiste na execução de uma “cortina” de contenção de concreto armado, concomitantemente com a perfuração, aplicação, injeção

e protensão dos tirantes. Sua aplicação é recomendada para cortes ou aterros em terrenos com grande carga a ser contida ou solo que apresenta pouca resistência á sua estabilidade.

Execução da estaca tipo raiz

Antes do início da atividade de perfuração propriamente dita da estaca, deverão ser verificados a locação das estacas e alinhamento das máquinas. Após estes cuidados preliminares é que será iniciada a perfuração. Após atingir o comprimento de estaca previsto em projeto, a perfuração é concluída. A perfuração é limpa através de lavagem, a armação é transportada para o local de instalação, a armação é colocada na perfuração, e logo em seguida inicia-se o processo de injeção da estaca com a remoção dos tubos de perfuração, em intervalos regulares, se instala a cabeça de pressão sendo dado golpe de ar na estaca, é concluída a injeção após toda água remanescente da perfuração ser totalmente retirada do furo.

Perfuração e instalação do tirante

Antes do início da atividade de perfuração propriamente dita, deverão ser verificados a locação dos tirantes, a exata direção, ângulo de perfuração e alinhamento das máquinas. Após estes cuidados preliminares é que será iniciada a perfuração.

Os tirantes serão transportados para o local de instalação simultaneamente à conclusão da perfuração.

Concluída a perfuração, o furo será limpo através de lavagem, passando-se à fase seguinte.

Instalação do Tirante - Injeção de Cimento - Protensão

O tirante será instalado no furo ao mesmo tempo em que se executará a bainha, que é o preenchimento com a calda de cimento do espaço anelar existente entre as paredes do furo e o tirante.

Após o início de cura da bainha passar-se-á a injeção de calda de cimento sob alta pressão para a conformação do bulbo. Essas injeções serão feitas com pressão e volume controlados podendo ser repetidas em várias fases até que se tenha um bulbo de ancoragem satisfatório e compatível com a carga do tirante.

Concluída a fase de injeção de cimento e após a cura do bulbo de ancoragem, serão feitos ensaios previstos em Normas e posteriormente, a protensão e ancoragem do Tirante.

Execução da cortina atirantada

O processo de execução segue o sentido crescente, após execução da perfuração, instalação e injeção dos tirantes, execução da cortina propriamente dita em concreto armado, execução do reaterro compactado e protensão dos tirantes da primeira linha. Repetindo-se todo o processo para a segunda linha. Nesta etapa temos a instalação do dreno de paramento da cortina

O muro de concreto armado à flexão em “L” sobre estacas tipo raiz é uma técnica de contenção que consiste na execução de um muro de concreto armado com base e paramento vertical formando um “L”, neste caso a base estará apoiada em estacas tipo raiz. Sua aplicação é recomendada para cortes ou aterros, para terrenos com altura limitada em terrenos com razoável carga a ser contida, necessita de substrato competente para o seu apoio.

Execução da estaca tipo raiz

Antes do início da atividade de perfuração propriamente dita da estaca, deverão ser verificados a locação das estacas e o alinhamento das máquinas. Após estes cuidados preliminares é que será iniciada a perfuração. Após atingir o comprimento de estaca previsto em projeto, a perfuração é concluída. A perfuração é limpa através de lavagem, a armação é transportada para o local de instalação e colocada na perfuração, sendo logo em seguida iniciado o processo de injeção da estaca com a remoção dos tubos de perfuração, em intervalos regulares, se instala a cabeça de pressão sendo dado golpe de ar na estaca, é concluída a injeção após toda água remanescente da perfuração ser totalmente retirada do furo.

Execução do muro de concreto armado em “L”

Após a execução das estacas tipo raiz, segue-se o processo de execução do muro de concreto armado, com a execução da base, em seguida do seu paramento e finalizando com a execução do aterro compactado. Nesta etapa temos a instalação do dreno de paramento do muro.

3.4 - Execução da drenagem superficial

Este serviço compreende as operações de execução das canaletas de crista, pé, caixas de ligação e passagem e dissipadores de energia hidráulica no pé da cortina atirantada e do muro de concreto armado à flexão em “L”.

3.5 – Cronograma físico

Apresenta-se a seguir o cronograma físico correspondente a cada etapa de obra, a ser re/ratificado por ocasião do planejamento da obra pelo executante.

A duração estimada para cada atividade é apresentada no cronograma físico a seguir.

Quadro 1: Cronograma físico dos serviços

		Autopista Régis Bittencourt		AUTOPISTA RÉGIS BITTENCOURT - GRUPO ARTERIS			
				PROJETO EXECUTIVO DE CONTENÇÃO			
CRONOGRAMA FÍSICO							
RODOVIA: BR-116/SP							
TRECHO: SÃO PAULO - CURITIBA							
LOCAL: km 353+000							
REFERÊNCIA PROJETO EXECUTIVO DE CONTENÇÃO DA ÁREA DE ESCAPE							
ITEM	DESCRIÇÃO	PERÍODO (MÊS)				TOTAL	
		MÊS 1	MÊS 2	MÊS 3	MÊS 4	%	%
1	SERVIÇOS PRELIMINARES	%		%			100
		100					
2	CORTINA ATIRANTADA	30	30	20	20		100
3	MURO À FLEXÃO EM "L"	20	40	25	15		100
4	DRENAGEM SUPERFICIAL		20	35	45		100

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
RT-02-116/SP-353-0-G23-503	A	20/01/16	13 / 27

4. ESQUEMA OPERACIONAL

4.ESQUEMA OPERACIONAL

A obra projetada encontra-se à margem da rodovia, não atingindo a pista de rolamento, não sendo, portanto, necessário o emprego de desvio no tráfego. Entretanto, é indispensável a adoção de sinalização de tráfego provisória devido à presença de movimentação de equipamentos, caminhões de transporte e pessoal de obra, seguindo as recomendações constantes na publicação IPR-738 do DNIT “Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias”.

A seguir, é apresentada a lista de equipamentos mínimos necessários à obra.

- Escavadeira hidráulica
- Trator de esteiras
- Caminhão Pipa
- Caminhão carroceria
- Betoneira
- Perfuratriz
- Central de injeção
- Laboratório de solos e concreto

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
RT-02-116/SP-353-0-G23-503	A	20/01/16	15 / 27

5. CANTEIRO DE OBRAS

5. CANTEIRO DE OBRAS

Para a implantação da obra projetada, o canteiro de obras a ser instalado será simples e porte pequeno.

As funções que o canteiro de obras deve desempenhar são:

- Planejamento, coordenação, execução e controle técnico e administrativo da obra (escritório);
- Abrigo de pessoal (sanitários, alimentação);
- Abrigo de veículos, máquinas e equipamentos (oficina de manutenção, pátios e galpões de estacionamento);
- Armazenamento de materiais de construção.

A forma de organização física destas funções é muito variável, na medida do andamento da obra e de conclusão de etapas.

Por se tratar de uma obra de pequeno porte, o canteiro de obras pode ser constituído de contêineres, margeando a pista auxiliar.

O escritório é uma construção cujo acabamento depende de diversos fatores, como o prazo contratual e as características da obra, incluindo geralmente dependências para os seguintes elementos da administração da obra: engenheiros, estagiários, técnicos, mestre de obra, encarregado de escritório e segurança do trabalho.

O almoxarifado deve ser construído nas proximidades do escritório e mantido limpo e arrumado. Deve também possuir fácil acesso externo e permitir uma fácil distribuição dos materiais pelo canteiro.

O depósito é um local destinado à estocagem de materiais volumosos ou de uso corrente, podendo ser a céu aberto, cercados ou cobertos, abrigados das intempéries.

O refeitório deve ter capacidade para garantir o atendimento de todos os trabalhadores no horário das refeições e com assentos em número suficiente, dispondo de lavatório instalado no seu interior ou nas proximidades.

O canteiro deve possuir vestiário para troca de roupa dos trabalhadores que não residam no local. Os vestiários devem ter armários individuais, dotados de fechadura ou dispositivo com cadeado, e bancos com largura mínima de 30 cm.

As instalações sanitárias devem ter portas de acesso que impeçam o seu devassamento e ser construídas de modo a manter resguardo conveniente. Devem estar situadas em locais de fácil e seguro acesso e constituídas de um conjunto composto de lavatório, vaso sanitário e mictório, para cada grupo de 20 (vinte) trabalhadores ou fração, e de um chuveiro para cada grupo de 10 (dez) trabalhadores ou fração.

A obra deve dispor de materiais para prestação de primeiros socorros, mantido aos cuidados de pessoa treinada para esse fim. A implantação de um ambulatório ficará a cargo do empreiteiro. O ideal é que a empresa mantenha seguro de acidentes de trabalho ao longo do período contratual.

O local sugerido para a instalação do canteiro se encontra em um pequeno platô às margens da rodovia e a pista de terra, conforme indicado na Figura 3 (foto área) a seguir. O local deve ser objeto de discussão entre a fiscalização da Autopista Régis Bittencourt e a empresa empreiteira



Figura 3 - Provável local de canteiro de obras (em vermelho)

Código: RT-02-116/SP-353-0-G23-503	Revisão: A	Emissão: 20/01/16	Folha: 18 / 27
---------------------------------------	---------------	----------------------	-------------------

6. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

6. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

As especificações técnicas relacionadas abaixo visam complementar os projetos elaborados, a fim de proporcionar a correta execução dos mesmos, garantindo sua eficiência e qualidade.

Deve-se dar preferência às especificações constantes nos projetos. Quando não especificada em projeto, deve-se buscar pela especificação no item correspondente do relatório de projetos. Caso não esteja relacionada neste item, deve-se recorrer às Normas da ABNT.

Das especificações técnicas do DNIT e DNER, de interesse à obra em questão encontram-se:

- DNIT 074/2006-ES "Tratamento ambiental de taludes e encostas por intermédio de dispositivos de controle de processos erosivos";
- DNIT 101/2009-ES "Obras complementares - Segurança no tráfego rodoviário - Sinalização vertical - Especificação de serviço";
- DNIT 102/2009-ES – "Proteção do Corpo Estradal - proteção vegetal";
- DNIT 104/2009-ES "Terraplenagem - Serviços preliminares - Especificação de Serviço";

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
RT-02-116/SP-353-0-G23-503	A	20/01/16	20 / 27

7. PLANO BÁSICO AMBIENTAL

7. PLANO BÁSICO AMBIENTAL

A obra em questão é caracterizada pela incorporação de cortina atirantada e muro de concreto armado à flexão em “L” na BR116, no km 353+000, para implantação da área de escape.

Por se tratar de uma obra de contenção de maciço que serve à rodovia, o Plano Básico Ambiental será constituído de medidas que se destinem à melhor adequação de todas as etapas da obra (implantação e manutenção) com o ambiente existente, buscando atender às exigências mínimas de preservação ambiental, tendo como base as diretrizes do Manual para atividades Ambientais Rodoviárias do DNIT e da Norma DNIT 070/2006-PRO.

Deverão ser respeitadas as recomendações das seguintes Normas e Instruções de Serviço do DNIT:

- Norma DNIT 070/2006-PRO: Condicionantes ambientais em áreas de uso de obras - Procedimento;
- Norma DNIT 078/2006-PRO: Condicionantes ambientais pertinentes à segurança rodoviária na fase de obras – Procedimento;
- DNIT IPR-713: Instrução de Proteção Ambiental para Controle de Processos Erosivos na Faixa de Domínio e Lindeiras nas Rodovias Federais

Ações ambientais

Nos quadros seguintes são apresentados as ações de cunho ambiental a serem implementadas antes, durante e após o empreendimento, indicando-se a competência de cada uma delas.

Quadro 1: Ações ambientais durante a fase de serviços preliminares.

Serviços Preliminares		
Item	Descrição	Competência
1	Obter autorizações para desmatamento junto ao IBAMA ou órgão correspondente.	Empreiteira e contratante
2	Evitar o desmatamento e limpeza dos terrenos fora dos limites estritamente necessários à implantação das obras na faixa estradal.	Empreiteira e contratante
3	Preservar as árvores de grande porte ou de interesse paisagístico e biológico.	Empreiteira e contratante
4	O material do desmatamento e da limpeza do terreno não pode ser lançado dentro de talvegues e de corpos d'água.	Empreiteira e contratante
5	No desmatamento e limpeza de terrenos próximos a corpos d'água deverão ser implantados dispositivos de drenagem que impeçam o carreamento de sedimentos.	Empreiteira e contratante
6	Não devem ser utilizados explosivos, agentes químicos, processos mecânicos não controlados ou queimadas para a realização de desmatamento e limpeza de terrenos. Casos específicos devem ser tratados junto com a fiscalização.	Empreiteira e contratante
7	Utilizar os solos orgânicos para recobrimento de áreas estéreis exploradas e/ou áreas adjacentes, caso possam receber a aplicação de tais tipos de material.	Empreiteira e contratante
8	Os materiais orgânicos provenientes da limpeza do terreno e desmatamentos deverão ser estocado/ enleirados em áreas pré-definidas, para posterior utilização durante as atividades de reabilitação ambiental dos locais de empréstimo, bota-foras e demais áreas.	Empreiteira e contratante

Quadro 2: Ações ambientais na fase de serviços de terraplenagem.

Terraplenagem		
Item	Descrição	Competência
1	Dispor preferencialmente o material de bota-fora como alargamento dos aterros do corpo estradal ou como bermas, ou em áreas já degradadas.	Empreiteira e Contratante
2	Não depositar nenhum material de bota-fora em terreno de propriedade privada, sem autorização do proprietário e somente após fiscalização da obra.	Empreiteira e Contratante
3	Não depositar nenhum material de bota-fora em mananciais, talvegues e áreas de preservação ecológica.	Empreiteira e Contratante
4	Executar compactação em todo o volume de bota-fora e procurar reconformar a superfície da área de deposição, providenciando a cobertura vegetal à paisagem local.	Empreiteira
5	Cobrir a superfície dos taludes de corte em 1ª ou 2ª categoria com vegetação ou outro método de proteção, controlando a pega e avaliando a necessidade de repasse. O revestimento deve ser complementado por biomantas quando da ocorrência de declividades muito acentuadas ou de solos de alto potencial erosivo.	Empreiteira
6	Verificar a adequação dos dispositivos de drenagem quanto à proteção de erosões ou ocorrências de instabilidades nos taludes de cortes e aterros.	Empreiteira e Contratante
7	Harmonizar os taludes com a topografia.	Empreiteira
8	Remover as camadas de lama no trajeto dos equipamentos, quando ocorrer.	Empreiteira
9	Aspergir água nos trechos poeirentos, quando da ocorrência de nuvens de poeira com perigo de acidentes.	Empreiteira
10	Cobrir as caçambas com lona ou tela durante o trajeto dos caminhões e remover eventual material que venha a tombar sobre a pista.	Empreiteira
11	Novas frentes de trabalho só deveram ser abertas após a implantação dos elementos de drenagem e cobertura vegetal de proteção na terraplenagem do corpo estradal.	Empreiteira e Contratante

Quadro 3: Ações ambientais na fase de implantação de drenagem superficial.

Drenagem		
Item	Descrição	Competência
1	Respeitar a linha natural de drenagem, a fim de evitar obstruções e desvio das águas.	Empreiteira
2	Construir e desobstruir valetas de proteção de cortes e aterros, a fim de garantir o fluxo normal das águas.	Empreiteira
3	Todo material excedente de escavação deverá ser removido das proximidades dos dispositivos de drenagem, cuidando-se ainda que este material não seja conduzido para os cursos d'água.	Empreiteira
4	Proteger as entradas e saídas de bueiros com o plantio de árvores ou gramíneas para impedir a erosão das vertentes ou assoreamento de cursos d'água.	Empreiteira
5	Depois de cada período de chuva, ou diariamente em caso de período prolongado, inspecionar os dispositivos de drenagem, controle de erosão e assoreamento, para corrigir possíveis deficiências.	Empreiteira e Contratante

Quadro 4: Ações ambientais durante a fase de sinalização.

Sinalização		
Item	Descrição	Competência
1	Executar a sinalização adequada na fase de construção, seguindo projeto específico.	Empreiteira
2	Quando existir vegetação de porte ou de interesse paisagístico e biológico no local previsto para implantação de sinalização, esta deverá ser deslocada para posição mais próxima possível, sem prejuízo da emissão da mensagem.	Empreiteira e Contratante
3	Deverá ser promovido o disciplinamento dos fluxos de tráfego e do estacionamento de equipamento de forma a se evitar eventuais situações de risco.	Empreiteira e Contratante
4	Em caso de extravio, danificação ou insuficiência da sinalização, esta deve ser imediatamente substituída ou reposta.	Empreiteira e Contratante

Quadro 5: Ações ambientais nas áreas de apoio.

Áreas de apoio		
Item	Descrição	Competência
1	O canteiro de obras, caixas e jazidas de empréstimo, de bota-fora, trilhas, caminhos de serviço, estradas de acesso, área de disposição de resíduos sólidos e outras áreas de apoio alteradas deverão ser suas áreas ambientalmente reabilitadas após a fase de desmobilização das obras.	Empreiteira e Contratante
2	As obras de drenagens temporárias executadas para a implantação dos caminhos de serviço e estradas de acesso devem ser removidas durante as atividades de reabilitação ambiental.	Empreiteira e Contratante
3	Reconformar a topografia de todas as áreas utilizadas durante a obra, conforme os terrenos adjacentes, mediante atenuação dos taludes, reordenação das linhas de drenagem e recomposição da cobertura vegetal.	Empreiteira e Contratante

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
RT-02-116/SP-353-0-G23-503	A	20/01/16	24 / 27

8. LICENÇA AMBIENTAL

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
RT-02-116/SP-353-0-G23-503	A	20/01/16	25 / 27

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
RT-02-116/SP-353-0-G23-503	A	20/01/16	26 / 27

9. ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
RT-02-116/SP-353-0-G23-503	A	20/01/16	27 / 27

		Autopista Régis Bittencourt 		Código RT-06-116_SP-336-2-J03_501-R0		Revisão A	
Emissão 26/03/2010		Folha 1 / 26					
Lote : 04		Rodovia : BR 116 – RODOVIA RÉGIS BITTENCOURT		 NK Engenharia de Transportes Ltda.			
Trecho : SÃO PAULO - CURITIBA				Projetista: Concessionária: Autopista Régis Bittencourt			
Objeto : Relatório Técnico - Estudo de Tráfego e Níveis de Serviço Projeto de Duplicação da Serra do Cafezal – km 336 ao km 366				ANTT:			

Documentos de Referência: RT-06-116_SP-335-0-J11_001-R0

Documentos Resultantes:

Observação: Rev. 0 - Emissão Inicial.

0	26/03/2010			
Rev.	Data	Firma Projetista	Concessionária	ANTT

Firma Projetista: **NK Engenharia de Transportes Ltda**

Nº Interno: NK- RT-06-116/SP-336-2-J03/501

Rev.: 0

Código: RT-06-116/SP-336-2-J03/501	Revisão: A	Emissão: 26/03/2010	Folha: 2 / 26
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

INDÍCE

1.	APRESENTAÇÃO	3
2.	CARACTERIZAÇÃO DO SEGMENTO DE DUPLICAÇÃO	4
3.	ESTUDOS DE TRÁFEGO E CAPACIDADE	6
3.1	Demanda no Ano Base	6
3.2	Projeção da Demanda	7
4.	NÍVEIS DE SERVIÇO E DIMENSIONAMENTO DA VIA DUPLICADA	11
4.1	Procedimentos Metodológicos	11
4.2	Parâmetros Utilizados Para Análise	12
4.3	Seqüência de Cálculo	12
4.4	Dimensionamento da Via Duplicada	15
5.	IMPLICAÇÕES DOS RESULTADOS DO ESTUDO	19
6.	ANEXO TÉCNICO	20
6.1	Cálculo dos Fluxos de Tráfego	20
6.2	Cálculo dos Níveis de Serviço	25

Código: RT-06-116/SP-336-2-J03/501	Revisão: A	Emissão: 26/03/2010	Folha: 3 / 26
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

1. APRESENTAÇÃO

Este relatório contém os memoriais e resultados dos estudos de tráfego e níveis de serviço desenvolvidos para o projeto de duplicação do trecho do km 336 ao km 366 da BR-116/SP (km 336,7 a km 367,2, segundo a antiga quilometragem), incluindo o segmento da Serra do Cafezal, no estado de São Paulo.

Esta duplicação está prevista nos serviços de Ampliação de Capacidade definidos no Programa de Exploração Rodoviária do Lote 6.



Figura 1 – Localização do trecho a ser duplicado

Estas obras, a serem implantadas a partir de 2010 e concluídas até o final de 2012, assumem especial importância, pois o segmento da Serra do Cafezal constitui um grande óbice à utilização da rodovia, por conta dos frequentes congestionamentos verificados no segmento de serra, tanto no sentido ascendente como descendente.

Considera-se que estas obras, além de eliminar os gargalos de capacidade, deverão induzir uma maior utilização do corredor pelo tráfego regional e de passagem e incrementar as condições de segurança operacional no trecho.

Código: RT-06-116/SP-336-2-J03/501	Revisão: A	Emissão: 26/03/2010	Folha: 4 / 26
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

2. CARACTERIZAÇÃO DO SEGMENTO DE DUPLICAÇÃO

O segmento para duplicação, que inclui a serra do cafezal, se inicia no km 335,95 e termina no km 365,99, com extensão total de 30,04 km, entre o Bairro dos Barnabés e o vale do Kiri.

A alternativa de projeto a ser desenvolvida, a partir do presente estudo de tráfego, prevê a duplicação paralela em relação à pista existente, mantendo, praticamente, o desenvolvimento do perfil longitudinal daquela pista.

O perfil longitudinal da pista existente desenvolve-se através de pequenos trechos de inclinação variável que compõem grandes extensões de rampas de mesmo sentido (ascendente ou descendente).

As rampas equivalentes compostas definidas a partir destas seqüências de pequenos trechos de rampa ascendente ou descendente estão apresentadas no quadro abaixo e podem ser divididas em três grandes trechos, bem distintos:

- ✓ O sub-segmento do km 335,95 ao km 337,205 que faz parte do segmento levemente ondulado que o precede, com velocidades de fluxo livre (VFL) de mais de 80 km/h;
- ✓ O sub-segmento montanhoso do km 337,205 ao km 361,51, com VFL de 60 km/h; e
- ✓ O sub-segmento plano, já no vale do Rio São Lourenço, entre os km 361,51 e o km 365,99, com VFL da ordem de 80 km/h.

Os trechos de rampas equivalentes que compõem o segmento a ser duplicado são apresentados no quadro a seguir.

QUADRO – SERRA DO CAFEZAL – SEGMENTO DE DUPLICAÇÃO – TRECHOS DE RAMPAS.

	Trecho de Rampa	Inclinação	Extensão
1	km 335,96 - km 337,21	-2,83%	1254,87
2	km 337,21 - km 340,1	4,47%	2890,00
3	km 340,1 - km 341,06	-5,27%	960,00
4	km 341,06 - km 341,79	6,28%	735,00
5	km 341,79 - km 342,09	-2,02%	295,00
6	km 342,09 - km 342,4	3,87%	315,00
7	km 342,4 - km 343,34	-4,62%	935,00
8	km 343,34 - km 344,56	4,46%	1225,00
9	km 344,56 - km 344,91	-0,91%	345,00
10	km 344,91 - km 347,3	5,94%	2390,00
11	km 347,3 - km 348,7	-3,61%	1400,00

Código: RT-06-116/SP-336-2-J03/501	Revisão: A	Emissão: 26/03/2010	Folha: 5 / 26
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

	Trecho de Rampa	Inclinação	Extensão
12	km 348,7 - km 355,03	4,48%	6335,00
13	km 355,03 - km 355,31	-1,00%	280,00
14	km 355,31 - km 359,06	4,66%	3745,00
15	km 359,06 - km 359,39	-4,93%	330,00
16	km 359,39 - km 360,21	6,00%	825,00
17	km 360,21 - km 360,71	-2,97%	495,00
18	km 360,71 - km 361,51	3,19%	805,00
19	km 361,51 - km 361,65	-1,00%	140,00
20	km 361,65 - km 362,38	0,98%	730,00
21	km 362,38 - km 362,92	-0,65%	540,00
22	km 362,92 - km 363,39	1,19%	470,00
23	km 363,39 - km 364,18	-1,58%	790,00
24	km 364,18 - km 365,07	1,00%	890,00
25	km 365,07 - km 365,99	-1,02%	920,00

É evidente a mudança de condições de alinhamento vertical, no sentido Norte, a partir do km 361,5, até o km 337,2, em que se sucedem diversos trechos de rampas íngremes e extensas no sentido Norte, ascendente, que provocam grande redução nas velocidades operacionais dos veículos de carga carregados.

Além disso, o alinhamento horizontal da pista existente que será utilizada na maior parte da extensão da pista Norte, não permite velocidades superiores a 60 km/h naquele segmento montanhoso.

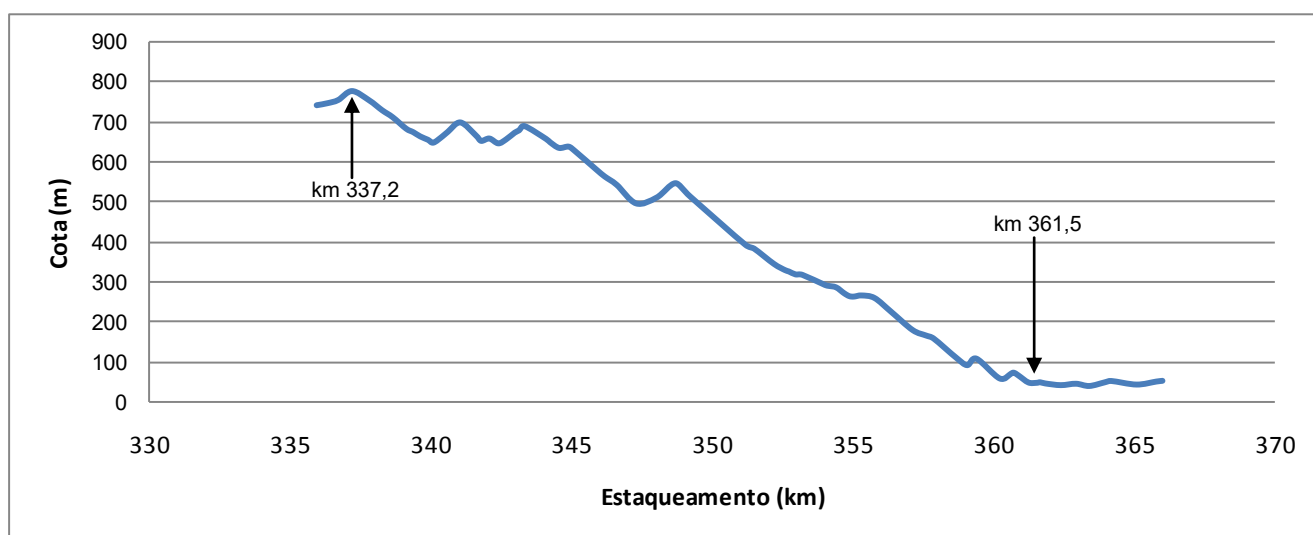


Figura 2 – Perfil longitudinal do trecho de duplicação – Fonte: RT-06-116_SP-335-0-J11_001-R0

Código: RT-06-116/SP-336-2-J03/501	Revisão: A	Emissão: 26/03/2010	Folha: 6 / 26
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

3. ESTUDOS DE TRÁFEGO E CAPACIDADE

3.1 Demanda no Ano Base

A demanda destes segmentos é a demanda do pedágio P2, da Concessão da Autopista Régis Bittencourt, situado na altura do km 370, em Miracatu/SP.

Para esta praça, na época da elaboração dos presentes estudos, estavam disponíveis os dados de tráfego classificado, por intervalo horário, de 352 dos 365 dias do segundo ano de contrato, com os quais foram desenvolvidos os estudos de tráfego, capacidade e níveis de serviço para o projeto de duplicação.

Os estudos de capacidade consideraram as demandas de 50ª hora ordenada, em equivalentes, das rampas mais críticas em termos de limitação de capacidade, no trecho de projeto, considerando as dez horas do entorno da 50ª hora ordenada.

Os fluxos foram registrados na seção do pedágio onde não ocorrem restrições ao fluxo, sendo que o fluxo horário, registrado em cada sentido, reflete a demanda real, sem influência dos congestionamentos da serra.

QUADRO –SEGMENTO DE DUPLICAÇÃO – VOLUMES DIÁRIOS MÉDIOS EM 2009

FLUXO / ANO		Pista Norte			Pista Sul		
		Passeio	Comercial	Total	Passeio	Comercial	Total
VDM	2009	3.399	5.140	8.539	3.528	4.941	8.469

A estes fluxos foram aplicados os fatores de equivalência das piores rampas da serra, definindo a demanda do ano de 2009, ano base do estudo.

Para a definição dos volumes horários de projeto foram considerados os parâmetros de flutuação temporal da demanda registrados na Praça de Pedágio P2, em Miracatu, através do levantamento da 50ª hora ordenada de maior fluxo equivalente, tanto para o sentido Norte, ascendente, como para o sentido Sul, descendente.

Para o sentido Norte, foi considerado um fator de equivalência igual a 3,0, fator referente à rampa mais crítica do segmento, segundo o Highway Capacity Manual, da mesma forma que para o sentido Sul.

Com isso, os parâmetros de projeto resultantes foram os seguintes:

- ✓ Pista Norte: Fator K = 9,8% com Percentagem de 39% de veículos pesados na hora de projeto.

Código: RT-06-116/SP-336-2-J03/501	Revisão: A	Emissão: 26/03/2010	Folha: 7 / 26
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

- ✓ Pista Sul: Fator K = 8,7% com Percentagem de 33% de veículos pesados na hora de projeto.

3.2 Projeção da Demanda

A demanda direcional do ano base, classificada em veículos leves e pesados, foi projetada para o período de Concessão, ano a ano, com base nas taxas de crescimento contratuais, definidas na proposta comercial da Concessionária.

Os anos de análise, para efeito de dimensionamento das obras de duplicação, foram definidos a partir do ano de abertura ao tráfego, ano 6 da Concessão que corresponde ao ano calendário de 2013.

O ano de projeto das obras é o 10º ano de operação, ou seja, o 15º ano de contrato, ou ano calendário de 2022, tendo sido feita, ainda, análise do desempenho até o 25º ano de contrato, final da Concessão, ou ano calendário de 2032.

As taxas de crescimento contratuais são apresentadas no Quadro a seguir.

QUADRO – TAXAS DE CRESCIMENTO DA DEMANDA – AUTO PISTA REGIS

ANO	TAXA
ANO 3	4,953%
ANO 4	4,846%
ANO 5	4,848%
ANO 6	4,829%
ANO 7	4,837%
ANO 8	4,842%
ANO 9	4,531%
ANO 10	4,534%
ANO 11	4,537%
ANO 12	4,527%
ANO 13	4,538%
ANO 14	4,230%
ANO 15	4,232%
ANO 16	4,230%
ANO 17	4,231%
ANO 18	4,237%
ANO 19	3,622%
ANO 20	3,624%
ANO 21	3,632%
ANO 22	3,627%

Código: RT-06-116/SP-336-2-J03/501	Revisão: A	Emissão: 26/03/2010	Folha: 8 / 26
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

ANO	TAXA
ANO 23	3,628%
ANO 24	3,624%
ANO 25	3,628%

Com a aplicação destas taxas às demandas diárias médias registradas na Praça de Miracatu (Volumes Diários Médios do ano 2 do Contrato), foram obtidos os VDMA dos anos subsequentes, apresentados no quadro a seguir.

QUADRO –SEGMENTO DE DUPLICAÇÃO – VOLUMES DIÁRIOS MÉDIOS PROJETADOS

Ano		BR116 - Rodovia Régis Bittencourt			BR116 - Rodovia Régis Bittencourt		
		116BSP2585 - Pista Norte			116BSP2585 - Pista Sul		
		Passeio	Comercial	Total	Passeio	Comercial	Total
2	2009	3.399	5.140	8.539	3.528	4.941	8.469
3	2010	3.567	5.395	8.962	3.703	5.186	8.888
4	2011	3.740	5.656	9.396	3.882	5.437	9.319
5	2012	3.922	5.930	9.852	4.070	5.701	9.771
6	2013	4.111	6.217	10.328	4.267	5.976	10.243
7	2014	4.310	6.517	10.827	4.473	6.265	10.738
8	2015	4.518	6.833	11.351	4.690	6.568	11.258
9	2016	4.723	7.142	11.866	4.902	6.866	11.768
10	2017	4.937	7.466	12.404	5.125	7.177	12.302
11	2018	5.161	7.805	12.966	5.357	7.503	12.860
12	2019	5.395	8.158	13.553	5.600	7.842	13.442
13	2020	5.640	8.529	14.168	5.854	8.198	14.052
14	2021	5.878	8.889	14.768	6.101	8.545	14.647
15	2022	6.127	9.266	15.393	6.360	8.907	15.267
16	2023	6.386	9.658	16.044	6.629	9.284	15.912
17	2024	6.657	10.066	16.723	6.909	9.676	16.586
18	2025	6.939	10.493	17.431	7.202	10.086	17.288
19	2026	7.190	10.873	18.063	7.463	10.452	17.915
20	2027	7.451	11.267	18.717	7.733	10.831	18.564
21	2028	7.721	11.676	19.397	8.014	11.224	19.238
22	2029	8.001	12.100	20.101	8.305	11.631	19.936
23	2030	8.291	12.538	20.830	8.606	12.053	20.659
24	2031	8.592	12.993	21.585	8.918	12.490	21.408
25	2032	8.904	13.464	22.368	9.242	12.943	22.185

Código: RT-06-116/SP-336-2-J03/501	Revisão: A	Emissão: 26/03/2010	Folha: 9 / 26
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

Os fluxos diários médios têm um pequeno desequilíbrio direcional, sendo que foi considerado que, para efeito da projeção, que a demanda deve se equilibrar com a abertura da segunda pista na serra, tendo sido adotado tráfego equilibrado no trecho.

Para tanto, o tráfego direcional foi considerado o mesmo em cada sentido e igual à média dos fluxos direcionais registrados na Praça P2 – Miracatu.

QUADRO – VDM PROJETADO NO SEGMENTO DE DUPLICAÇÃO

Ano	Passeio	Comercial	VDMA Total	% Com
2	6.927	10.081	17.008	59,27%
3	7.270	10.580	17.850	59,27%
4	7.622	11.093	18.715	59,27%
5	7.992	11.631	19.623	59,27%
6	8.378	12.193	20.570	59,27%
7	8.783	12.782	21.565	59,27%
8	9.208	13.401	22.609	59,27%
9	9.626	14.008	23.634	59,27%
10	10.062	14.643	24.706	59,27%
11	10.519	15.308	25.826	59,27%
12	10.995	16.001	26.996	59,27%
13	11.494	16.727	28.221	59,27%
14	11.980	17.435	29.414	59,27%
15	12.487	18.172	30.659	59,27%
16	13.015	18.941	31.956	59,27%
17	13.566	19.743	33.308	59,27%
18	14.141	20.579	34.720	59,27%
19	14.653	21.324	35.977	59,27%
20	15.184	22.097	37.281	59,27%
21	15.735	22.900	38.635	59,27%
22	16.306	23.731	40.037	59,27%
23	16.898	24.592	41.489	59,27%
24	17.510	25.483	42.993	59,27%
25	18.145	26.407	44.553	59,27%

Na seção anterior foi reportado que os parâmetros de projeto, referentes à 50ª hora ordenada verificados para as pistas da rodovia no trecho da Praça P2 foram de Fator K = 9,8% com Percentagem de 39% de veículos pesados na hora de projeto, para a Pista Norte e Fator K = 8,7% e 33% de veículos pesados para a pista Sul.

Código: RT-06-116/SP-336-2-J03/501	Revisão: A	Emissão: 26/03/2010	Folha: 10 / 26
---------------------------------------	---------------	------------------------	-------------------

Com a aplicação dos fatores de hora de projeto às demandas médias diárias foram calculados os Volumes Horários de Projeto para as duas pistas da BR-116/SP no segmento de duplicação que são apresentados no quadro abaixo, ano a ano.

São destacados, os VHP para o 10º ano de operação do segmento duplicado que é o ano 15 da Concessão e para o último ano de contrato, o ano 25, uma vez que condicionam o dimensionamento da capacidade da rodovia nestes horizontes.

QUADRO – VOLUMES HORÁRIOS DE PROJETO PARA A DUPLICAÇÃO

Ano	VHP - Pista Ascendente - Norte				VHP - Pista Descendente - SUL			
	Passeio	Comercial	Total	Eqcp/h	Passeio	Comercial	Total	Eqcp/h
ANO 2	676	984	1.659	3.626	602	876	1.478	3.230
ANO 3	709	1.032	1.742	3.806	632	919	1.551	3.390
ANO 4	744	1.082	1.826	3.990	662	964	1.626	3.555
ANO 5	780	1.135	1.914	4.184	695	1.011	1.705	3.727
ANO 6	817	1.190	2.007	4.386	728	1.060	1.788	3.907
ANO 7	857	1.247	2.104	4.598	763	1.111	1.874	4.096
ANO 8	898	1.307	2.206	4.821	800	1.165	1.965	4.294
ANO 9	939	1.367	2.306	5.039	837	1.217	2.054	4.489
ANO 10	982	1.429	2.410	5.268	874	1.273	2.147	4.692
ANO 11	1.026	1.493	2.520	5.507	914	1.330	2.244	4.905
ANO 12	1.073	1.561	2.634	5.756	956	1.391	2.346	5.127
ANO 13	1.121	1.632	2.753	6.017	999	1.454	2.453	5.360
ANO 14	1.169	1.701	2.870	6.272	1.041	1.515	2.556	5.587
ANO 15	1.218	1.773	2.991	6.537	1.085	1.579	2.664	5.823
ANO 16	1.270	1.848	3.118	6.814	1.131	1.646	2.777	6.069
ANO 17	1.323	1.926	3.250	7.102	1.179	1.716	2.895	6.326
ANO 18	1.380	2.008	3.387	7.403	1.229	1.788	3.017	6.594
ANO 19	1.430	2.080	3.510	7.671	1.273	1.853	3.127	6.833
ANO 20	1.481	2.156	3.637	7.949	1.320	1.920	3.240	7.081
ANO 21	1.535	2.234	3.769	8.238	1.368	1.990	3.358	7.338
ANO 22	1.591	2.315	3.906	8.536	1.417	2.062	3.479	7.604
ANO 23	1.649	2.399	4.048	8.846	1.469	2.137	3.606	7.880
ANO 24	1.708	2.486	4.194	9.167	1.522	2.215	3.736	8.166
ANO 25	1.770	2.576	4.347	9.499	1.577	2.295	3.872	8.462

Código: RT-06-116/SP-336-2-J03/501	Revisão: A	Emissão: 26/03/2010	Folha: 11 / 26
---------------------------------------	---------------	------------------------	-------------------

4. NÍVEIS DE SERVIÇO E DIMENSIONAMENTO DA VIA DUPLICADA

4.1 Procedimentos Metodológicos

Para a análise de capacidade e níveis de serviço foi utilizada metodologia de análise operacional de Rodovias de Múltiplas Faixas, definida no capítulo 21 do Highway Capacity Manual, publicado em 2000, pelo Transportation Research Board (TRB) – USA, conforme estabelecido no PER do Lote 6.

O dimensionamento da rodovia duplicada deverá atender aos padrões de nível de serviço definidos no PER do Lote 6.

Como o segmento de duplicação tem diversos trechos com características de terreno diferentes, os níveis de serviço exigidos, para novas implantações, para o ano de projeto são também diferentes, conforme o Manual de Projeto de Rodovias Rurais do DNIT, definidos no quadro a seguir.

QUADRO – NÍVEIS DE SERVIÇO DE PROJETO PARA A DUPLICAÇÃO

Trecho	Limites	Ext.(m)	Rampa	Terreno	NS padrão
1	km 335,96 - km 337,21	1254,87	-2,83%	Lev. Ondulado	C
2	km 337,21 - km 340,1	2890,00	4,47%	Montanhoso	D
3	km 340,1 - km 341,06	960,00	-5,27%	Montanhoso	D
4	km 341,06 - km 341,79	735,00	6,28%	Montanhoso	D
5	km 341,79 - km 342,09	295,00	-2,02%	Montanhoso	D
6	km 342,09 - km 342,4	315,00	3,87%	Montanhoso	D
7	km 342,4 - km 343,34	935,00	-4,62%	Montanhoso	D
8	km 343,34 - km 344,56	1225,00	4,46%	Rampa Composta - Montanhoso	D
9	km 344,56 - km 344,91	345,00	-0,91%		D
10	km 344,91 - km 347,3	2390,00	5,94%		D
11	km 347,3 - km 348,7	1400,00	-3,61%	Montanhoso	D
12	km 348,7 - km 355,03	6335,00	4,48%	Rampa Composta - Montanhoso	D
13	km 355,03 - km 355,31	280,00	-1,00%		D
14	km 355,31 - km 359,06	3745,00	4,66%		D
15	km 359,06 - km 359,39	330,00	-4,93%	Montanhoso	D
16	km 359,39 - km 360,21	825,00	6,00%	Montanhoso	D
17	km 360,21 - km 360,71	495,00	-2,97%	Lev. Ondulado	C
18	km 360,71 - km 361,51	805,00	3,19%	Lev. Ondulado	C
19	km 361,51 - km 361,65	140,00	-1,00%	Plano	C
20	km 361,65 - km 362,38	730,00	0,98%	Plano	C
21	km 362,38 - km 362,92	540,00	-0,65%	Plano	C
22	km 362,92 - km 363,39	470,00	1,19%	Plano	C
23	km 363,39 - km 364,18	790,00	-1,58%	Plano	C
24	km 364,18 - km 365,07	890,00	1,00%	Plano	C

Código: RT-06-116/SP-336-2-J03/501	Revisão: A	Emissão: 26/03/2010	Folha: 12 / 26
---------------------------------------	---------------	------------------------	-------------------

Trecho	Limites	Ext.(m)	Rampa	Terreno	NS padrão
25	km 365,07 - km 365,99	920,00	-1,02%	Plano	C

4.2 Parâmetros Utilizados Para Análise

Foram adotados os seguintes valores para os principais parâmetros envolvidos na análise de capacidade.

- Velocidade de Fluxo Livre:
 - ✓ km 335,96 a 337,21 - 80 km/h;
 - ✓ km 337,21 a km 361,5 – 60 km/h;
 - ✓ km 361,5 a km 365,99 – 80 km/h.
- Distribuição Direcional: 50,2% / 49,8%.
- Largura das faixas de rolamento: 3,50 m.
- Largura de Acostamentos:
 - ✓ Interno – 1,0 m;
 - ✓ Externo > 1,8 m.
- Fator de Hora de Projeto:
 - ✓ Pista Norte - 9,8%, conforme K50 registrado na Praça P2 ;
 - ✓ Pista Sul – 8,7%, conforme K50 registrado na Praça P2.
- Fator de Flutuação do Fluxo na Hora de Pico: 0,86, para Zona Rural – HCM 2000.

4.3 Seqüência de Cálculo

A partir dos Volumes Diários Médios (VDM) é possível obter os Volumes Horários de Projeto por meio da seguinte equação:

$$VHP = VDM * k_{50}$$

Onde:

VDM = volume Diário Médio;

k_{50} = coeficiente da quinquagésima hora.

Código: RT-06-116/SP-336-2-J03/501	Revisão: A	Emissão: 26/03/2010	Folha: 13 / 26
---------------------------------------	---------------	------------------------	-------------------

A partir do volume horário de projeto (VHP) é calculado a Taxa de Fluxo em equivalentes (VHP_{eq}), através da seguinte fórmula:

$$VHP_{eq} = \frac{VHP}{FHP * f_p * f_{hv}}$$

onde:

VHP = Volume Horário de Projeto;

FHP = fator de pico horário;

f_p = fator de ajuste populacional, relativo aos usuários da rodovia (1,0);

f_{hv} = fator de ajuste devido à presença de veículos pesados no fluxo de tráfego.

O fator de ajuste devido à presença de veículos pesados no fluxo de tráfego é calculado através da seguinte fórmula:

$$f_{hv} = \frac{1}{1 + p_{hv} * E_T}$$

Onde:

p_{hv} = porcentagem de veículos pesados;

E_T = fatores de equivalência para veículos pesados em relação aos veículos de passeio.

Os valores dos equivalentes veiculares para segmentos genéricos devem ser utilizados para o dimensionamento global do número de faixas de rolamento de uma rodovia quando não houver trecho (s) em rampa ao longo do perfil longitudinal da pista que imponha impacto significativo para a operação dos veículos pesados.

Para o cálculo do fluxo por faixa de rolamento, utiliza-se a seguinte expressão:

$$v = \frac{VHP_{eq}}{N}$$

Onde:

v = volume equivalente de veículos por faixa de rolamento, em vph/fx;

N = número de faixas da pista;

VHP_{eq} = volume equivalente de veículos na seção, em vph.

Os principais parâmetros associados aos níveis de serviço ofertados são a velocidade, a liberdade de movimentação do veículo no fluxo de tráfego e a proximidade entre os veículos. A tabela a seguir apresenta os níveis de serviço de acordo com a velocidade de fluxo livre, densidade máxima, e a relação volume/capacidade.

Código: RT-06-116/SP-336-2-J03/501	Revisão: A	Emissão: 26/03/2010	Folha: 14 / 26
---------------------------------------	---------------	------------------------	-------------------

QUADRO – ANÁLISE DO NÍVEL DE SERVIÇO

VELOCIDADE DE FLUXO LIVRE	CRITÉRIO	A	B	C	D	E
100 km/h	Densidade máxima (veíc./km/fx)	7	11	16	22	25
	Velocidade média (km/h)	100,0	100,0	98,4	91,5	88
	Taxa máxima volume / capacidade	0,32	0,50	0,72	0,92	1,00
	Taxa máxima de fluxo de serviço (veíc/h/fx)	700	1.100	1.575	2.015	2.200
90 km/h	Densidade máxima (veíc./km/fx)	7	11	16	22	26
	Velocidade média (km/h)	90,0	90,0	89,8	84,7	80,8
	Taxa máxima volume / capacidade	0,30	0,47	0,68	0,89	1,00
	Taxa máxima de fluxo de serviço (veíc/h/fx)	630	990	1.435	1.860	2.100
80 km/h	Densidade máxima (veíc./km/fx)	7	11	16	22	27
	Velocidade média (km/h)	80,0	80	80	77,6	74,1
	Taxa máxima volume / capacidade	0,28	0,44	0,64	0,85	1,00
	Taxa máxima de fluxo de serviço (veíc/h/fx)	560	880	1.280	1.705	2.000
70 km/h	Densidade máxima (veíc./km/fx)	7	11	16	22	28
	Velocidade média (km/h)	70,0	70,0	70,0	69,6	67,9
	Taxa máxima volume / capacidade	0,26	0,41	0,59	0,81	1,00
	Taxa máxima de fluxo de serviço (veíc/h/fx)	490	770	1.120	1.530	1.900
60 km/h (EXTRAPOLADO)	Densidade máxima (veíc./km/fx)	7	11	16	22	30
	Velocidade média (km/h)	-	-	-	-	-
	Taxa máxima volume / capacidade	0,23	0,37	0,53	0,73	1,00
	Taxa máxima de fluxo de serviço (veíc/h/fx)	420	660	960	1.320	1800

Código: RT-06-116/SP-336-2-J03/501	Revisão: A	Emissão: 26/03/2010	Folha: 15 / 26
---------------------------------------	---------------	------------------------	-------------------

4.4 Dimensionamento da Via Duplicada

Para atender aos níveis de serviço do padrão exigido pelo PER, definidos no quadro da seção 4.1, acima, os estudos de capacidade apontaram as necessidades distintas para as pistas Norte (ascendente) e Sul (descendente), em termos de número de faixas a implantar, nos diversos trechos de duplicação das pistas ascendente e descendente.

- **Trecho do km 335,96 ao km 337,21 - Planalto**

No sub-segmento de chegada ao planalto, do km 335,96 ao km 337,21, para a pista ascendente, assim como para a pista descendente, resultaram necessárias duas faixas de tráfego mais acostamento, para o ano de projeto e, portanto, para o ano de implantação.

Para o período final do contrato de Concessão, a se confirmarem as hipóteses de crescimento da demanda consideradas no presente estudo, serão necessárias três faixas de tráfego, mais acostamento, para garantir a operação no nível de serviço “C” naquele trecho.

Como, neste trecho, a solução a ser adotada é a de duplicação paralela, deverá ser considerada provisão de largura no separador central para implantação de uma faixa adicional, no futuro.

- **Trecho do km 337,21 ao km 361,51 – Serra**

No sub-segmento montanhoso da Serra do Cafezal, para a **pista ascendente**, resultaram necessárias três faixas de tráfego mais acostamento, para o ano de projeto e, portanto, para o ano de implantação, em 84% da extensão do trecho de serra.

Apenas nos trechos do km 340,095 ao km 341,055 e do km 341,79 a 343,34 não seriam necessárias três faixas de tráfego na pista ascendente. No entanto, adotando o princípio da continuidade, seria de todo conveniente para as condições de segurança operacional e melhor fluidez do fluxo, manter três faixas de tráfego na seção transversal nestes trechos de curvas restritas, intercalados com as rampas íngremes do segmento da Serra.

Para o período final do contrato de Concessão, a se confirmarem as hipóteses de crescimento da demanda consideradas no presente estudo, serão necessárias quatro faixas de tráfego, mais acostamento, para garantir a operação no nível de serviço “D” na pista ascendente, nos trechos da Serra do Cafezal.

Código: RT-06-116/SP-336-2-J03/501	Revisão: A	Emissão: 26/03/2010	Folha: 16 / 26
---------------------------------------	---------------	------------------------	-------------------

No sub-segmento montanhoso da Serra do Cafezal, para a **pista descendente**, resultaram necessárias duas faixas de tráfego mais acostamento, para o ano de projeto e, portanto, para o ano de implantação, em 94% da extensão do trecho de serra.

Apenas nos trechos do km 340,095 ao km 341,055 e do km 341,79 a 343,34 seriam necessárias três faixas de tráfego na pista descendente.

Para o período final do contrato de Concessão, a se confirmarem as hipóteses de crescimento da demanda consideradas no presente estudo, serão necessárias três faixas de tráfego, mais acostamento, na pista descendente para garantir a operação no nível de serviço “D”, nos trechos da Serra do Cafezal.

Como, neste trecho, a solução a ser adotada é a de duplicação paralela, deverá ser considerada provisão de largura no separador central para implantação de uma faixa adicional, no futuro.

- **Trecho do km 361,51 ao km 365,95 – Baixada**

No sub-segmento da Baixada, do km 361,51 ao km 335,95, para ambas as pistas, resultaram necessárias duas faixas de tráfego mais acostamento, para o ano de projeto e, portanto, para o ano de implantação.

Para o período final do contrato de Concessão, a se confirmarem as hipóteses de crescimento da demanda consideradas no presente estudo, serão necessárias três faixas de tráfego, mais acostamento, para garantir a operação no nível de serviço “C” naquele trecho.

Como, neste trecho, a solução a ser adotada é a de duplicação paralela, deverá ser considerada provisão de largura no separador central para implantação de uma faixa adicional, no futuro.

Os cálculos e procedimentos que levaram aos resultados acima apresentados foram obtidos a partir dos estudos de tráfego, capacidade e níveis de serviço, reportados no Anexo Digital que acompanha o presente trabalho.

Este anexo digital contém os seguintes arquivos:

- ✓ Análise_Serra do Cafezal - Duplicação Paralela.xls
- ✓ Gráfico Serra do Cafezal

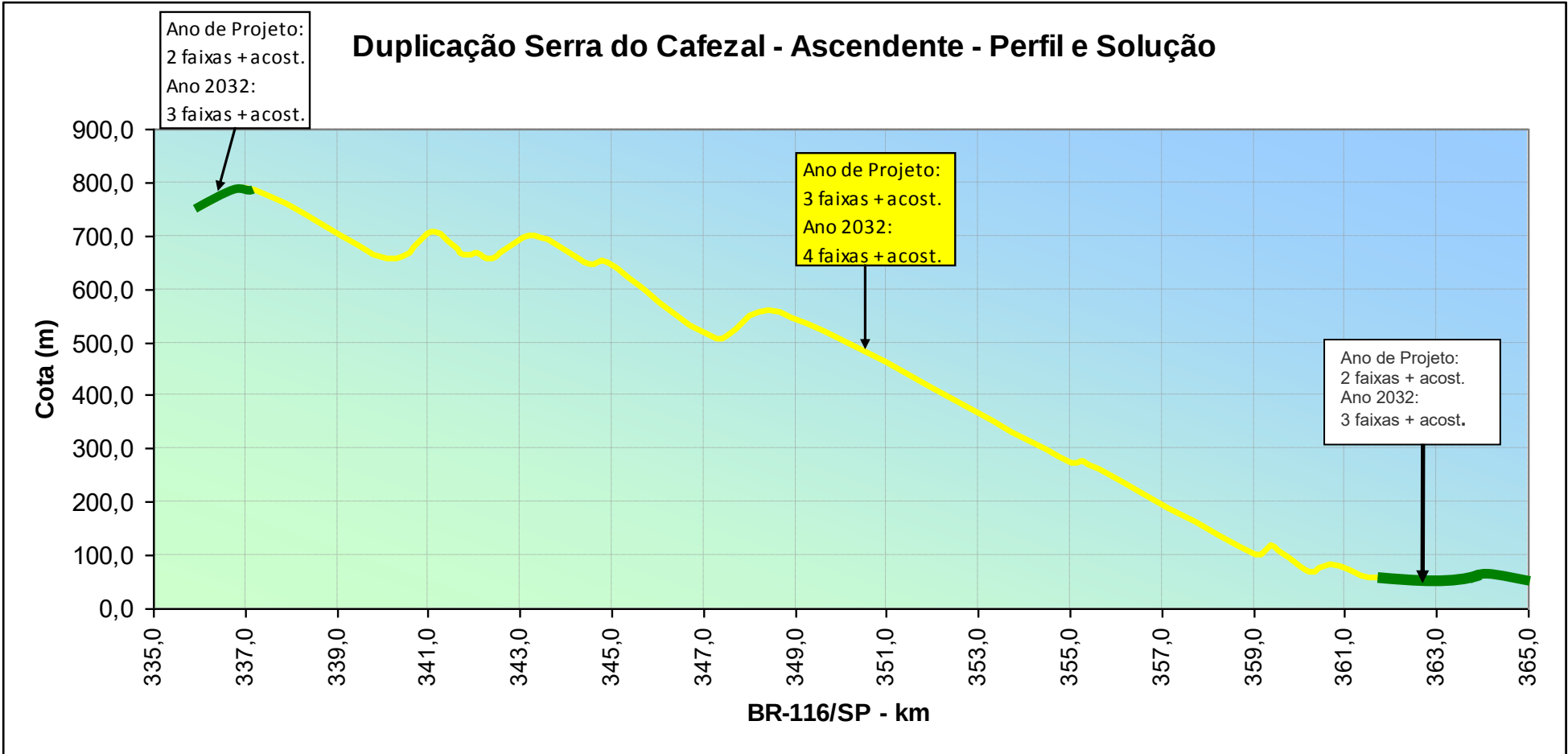
Os quadros e gráficos, a seguir apresentados, apontam as necessidades em termos de números de faixas de tráfego definidas nos estudos de capacidade e níveis de serviço.

Código: RT-06-116/SP-336-2-J03/501	Revisão: A	Emissão: 26/03/2010	Folha: 17 / 26
---------------------------------------	---------------	------------------------	-------------------

NÍVEL DE SERVIÇO

Pista Ascendente - Norte

TRECHO	EXT	%	km	Cota	Equiv.	Nº Fxs. Ano Projeto	Nº Faixas - Final 2032	Ano de projeto - ano 15	Ano 25 com Nº fxs Ano Projeto	Ano 25 com Nº fxs para 2032	Terreno	NS Padrão - PER- Manual DNER
1 km 335,96 - km 337,21	1254,87	-2,83%	336,0	751,1	1,5	2	3	C	D	C	Lev. Ondulado	C
2 km 337,21 - km 340,1	2890,00	4,47%	337,2	786,5	2,5	3	4	D	E	D	Montanhoso	D
3 km 340,1 - km 341,06	960,00	-5,27%	340,1	657,5	1,5	2	3	D	E	D	Montanhoso	D
4 km 341,06 - km 341,79	735,00	6,28%	341,1	708,1	2,5	3	4	D	E	D	Montanhoso	D
5 km 341,79 - km 342,09	295,00	-2,02%	341,8	661,9	1,5	2	3	D	E	D	Montanhoso	D
6 km 342,09 - km 342,4	315,00	3,87%	342,1	667,9	1,5	2	3	D	E	D	Montanhoso	D
7 km 342,4 - km 343,34	935,00	-4,62%	342,4	655,7	1,5	2	3	D	E	D	Montanhoso	D
8 km 343,34 - km 344,56	1225,00	4,46%	343,3	698,8	2,5	3	4	D	E	D	Rampa Composta - Montanhoso	D
9 km 344,56 - km 344,91	345,00	-0,91%	344,6	644,3	2,5	3	4	D	E	D		D
10 km 344,91 - km 347,3	2390,00	5,94%	344,9	647,4	3	3	4	D	F	E		D
11 km 347,3 - km 348,7	1400,00	-3,61%	347,3	505,4	1,5	2	3	D	E	D	Montanhoso	D
12 km 348,7 - km 355,03	6335,00	4,48%	348,7	556,0	2,5	3	4	D	E	D	Rampa Composta - Montanhoso	D
13 km 355,03 - km 355,31	280,00	-1,00%	355,0	272,2	2,5	3	4	D	E	D		D
14 km 355,31 - km 359,06	3745,00	4,66%	355,3	275,0	2,5	3	4	D	E	D		D
15 km 359,06 - km 359,39	330,00	-4,93%	359,1	100,5	1,5	3	3	C	D	D	Montanhoso	D
16 km 359,39 - km 360,21	825,00	6,00%	359,4	116,8	2,5	3	4	D	E	D	Montanhoso	D
17 km 360,21 - km 360,71	495,00	-2,97%	360,2	67,3	1,5	3	4	C	D	C	Lev. Ondulado	C
18 km 360,71 - km 361,51	805,00	3,19%	360,7	82,0	1,5	3	4	C	D	C	Lev. Ondulado	C
19 km 361,51 - km 361,65	140,00	-1,00%	361,5	56,3	1,5	2	3	C	D	C	Plano	C
20 km 361,65 - km 362,38	730,00	0,98%	361,7	57,7	1,5	2	3	C	D	C	Plano	C
21 km 362,38 - km 362,92	540,00	-0,65%	362,4	50,5	1,5	2	3	C	D	C	Plano	C
22 km 362,92 - km 363,39	470,00	1,19%	362,9	54,0	1,5	2	3	C	D	C	Plano	C
23 km 363,39 - km 364,18	790,00	-1,58%	363,4	48,4	1,5	2	3	C	D	C	Plano	C
24 km 364,18 - km 365,07	890,00	1,00%	364,2	60,9	1,5	2	3	C	D	C	Plano	C
25 km 365,07 - km 365,99	920,00	-1,02%	365,1	52,0	1,5	2	3	C	D	C	Plano	C

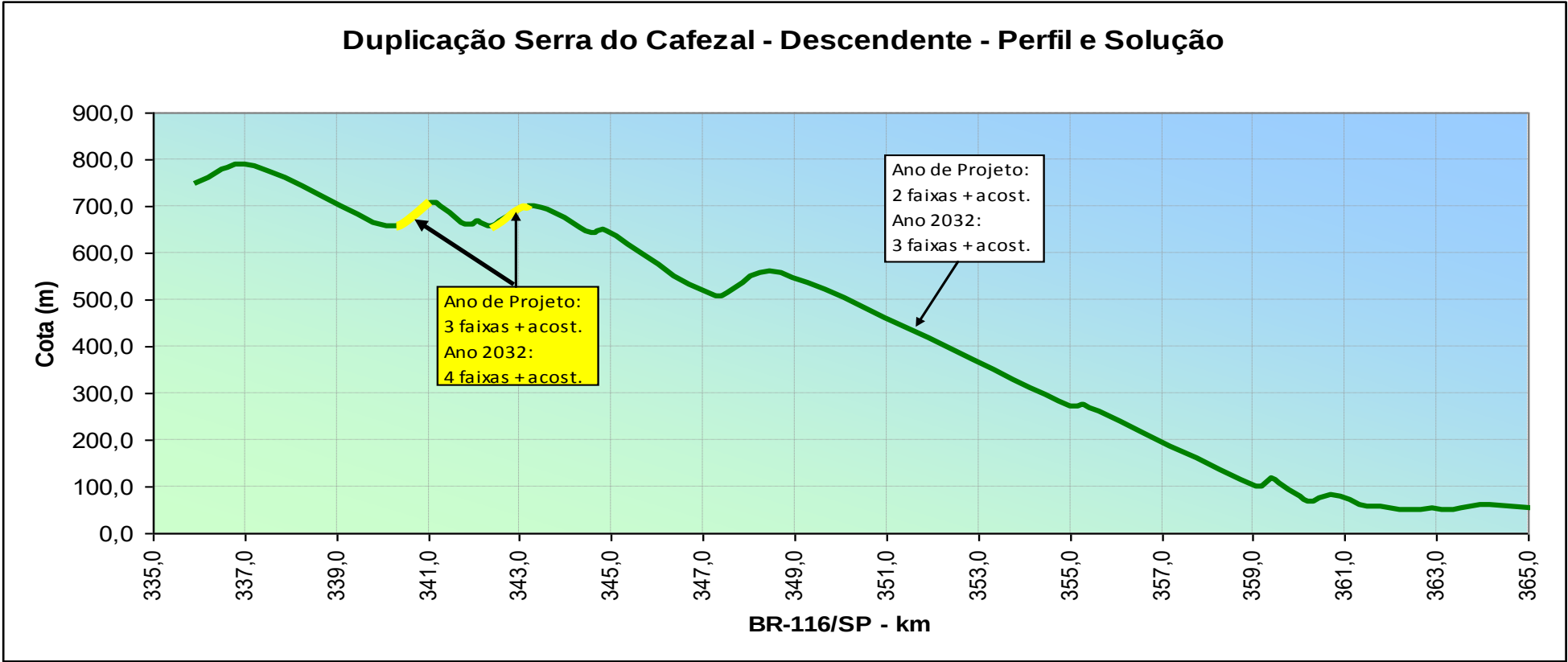


PISTA NORTE - PERFIL LONGITUDINAL DO TRECHO DE DUPLICAÇÃO – SOLUÇÃO DE 3 E 4 FAIXAS NO TRECHO MONTANHOSO E DE 2 E 3 FAIXAS NO TRECHO ONDULADO E PLANO

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
RT-06-116/SP-336-2-J03/501	A	26/03/2010	18 / 26

Pista Descendente - Sul

	TRECHO	EXT	%	km	Cota	Equiv.	Nº Fxs. Ano Projeto	Nº Faixas - Final 2032	Ano de projeto - ano 15	Ano 25 com Nº fxs Ano Projeto	Ano 25 com Nº fxs para 2032	Terreno	NS Padrão - PER- Manual DNER
1	km 335,96 - km 337,21	1254,87	2,83%	336,0	751	1,5	2	3	C	D	C	Lev. Ondulado	C
2	km 337,21 - km 340,1	2890,00	-4,47%	337,2	787	1,5	2	3	D	E	D	Fort. Ondulado	D
3	km 340,1 - km 341,06	960,00	5,27%	340,1	657	3	3	4	D	E	D	Fort. Ondulado	D
4	km 341,06 - km 341,79	735,00	-6,28%	341,1	708	1,5	2	3	D	E	D	Fort. Ondulado	D
5	km 341,79 - km 342,09	295,00	2,02%	341,8	662	1,5	2	3	D	E	D	Fort. Ondulado	D
6	km 342,09 - km 342,4	315,00	-3,87%	342,1	668	1,5	2	3	D	E	D	Fort. Ondulado	D
7	km 342,4 - km 343,34	935,00	4,62%	342,4	656	2,5	3	4	D	E	D	Fort. Ondulado	D
8	km 343,34 - km 344,56	1225,00	-4,46%	343,3	699	1,5	2	3	D	E	D	Rampa composta - Fort. Ondulado	D
9	km 344,56 - km 344,91	345,00	0,91%	344,6	644	1,5	2	3	D	E	D		D
10	km 344,91 - km 347,3	2390,00	-5,94%	344,9	647	1,5	2	3	D	E	D		D
11	km 347,3 - km 348,7	1400,00	3,61%	347,3	505	1,5	2	3	D	E	D	Fort. Ondulado	D
12	km 348,7 - km 355,03	6335,00	-4,48%	348,7	556	1,5	2	3	D	E	D	Rampa composta - Fort. Ondulado	D
13	km 355,03 - km 355,31	280,00	1,00%	355,0	272	1,5	2	3	D	E	D		D
14	km 355,31 - km 359,06	3745,00	-4,66%	355,3	275	1,5	2	3	D	E	D		D
15	km 359,06 - km 359,39	330,00	4,93%	359,1	101	1,5	2	3	D	E	D	Fort. Ondulado	D
16	km 359,39 - km 360,21	825,00	-6,00%	359,4	117	1,5	2	3	D	E	D	Fort. Ondulado	D
17	km 360,21 - km 360,71	495,00	2,97%	360,2	67	1,5	2	3	C	D	C	Lev. Ondulado	C
18	km 360,71 - km 361,51	805,00	-3,19%	360,7	82	1,5	2	3	C	D	C	Lev. Ondulado	C
19	km 361,51 - km 361,65	140,00	1,00%	361,5	56	1,5	2	3	C	D	C	Plano	C
20	km 361,65 - km 362,38	730,00	-0,98%	361,7	58	1,5	2	3	C	D	C	Plano	C
21	km 362,38 - km 362,92	540,00	0,65%	362,4	51	1,5	2	3	C	D	C	Plano	C
22	km 362,92 - km 363,39	470,00	-1,19%	362,9	54	1,5	2	3	C	D	C	Plano	C
23	km 363,39 - km 364,18	790,00	1,58%	363,4	48	1,5	2	3	C	D	C	Plano	C
24	km 364,18 - km 365,07	890,00	-1,00%	364,2	61	1,5	2	3	C	D	C	Plano	C
25	km 365,07 - km 365,99	920,00	1,02%	365,1	52	1,5	2	3	C	D	C	Plano	C



PISTA SUL - PERFIL LONGITUDINAL DO TRECHO DE DUPLICAÇÃO – SOLUÇÃO DE 2 E 3 FAIXAS NO TRECHO DESCENDENTE, MESMO MONTANHOSO, E DE FAIXAS ADICIONAIS NOS TRECHOS DE RAMPAS ASCENDENTES MAIS CRÍTICOS

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
RT-06-116/SP-336-2-J03/501	A	26/03/2010	19 / 26

5. IMPLICAÇÕES DOS RESULTADOS DO ESTUDO

A solução de 3 faixas no ano de projeto (2022) e de implantar a quarta faixa até o final da Concessão, na pista ascendente, **não faz parte da proposta comercial da Autopista Régis Bittencourt, mas constitui uma necessidade técnica, demonstrada nos estudos de capacidade desenvolvidos para o projeto de duplicação.**

Com efeito, na Seção 3.2.3.2 – Ampliação de Capacidade, da Proposta Comercial da Concessionária, a Contratada declara, textualmente, sua proposta de realizar a duplicação do segmento da Serra do Cafezal com duas faixas de tráfego, no segmento entre o km 336,7 e o km 367,2, que com as correções de quilometragem realizadas com maior precisão pela Concessionária, correspondem ao segmento do km 335,95 ao km 365,97.

No entanto, como demonstram os estudos de capacidade, a solução de duas faixas não será suficiente para atender à demanda de projeto na pista ascendente, especificamente no sub-trecho mais acidentado, do km 337,2 ao km 361,5, nem mesmo para o ano de projeto, devendo ser implantada, desde o ano de abertura ao tráfego do sistema duplicado, com três faixas mais acostamento.

Com o crescimento da demanda no período posterior ao ano de projeto, entre 2022 e 2032, caso se deseje manter o padrão de nível de serviço, definido no PER, será necessário implantar mais uma faixa de tráfego no sentido ascendente, que necessitaria operar, nos últimos anos do contrato de concessão, com quatro faixas mais acostamento.

Para a pista Sul, descendente, as duas faixas mais acostamento, definidos na proposta comercial da Concessionária, seriam suficientes para garantir o nível de serviço padrão no ano de projeto da duplicação, porém, a exemplo do caso da pista Norte, necessitaria de ampliação, com a implantação de uma faixa adicional, em toda a extensão do trecho, antes do final do Contrato de Concessão.

Além disso, nos trechos mais críticos de rampa ascendente da Pista Sul, entre os km 340,1 e 341,06 e entre os km 342,4 e 343,3, serão necessárias três faixas para garantir o nível de serviço padrão já no ano de projeto, sendo que necessita de quatro faixas mais acostamento para garanti-lo até o final do contrato.

Como as condições de implantação das pistas da duplicação e a adaptação da pista existente devem ser realizados em condições especialmente difíceis, no trecho de serra, será prudente prever a implantação da plataforma de terraplenagem e as obras de arte especiais com provisão para implantação das faixas adicionais necessárias para a operação até o final da Concessão.

Assim, serão necessários recursos adicionais aos previstos na proposta comercial da Concessionária para garantir o nível de serviço padrão através das obras de duplicação no trecho da Serra do Cafezal, tanto para a implantação da pista nova, como para a re-adaptação dos segmentos existentes.

Código: RT-06-116/SP-336-2-J03/501	Revisão: A	Emissão: 26/03/2010	Folha: 20 / 26
---------------------------------------	---------------	------------------------	-------------------

6. ANEXO TÉCNICO

6.1 Cálculo dos Fluxos de Tráfego

TRÁFEGO HORÁRIO - PRAÇA DE MIRACATU - NORTE - Km 370+400/SP

Hora Ordenada	Sul			Norte			Total		
	Leve	Pesado	Eq	Leve	Pesado	Eq	Leve	Pesado	Eq
Hora 1	348	155	813	1.681	393	2860	2.029	548	3.673
Hora 2	363	139	780	1.404	440	2724	1.767	579	3.504
Hora 3	529	98	823	1.586	327	2567	2.115	425	3.390
Hora 4	363	83	612	1.691	288	2555	2.054	371	3.167
Hora 5	425	65	620	1.599	236	2307	2.024	301	2.927
Hora 6	297	92	573	1.339	293	2218	1.636	385	2.791
Hora 7	204	161	687	847	456	2215	1.051	617	2.902
Hora 8	194	120	554	1.046	381	2189	1.240	501	2.743
Hora 9	331	163	820	988	397	2179	1.319	560	2.999
Hora 10	526	120	886	1.538	205	2153	2.064	325	3.039
Hora 11	210	201	813	310	608	2134	520	809	2.947
Hora 12	307	140	727	897	411	2130	1.204	551	2.857
Hora 13	159	148	603	551	523	2120	710	671	2.723
Hora 14	328	159	805	994	371	2107	1.322	530	2.912
Hora 15	185	164	677	778	429	2065	963	593	2.742
Hora 16	283	137	694	929	370	2039	1.212	507	2.733
Hora 17	120	196	708	280	584	2032	400	780	2.740
Hora 18	101	212	737	270	585	2025	371	797	2.762
Hora 19	302	120	662	857	387	2018	1.159	507	2.680
Hora 20	279	154	741	815	394	1997	1.094	548	2.738
Hora 21	26	279	863	73	641	1996	99	920	2.859
Hora 22	233	154	695	692	428	1976	925	582	2.671
Hora 23	510	81	753	1.198	255	1963	1.708	336	2.716
Hora 24	346	210	976	727	406	1945	1.073	616	2.921
Hora 25	338	124	710	1.083	287	1944	1.421	411	2.654
Hora 26	49	67	250	379	521	1942	428	588	2.192
Hora 27	273	277	1104	303	546	1941	576	823	3.045
Hora 28	235	44	367	1.296	213	1935	1.531	257	2.302
Hora 29	308	142	734	830	366	1928	1.138	508	2.662
Hora 30	293	152	749	733	398	1927	1.026	550	2.676
Hora 31	350	107	671	1.034	297	1925	1.384	404	2.596
Hora 32	218	82	464	1.183	246	1921	1.401	328	2.385
Hora 33	54	73	273	447	488	1911	501	561	2.184
Hora 34	353	187	914	854	345	1889	1.207	532	2.803
Hora 35	370	156	838	862	340	1882	1.232	496	2.720
Hora 36	329	143	758	1.033	280	1873	1.362	423	2.631
Hora 37	257	153	716	672	399	1869	929	552	2.585
Hora 38	408	96	696	1.461	135	1866	1.869	231	2.562
Hora 39	255	150	705	743	374	1865	998	524	2.570

Código: RT-06-116/SP-336-2-J03/501	Revisão: A	Emissão: 26/03/2010	Folha: 21 / 26
---------------------------------------	---------------	------------------------	-------------------

Hora Ordenada	Sul			Norte			Total		
	Leve	Pesado	Eq	Leve	Pesado	Eq	Leve	Pesado	Eq
Hora 40	281	193	860	889	325	1864	1.170	518	2.724
Hora 41	315	68	519	1.422	147	1863	1.737	215	2.382
Hora 42	227	147	668	789	358	1863	1.016	505	2.531
Hora 43	185	93	464	1.142	239	1859	1.327	332	2.323
Hora 44	247	181	790	833	342	1859	1.080	523	2.649
Hora 45	386	150	836	1.024	276	1852	1.410	426	2.688
Hora 46	712	73	931	795	352	1851	1.507	425	2.782
Hora 47	264	103	573	1.077	256	1845	1.341	359	2.418
Hora 48	70	86	328	615	408	1839	685	494	2.167
Hora 49	243	257	1014	485	451	1838	728	708	2.852
Hora 50	150	122	516	705	377	1836	855	499	2.352
Hora 51	170	276	998	165	557	1836	335	833	2.834
Hora 52	162	131	555	866	323	1835	1.028	454	2.390
Hora 53	317	127	698	749	361	1832	1.066	488	2.530
Hora 54	310	255	1075	368	488	1832	678	743	2.907
Hora 55	218	73	437	991	280	1831	1.209	353	2.268

TRÁFEGO HORÁRIO - PRAÇA DE MIRACATU - Pista Sul - Km 370+400/SP

Hora Ordenada	Sul			Norte			Total		
	Leve	Pesado	Eq	Leve	Pesado	Eq	Leve	Pesado	Eq
Hora 1	1.340	396	2528	217	123	586	1.557	519	3.114
Hora 2	1.340	396	2528	217	123	586	1.557	519	3.114
Hora 3	1.456	302	2362	265	137	676	1.721	439	3.038
Hora 4	1.456	302	2362	265	137	676	1.721	439	3.038
Hora 5	1.013	445	2348	252	110	582	1.265	555	2.930
Hora 6	1.007	441	2330	132	176	660	1.139	617	2.990
Hora 7	1.121	377	2252	119	225	794	1.240	602	3.046
Hora 8	1.240	335	2245	441	133	840	1.681	468	3.085
Hora 9	1.014	409	2241	121	233	820	1.135	642	3.061
Hora 10	1.069	380	2209	283	161	766	1.352	541	2.975
Hora 11	638	500	2138	202	161	685	840	661	2.823
Hora 12	1.343	263	2132	214	84	466	1.557	347	2.598
Hora 13	965	388	2129	208	167	709	1.173	555	2.838
Hora 14	887	404	2099	206	144	638	1.093	548	2.737
Hora 15	1.229	249	1976	243	126	621	1.472	375	2.597
Hora 16	1.229	249	1976	243	126	621	1.472	375	2.597
Hora 17	921	348	1965	439	135	844	1.360	483	2.809
Hora 18	758	402	1964	208	114	550	966	516	2.514
Hora 19	758	402	1964	208	114	550	966	516	2.514
Hora 20	1.000	317	1951	322	119	679	1.322	436	2.630
Hora 21	645	423	1914	165	179	702	810	602	2.616
Hora 22	1.072	271	1885	317	144	749	1.389	415	2.634
Hora 23	747	379	1884	351	139	768	1.098	518	2.652

Código: RT-06-116/SP-336-2-J03/501	Revisão: A	Emissão: 26/03/2010	Folha: 22 / 26
---------------------------------------	---------------	------------------------	-------------------

Hora Ordenada	Sul			Norte			Total		
	Leve	Pesado	Eq	Leve	Pesado	Eq	Leve	Pesado	Eq
Hora 24	1.336	175	1861	271	83	520	1.607	258	2.381
Hora 25	823	345	1858	363	161	846	1.186	506	2.704
Hora 26	776	357	1847	282	139	699	1.058	496	2.546
Hora 27	957	291	1830	307	173	826	1.264	464	2.656
Hora 28	1.398	144	1830	292	92	568	1.690	236	2.398
Hora 29	1.133	232	1829	372	93	651	1.505	325	2.480
Hora 30	952	283	1801	320	133	719	1.272	416	2.520
Hora 31	1.063	244	1795	204	84	456	1.267	328	2.251
Hora 32	1.261	177	1792	223	92	499	1.484	269	2.291
Hora 33	1.440	114	1782	239	77	470	1.679	191	2.252
Hora 34	793	319	1750	430	228	1114	1.223	547	2.864
Hora 35	863	285	1718	437	175	962	1.300	460	2.680
Hora 36	773	314	1715	248	152	704	1.021	466	2.419
Hora 37	736	322	1702	324	227	1005	1.060	549	2.707
Hora 38	803	291	1676	102	257	873	905	548	2.549
Hora 39	927	248	1671	369	164	861	1.296	412	2.532
Hora 40	827	280	1667	215	203	824	1.042	483	2.491
Hora 41	778	293	1657	372	266	1170	1.150	559	2.827
Hora 42	908	248	1652	292	126	670	1.200	374	2.322
Hora 43	590	352	1646	212	132	608	802	484	2.254
Hora 44	943	233	1642	420	66	618	1.363	299	2.260
Hora 45	797	279	1634	574	144	1006	1.371	423	2.640
Hora 46	938	225	1613	212	139	629	1.150	364	2.242
Hora 47	590	339	1607	234	171	747	824	510	2.354
Hora 48	927	225	1602	176	147	617	1.103	372	2.219
Hora 49	927	225	1602	176	147	617	1.103	372	2.219
Hora 50	494	367	1595	267	95	552	761	462	2.147
Hora 51	860	243	1589	253	114	595	1.113	357	2.184
Hora 52	728	286	1586	332	135	737	1.060	421	2.323
Hora 53	174	470	1584	142	250	892	316	720	2.476
Hora 54	746	278	1580	144	173	663	890	451	2.243
Hora 55	761	266	1559	475	87	736	1.236	353	2.295

Código: RT-06-116/SP-336-2-J03/501	Revisão: A	Emissão: 26/03/2010	Folha: 23 / 26
---------------------------------------	---------------	------------------------	-------------------

Volume Diário Médio

Fator Equival.= 3,0

K norte = 0,09756

K sul = 0,08691

Ano		BR116 - Rodovia Régis Bittencourt			BR116 - Rodovia Régis Bittencourt			BR116 - Rodovia Régis Bittencourt					K norte =	
		116BSP2585 - Pista Norte			116BSP2585 - Pista Sul			116BSP2585 - VDM					K sul =	
		Passeio	Comercial	Total	Passeio	Comercial	Total	Passeio	Comercial	Total	% Com	D%		
2	2009	3.399	5.140	8.539	3.528	4.941	8.469	6.927	10.081	17.008	59,27%	50,2%	F projeção	
3	2010	3.567	5.395	8.962	3.703	5.186	8.888	7.270	10.580	17.850	59,27%	50,2%	1,049528438	
4	2011	3.740	5.656	9.396	3.882	5.437	9.319	7.622	11.093	18.715	59,27%	50,2%	1,048459121	
5	2012	3.922	5.930	9.852	4.070	5.701	9.771	7.992	11.631	19.623	59,27%	50,2%	1,048480387	
6	2013	4.111	6.217	10.328	4.267	5.976	10.243	8.378	12.193	20.570	59,27%	50,2%	1,048294885	
7	2014	4.310	6.517	10.827	4.473	6.265	10.738	8.783	12.782	21.565	59,27%	50,2%	1,048366263	
8	2015	4.518	6.833	11.351	4.690	6.568	11.258	9.208	13.401	22.609	59,27%	50,2%	1,048416537	
9	2016	4.723	7.142	11.866	4.902	6.866	11.768	9.626	14.008	23.634	59,27%	50,2%	1,04531012	
10	2017	4.937	7.466	12.404	5.125	7.177	12.302	10.062	14.643	24.706	59,27%	50,2%	1,04534477	
11	2018	5.161	7.805	12.966	5.357	7.503	12.860	10.519	15.308	25.826	59,27%	50,2%	1,045369448	
12	2019	5.395	8.158	13.553	5.600	7.842	13.442	10.995	16.001	26.996	59,27%	50,2%	1,04526749	
13	2020	5.640	8.529	14.168	5.854	8.198	14.052	11.494	16.727	28.221	59,27%	50,2%	1,045384952	
14	2021	5.878	8.889	14.768	6.101	8.545	14.647	11.980	17.435	29.414	59,27%	50,2%	1,042298706	
15	2022	6.127	9.266	15.393	6.360	8.907	15.267	12.487	18.172	30.659	59,27%	50,2%	1,042321847	
16	2023	6.386	9.658	16.044	6.629	9.284	15.912	13.015	18.941	31.956	59,27%	50,2%	1,042304606	
17	2024	6.657	10.066	16.723	6.909	9.676	16.586	13.566	19.743	33.308	59,27%	50,2%	1,042312075	
18	2025	6.939	10.493	17.431	7.202	10.086	17.288	14.141	20.579	34.720	59,27%	50,2%	1,042367123	
19	2026	7.190	10.873	18.063	7.463	10.452	17.915	14.653	21.324	35.977	59,27%	50,2%	1,036223463	
20	2027	7.451	11.267	18.717	7.733	10.831	18.564	15.184	22.097	37.281	59,27%	50,2%	1,036242786	
21	2028	7.721	11.676	19.397	8.014	11.224	19.238	15.735	22.900	38.635	59,27%	50,2%	1,036321402	
22	2029	8.001	12.100	20.101	8.305	11.631	19.936	16.306	23.731	40.037	59,27%	50,2%	1,036271014	
23	2030	8.291	12.538	20.830	8.606	12.053	20.659	16.898	24.592	41.489	59,27%	50,2%	1,036279619	
24	2031	8.592	12.993	21.585	8.918	12.490	21.408	17.510	25.483	42.993	59,27%	50,2%	1,036242884	
25	2032	8.904	13.464	22.368	9.242	12.943	22.185	18.145	26.407	44.553	59,27%	50,2%	1,036279985	

Código: RT-06-116/SP-336-2-J03/501	Revisão: A	Emissão: 26/03/2010	Folha: 24 / 26
---------------------------------------	---------------	------------------------	-------------------

	BR116 - Rodovia Régis Bittencourt				BR116 - Rodovia Régis Bittencourt			
	VHP - Pista Ascendente - Norte				VHP - Pista Descendente - SUL			
Ano	Passeio	Comercial	Total	Eqcp/h	Passeio	Comercial	Total	Eqcp/h
ANO 2	676	984	1.659	3626	602	876	1.478	3230
ANO 3	709	1.032	1.742	3806	632	919	1.551	3390
ANO 4	744	1.082	1.826	3990	662	964	1.626	3555
ANO 5	780	1.135	1.914	4184	695	1.011	1.705	3727
ANO 6	817	1.190	2.007	4386	728	1.060	1.788	3907
ANO 7	857	1.247	2.104	4598	763	1.111	1.874	4096
ANO 8	898	1.307	2.206	4821	800	1.165	1.965	4294
ANO 9	939	1.367	2.306	5039	837	1.217	2.054	4489
ANO 10	982	1.429	2.410	5268	874	1.273	2.147	4692
ANO 11	1.026	1.493	2.520	5507	914	1.330	2.244	4905
ANO 12	1.073	1.561	2.634	5756	956	1.391	2.346	5127
ANO 13	1.121	1.632	2.753	6017	999	1.454	2.453	5360
ANO 14	1.169	1.701	2.870	6272	1.041	1.515	2.556	5587
ANO 15	1.218	1.773	2.991	6537	1.085	1.579	2.664	5823
ANO 16	1.270	1.848	3.118	6814	1.131	1.646	2.777	6069
ANO 17	1.323	1.926	3.250	7102	1.179	1.716	2.895	6326
ANO 18	1.380	2.008	3.387	7403	1.229	1.788	3.017	6594
ANO 19	1.430	2.080	3.510	7671	1.273	1.853	3.127	6833
ANO 20	1.481	2.156	3.637	7949	1.320	1.920	3.240	7081
ANO 21	1.535	2.234	3.769	8238	1.368	1.990	3.358	7338
ANO 22	1.591	2.315	3.906	8536	1.417	2.062	3.479	7604
ANO 23	1.649	2.399	4.048	8846	1.469	2.137	3.606	7880
ANO 24	1.708	2.486	4.194	9167	1.522	2.215	3.736	8166
ANO 25	1.770	2.576	4.347	9499	1.577	2.295	3.872	8462

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
RT-06-116/SP-336-2-J03/501	A	26/03/2010	25 / 26

6.2 Cálculo dos Níveis de Serviço

Pista Ascendente – Sentido Norte

SERRA DO CAFEZAL											NÍVEL DE SERVIÇO									
PISTA NORTE					39%	pesados	K=	9,8%			2009	2013	2017	2022	2032					
	TRECHO				EXT	%	Equiv.	Nº de Faixas Abertura	Nº Fxs. Ano Projeto	Nº Faixas - Final 2032	Ano 2	Ano abertura - Ano 6	Ano 11	Ano de projeto - ano 15	Ano 25 com Nº fxs Ano Projeto	Ano 25 com Nº fxs para 2032	Terreno	NS Padrão - PER- Manual DNER	Extensão com 3 fxs - ano 15	Extensão com 4 fxs ano 32
1	335.950	-	337.205	km 335,96 - km 337,2	1254,87	-2,83%	1,5	2	2	3	B	B	C	C	D	C	Lev. Ondulado	C	0	0
2	337.205	-	340.095	km 337,21 - km 340,1	2890,00	4,47%	2,5	3	3	4	B	C	C	D	E	D	Montanhoso	D	2.890	2890
3	340.095	-	341.055	km 340,1 - km 341,06	960,00	-5,27%	1,5	2	2	3	B	C	C	D	E	D	Montanhoso	D	0	0
4	341.055	-	341.790	km 341,06 - km 341,7	735,00	6,28%	2,5	3	3	4	B	C	C	D	E	D	Montanhoso	D	735	735
5	341.790	-	342.085	km 341,79 - km 342,0	295,00	-2,02%	1,5	2	2	3	B	C	C	D	E	D	Montanhoso	D	0	0
6	342.085	-	342.400	km 342,09 - km 342,4	315,00	3,87%	1,5	2	2	3	B	C	C	D	E	D	Montanhoso	D	0	0
7	342.400	-	343.335	km 342,4 - km 343,34	935,00	-4,62%	1,5	2	2	3	B	C	C	D	E	D	Montanhoso	D	0	0
8	343.335	-	344.560	km 343,34 - km 344,5	1225,00	4,46%	2,5	3	3	4	B	C	C	D	E	D	Rampa Composta - Montanhoso	D	1.225	1225
9	344.560	-	344.905	km 344,56 - km 344,9	345,00	-0,91%	2,5	3	3	4	B	C	C	D	E	D		D	345	345
10	344.905	-	347.295	km 344,91 - km 347,3	2390,00	5,94%	3	3	3	4	C	C	D	D	F	E	Montanhoso	D	2.390	2390
11	347.295	-	348.695	km 347,3 - km 348,7	1400,00	-3,61%	1,5	2	2	3	B	C	C	D	E	D	Montanhoso	D	0	0
12	348.695	-	355.030	km 348,7 - km 355,03	6335,00	4,48%	2,5	3	3	4	B	C	C	D	E	D	Rampa Composta - Montanhoso	D	6.335	6335
13	355.030	-	355.310	km 355,03 - km 355,3	280,00	-1,00%	2,5	3	3	4	B	C	C	D	E	D		D	280	280
14	355.310	-	359.055	km 355,31 - km 359,0	3745,00	4,66%	2,5	3	3	4	B	C	C	D	E	D	Montanhoso	D	3.745	3745
15	359.055	-	359.385	km 359,06 - km 359,3	330,00	-4,93%	1,5	3	3	3	B	B	C	C	D	D	Montanhoso	D	330	0
16	359.385	-	360.210	km 359,39 - km 360,2	825,00	6,00%	2,5	3	3	4	B	C	C	D	E	D	Montanhoso	D	825	825
17	360.210	-	360.705	km 360,21 - km 360,7	495,00	-2,97%	1,5	3	3	4	A	B	B	C	D	C	Lev. Ondulado	C	495	495
18	360.705	-	361.510	km 360,71 - km 361,5	805,00	3,19%	1,5	3	3	4	A	B	B	C	D	C	Lev. Ondulado	C	805	805
19	361.510	-	361.650	km 361,51 - km 361,6	140,00	-1,00%	1,5	2	2	3	B	B	C	C	D	C	Plano	C	0	0
20	361.650	-	362.380	km 361,65 - km 362,3	730,00	0,98%	1,5	2	2	3	B	B	C	C	D	C	Plano	C	0	0
21	362.380	-	362.920	km 362,38 - km 362,9	540,00	-0,65%	1,5	2	2	3	B	B	C	C	D	C	Plano	C	0	0
22	362.920	-	363.390	km 362,92 - km 363,3	470,00	1,19%	1,5	2	2	3	B	B	C	C	D	C	Plano	C	0	0
23	363.390	-	364.180	km 363,39 - km 364,1	790,00	-1,58%	1,5	2	2	3	B	B	C	C	D	C	Plano	C	0	0
24	364.180	-	365.070	km 364,18 - km 365,0	890,00	1,00%	1,5	2	2	3	B	B	C	C	D	C	Plano	C	0	0
25	365.070	-	365.990	km 365,07 - km 365,9	920,00	-1,02%	1,5	2	2	3	B	B	C	C	D	C	Plano	C	0	0
																			83,9%	82,6%

Código: RT-06-116/SP-336-2-J03/501	Revisão: A	Emissão: 26/03/2010	Folha: 26 / 26
---------------------------------------	---------------	------------------------	-------------------

Pista Descendente – Sentido Sul

PISTA SUL				33% pesados		K=		8,7%											
	TRECHO			EXT	%	Equiv.	Nº de Faixas Abertura	Nº Fxs. Ano Projeto	Nº Faixas - Final 2032	Ano 2	Ano abertura - Ano 6	Ano 11	Ano de projeto - ano 15	Ano 25 com Nº fxs Ano Projeto	Ano 25 com Nº fxs para 2032	Terreno	NS Padrão - PER- Manual DNER		
1	335.950	-	337.205	km 335,96 - km 337,2	1254,87	2,83%	1,5	2	2	3	A	B	B	C	D	C	Lev. Ondulado	C	
2	337.205	-	340.095	km 337,21 - km 340,1	2890,00	-4,47%	1,5	2	2	3	B	B	C	D	E	D	Fort. Ondulado	D	
3	340.095	-	341.055	km 340,1 - km 341,06	960,00	5,27%	3	3	3	4	B	C	C	D	E	D	Fort. Ondulado	D	
4	341.055	-	341.790	km 341,06 - km 341,7	735,00	-6,28%	1,5	2	2	3	B	B	C	D	E	D	Fort. Ondulado	D	
5	341.790	-	342.085	km 341,79 - km 342,0	295,00	2,02%	1,5	2	2	3	B	B	C	D	E	D	Fort. Ondulado	D	
6	342.085	-	342.400	km 342,09 - km 342,4	315,00	-3,87%	1,5	2	2	3	B	B	C	D	E	D	Fort. Ondulado	D	
7	342.400	-	343.335	km 342,4 - km 343,34	935,00	4,62%	2,5	3	3	4	B	B	C	D	E	D	Fort. Ondulado	D	
8	343.335	-	344.560	km 343,34 - km 344,5	1225,00	-4,46%	1,5	2	2	3	B	B	C	D	E	D	Rampa composta - Fort. Ondulado	D	
9	344.560	-	344.905	km 344,56 - km 344,9	345,00	0,91%	1,5	2	2	3	B	B	C	D	E	D		D	
10	344.905	-	347.295	km 344,91 - km 347,3	2390,00	-5,94%	1,5	2	2	3	B	B	C	D	E	D		D	
11	347.295	-	348.695	km 347,3 - km 348,7	1400,00	3,61%	1,5	2	2	3	B	B	C	D	E	D	Fort. Ondulado	D	
12	348.695	-	355.030	km 348,7 - km 355,03	6335,00	-4,48%	1,5	2	2	3	B	B	C	D	E	D	Rampa composta - Fort. Ondulado	D	
13	355.030	-	355.310	km 355,03 - km 355,3	280,00	1,00%	1,5	2	2	3	B	B	C	D	E	D		D	
14	355.310	-	359.055	km 355,31 - km 359,0	3745,00	-4,66%	1,5	2	2	3	B	B	C	D	E	D		D	
15	359.055	-	359.385	km 359,06 - km 359,3	330,00	4,93%	1,5	2	2	3	B	B	C	D	E	D	Fort. Ondulado	D	
16	359.385	-	360.210	km 359,39 - km 360,2	825,00	-6,00%	1,5	2	2	3	B	B	C	D	E	D	Fort. Ondulado	D	
17	360.210	-	360.705	km 360,21 - km 360,7	495,00	2,97%	1,5	2	2	3	A	B	B	C	D	C	Lev. Ondulado	C	
18	360.705	-	361.510	km 360,71 - km 361,5	805,00	-3,19%	1,5	2	2	3	A	B	B	C	D	C	Lev. Ondulado	C	
19	361.510	-	361.650	km 361,51 - km 361,6	140,00	1,00%	1,5	2	2	3	A	B	B	C	D	C	Plano	C	
20	361.650	-	362.380	km 361,65 - km 362,3	730,00	-0,98%	1,5	2	2	3	A	B	B	C	D	C	Plano	C	
21	362.380	-	362.920	km 362,38 - km 362,9	540,00	0,65%	1,5	2	2	3	A	B	B	C	D	C	Plano	C	
22	362.920	-	363.390	km 362,92 - km 363,3	470,00	-1,19%	1,5	2	2	3	A	B	B	C	D	C	Plano	C	
23	363.390	-	364.180	km 363,39 - km 364,1	790,00	1,58%	1,5	2	2	3	A	B	B	C	D	C	Plano	C	
24	364.180	-	365.070	km 364,18 - km 365,0	890,00	-1,00%	1,5	2	2	3	A	B	B	C	D	C	Plano	C	
25	365.070	-	365.990	km 365,07 - km 365,9	920,00	1,02%	1,5	2	2	3	A	B	B	C	D	C	Plano	C	



**Autopista
Régis Bittencourt**
 arteris

Código
MC-06-116-SP-336-7-P01-501

REV.
A

Emissão
03/05/2013

Folha
1 de 26

Lote :
04

Rodovia : BR-116
RODOVIA RÉGIS BITTENCOURT

Firma Projetista:
DYNATEST ENGENHARIA LTDA.

Trecho :
SÃO PAULO - CURITIBA - PISTA NORTE

Concessionária:
Autopista Régis Bittencourt

Objeto: MEMÓRIA DE CÁLCULO PAVIMENTAÇÃO
km 349+300 ao km 357+000

ANTT:

Documentos de Referência:

Documentos Resultantes:

Observação:

1	02/03/2015	ENG. ADRE FELIPE	Autopista Régis Bittencourt	
0	28/09/2012	ENG. ADRE FELIPE	Autopista Régis Bittencourt	
Rev.	Data	Firma Projetista	Concessionária	ANTT

FIRMA PROJETISTA: DYNATEST

Nº INTERNO:

Rev. 1

ÍNDICE

ÍNDICE

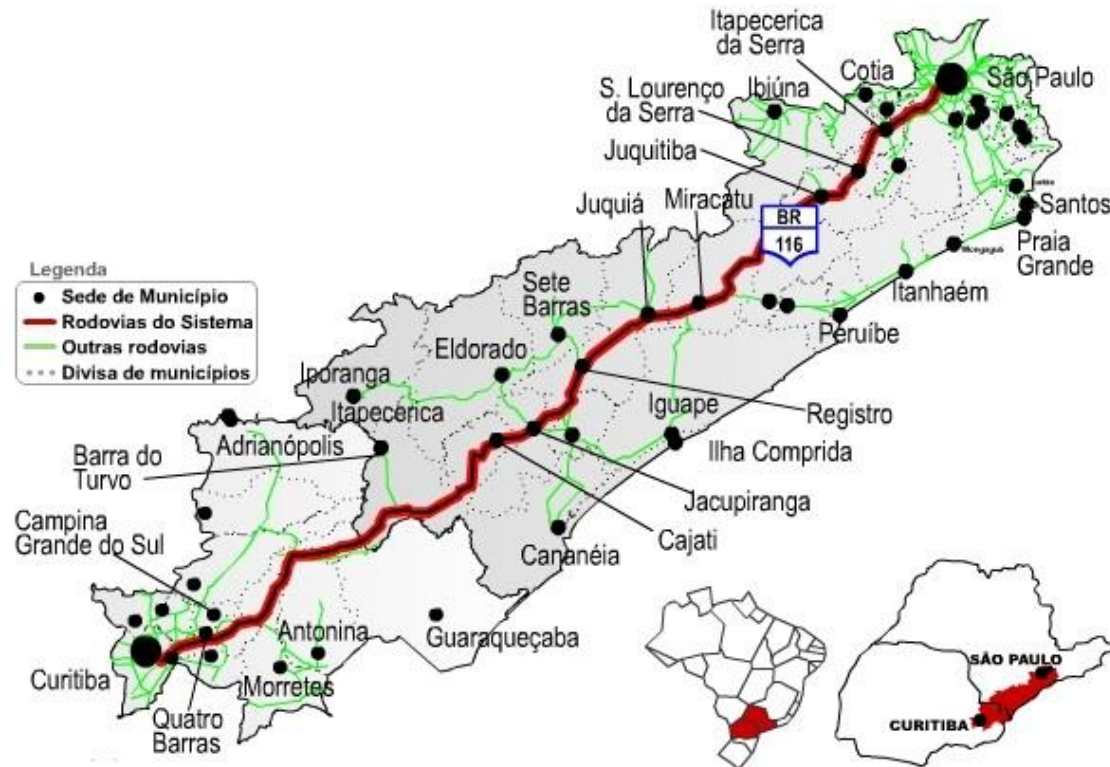
1. APRESENTAÇÃO	5
2. DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS NOVOS.....	7
2.1. Tráfego	8
2.2. Subleito	10
2.3. Método do Dimensionamento.....	10
2.3.1. Método do DNER.....	10
2.3.2. Métodos Mecanísticos	12
2.3.2.1. Deformação Vertical Máxima no Revestimento	12
2.3.2.2. Fadiga Quanto às Deformações das Misturas Betuminosas.....	13
2.3.2.3. Fadiga de Misturas Cimentadas	13
2.3.2.4. Deformações de Compressão no Subleito.....	14
3. SOLUÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO	15
4. ESPECIFICAÇÕES.....	18
ANEXO I – MEMÓRIA DE CÁLCULO	21

1. APRESENTAÇÃO

1. APRESENTAÇÃO

A Dynatest Engenharia Ltda. apresenta neste relatório o dimensionamento do pavimento referente à duplicação da rodovia BR-116/SP - Régis Bittencourt, no trecho entre o quilômetro 361+600 e o quilômetro 363+100, pertencente à malha viária da Concessionária Autopista Régis Bittencourt S.A.

A seguir apresenta-se um mapa rodoviário com a Malha Rodoviária que constitui a Autopista Régis Bittencourt S.A.



Furos de sondagem foram realizados pela concessionária para caracterização do solo existente no local e determinação do Índice de Suporte Califórnia (ISC) do subleito.

De posse de tal informação, associada aos dados de tráfego do trecho, foi concebida e proposta a solução de pavimentação do trecho.

2. DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS NOVOS

2. DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS NOVOS

O pavimento rodoviário deve ser dimensionado tendo em vista os materiais disponíveis, o tráfego previsto para o período de projeto e as características locais, de forma a minimizar a tensão vertical que atinge o subleito e proteger as camadas asfálticas do processo de fadiga decorrente do carregamento cíclico do tráfego.

Para o dimensionamento das soluções técnicas propostas foram considerados os seguintes parâmetros e critérios:

2.1. Tráfego

Para efeito de dimensionamento, o tráfego de veículos pesados foi convertido em operações do eixo padrão rodoviário, número "N", definido como sendo o número de repetições equivalentes de um eixo-padrão de 8,2t (18.000lb ou 80kN) durante o período de vida útil do projeto de 10 anos, conforme as recomendações dos métodos de dimensionamento de pavimentos novos do DNER/SP.

Na determinação do Número "N" são considerados certos fatores relacionados com a composição do tráfego e referidos a cada categoria de veículos, definida em função da carga transportada e do número de eixos dos veículos. Seus valores anuais e acumulados durante o período de projeto são calculados com base nas projeções do tráfego, sendo necessário para isso o conhecimento qualitativo e quantitativo da composição presente e futura dos veículos.

O número "N" é calculado pela seguinte expressão:

$$N = 365 \times P \times VDM \times Fv \times Fr \times D \times d$$

Onde:

- N = número equivalente de operações do eixo padrão;
- P = período de projeto;
- VDM = volume diário médio de tráfego;
- Fv = fator de veículo;
- Fr = fator climático regional;
- D = porcentagem de veículos comerciais na faixa mais solicitada;
- d = porcentagem de veículos por sentido.

Inicialmente foram coletadas informações de contagem volumétrica de veículos junto à concessionária, referentes à praça de pedágio de Miracatu no km 370. Utilizaram-se os Fatores de Veículos (Fv) indicados no projeto de duplicação do km 362+200 a km 367+600 (documento MC-06-116/SP-362-2-P09/501) de 2010. Adotou-se uma taxa de 3% de crescimento dos veículos comerciais e ano de abertura ao tráfego em 2014.

Os dados de contagem volumétrica de veículos fornecidos pela concessionária indicam o volume de tráfego comercial médio de 5.641 veículos em 2012. Na sequência apresenta-se a tabela com detalhamento do cálculo do número "N".

Autopista Régis Bittencourt arteris									
Contagem de Veículos - Praça de Miracatu - Km 370									
Mês	Automática								
	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5	Cat6	Cat7	Cat8	Cat9
jan-11	318.570	28.782	1.412	106.190	101	22.253	83.258	98.689	7.264
fev-11	164.911	27.933	779	108.654	61	23.294	87.654	98.631	4.133
mar-11	200.785	29.967	881	116.279	98	24.666	92.734	107.430	4.927
abr-11	209.184	29.553	924	108.498	72	24.577	88.831	104.116	6.305
mai-11	156.793	30.510	724	115.719	96	26.595	94.381	113.605	4.285
jun-11	169.800	29.294	854	108.709	82	26.048	87.146	104.876	4.206
jul-11	206.223	31.073	1.027	111.399	93	27.234	91.151	110.419	4.071
ago-11	160.225	31.494	837	116.537	87	27.941	95.755	115.037	3.848
set-11	172.895	31.122	856	112.938	74	27.794	91.669	108.460	4.007
out-11	189.006	32.947	954	118.652	104	30.390	95.100	116.279	5.057
nov-11	195.576	33.268	1.041	116.117	101	31.417	92.794	112.952	5.398
dez-11	282.573	33.538	1.392	112.304	120	32.581	88.605	108.804	6.759
Total	2.426.541	369.481	11.681	1.351.996	1.089	324.790	1.089.078	1.299.298	60.260

Projeção do VMD e dos Valores do Número N							
Rodovia: BR-116/SP Trecho: km 361+600 ao km 363+100 Praça: Miracatu - km 370 Sentido: Norte/Sul							
Ano da Pesquisa		Período de Análise	Fatores de Veículo - FV		Fator Climático Regional - FR	Fator de Pista - FP	
			Método USACE	Método AASHTO			
2012		10	8,59	2,99	1,00	0,475	
Ano		Taxa de Crescimento (%)	VMD com	N Anual USACE	N Anual AASHTO	N Acum. USACE	N Acum. AASHTO
2012	AE	3,0%	5641				
2013	-	3,0%	5810				
2014	1	3,0%	5985	8,92E+06	3,11E+06	8,92E+06	3,11E+06
2015	2	3,0%	6164	9,19E+06	3,20E+06	1,81E+07	6,31E+06
2016	3	3,0%	6349	9,46E+06	3,30E+06	2,76E+07	9,60E+06
2017	4	3,0%	6540	9,74E+06	3,40E+06	3,73E+07	1,30E+07
2018	5	3,0%	6736	1,00E+07	3,50E+06	4,73E+07	1,65E+07
2019	6	3,0%	6938	1,03E+07	3,60E+06	5,77E+07	2,01E+07
2020	7	3,0%	7146	1,06E+07	3,71E+06	6,83E+07	2,38E+07
2021	8	3,0%	7360	1,10E+07	3,82E+06	7,93E+07	2,76E+07
2022	9	3,0%	7581	1,13E+07	3,94E+06	9,06E+07	3,16E+07
2023	10	3,0%	7809	1,16E+07	4,05E+06	1,02E+08	3,56E+07
				Número N Projeto	1,02E+08	3,56E+07	

2.2. Subleito

Para determinação do Índice Suporte Califórnia (ISC) do subleito foram realizados furos de sondagem pela concessionária e as amostras coletadas foram submetidas aos ensaios laboratoriais. Dos ensaios constatou-se que o solo proveniente do trecho é constituído por areia siltosa, com ISC variando entre 7% e 9% e com expansão maior que 2%.

Com o intuito de se proteger o subleito, faz-se necessário o afastamento da carga do mesmo para dissipar as tensões e deformações que possam vir a gerar deformações excessivas. Assim, foi previsto no dimensionamento do pavimento um CBR de projeto 5%, a favor da segurança, e uma camada de sub-base de Rachão com 60 cm de espessura, executada em 3 camadas compactadas com grau maior ou igual a 100% em relação a energia do Proctor Normal. No caso de solo expansivo ou com CBR inferior a 5%, pode-se aumentar a espessura de rachão para substituição deste material.

2.3. Método do Dimensionamento

Para o presente estudo, considerou-se a concepção de pavimento semi-rígido, com a camada de base composta de BGTC, tendo em vista a disponibilidade de materiais no trecho em questão.

2.3.1. Método do DNER

O Método do DNER tem sua metodologia bastante difundida e é de domínio geral, tendo como premissa básica a proteção das camadas quanto à ruptura por cisalhamento. Nele, definem-se as espessuras equivalentes de pavimento necessárias para a proteção das camadas subjacentes em função do índice de Suporte Califórnia. Já as espessuras de cada camada são dadas em função de seus coeficientes de equivalência estrutural.

No que diz respeito às camadas betuminosas, recomenda-se a adoção de uma espessura mínima no intuito de se proteger a camada de base dos esforços impostos pelo tráfego e evitar a ruptura do revestimento por esforços repetidos de tração na flexão. Esses valores mínimos para a espessura de revestimento são apresentados a seguir:

Parâmetro de Tráfego	Tipo e Espessura
$N \leq 1 \times 10^6$	Tratamentos Superficiais Betuminosos duplos e triplos
$1 \times 10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Concreto Betuminoso (5,0 cm)
$5 \times 10^6 < N \leq 1 \times 10^7$	Concreto Betuminoso (7,5 cm)
$1 \times 10^7 < N \leq 5,0 \times 10^7$	Concreto Betuminoso (10 cm)
$N > 5 \times 10^7$	Concreto Betuminoso (12,5 cm)

No caso de bases cimentadas, esta espessura mínima pode ser diminuída, pois o revestimento irá trabalhar somente a compressão.

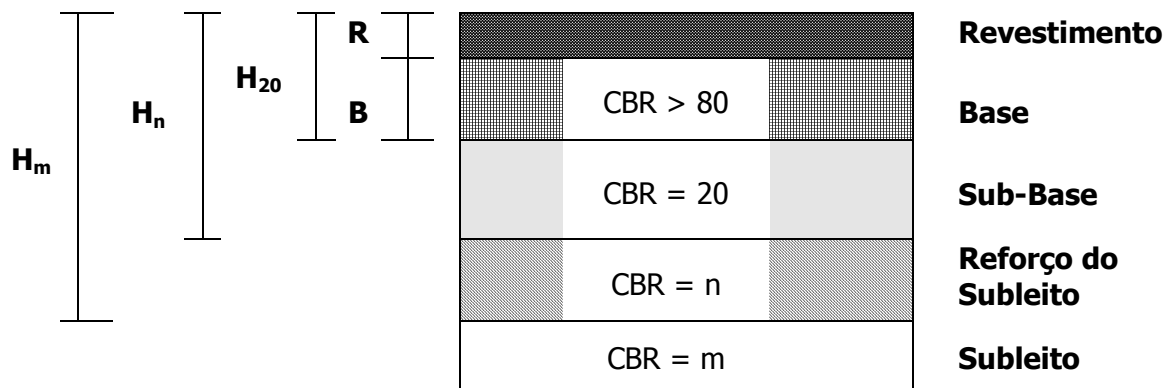
Dessa forma, o dimensionamento baseia-se nos seguintes parâmetros:

- Índice de Suporte Califórnia do subleito (ISC)
- Número de operações do eixo padrão de 8,2 tf (N)
- Coeficientes de equivalência estrutural das camadas do pavimento (K)

A partir do número N e da capacidade de suporte da camada em análise é possível definir a espessura equivalente em material granular (H) necessária para a proteção da mesma, conforme equação abaixo:

$$H = 77,67 \cdot N^{0,0482} \cdot CBR^{-0,598}$$

A definição das espessuras equivalentes para a proteção de cada camada separadamente é realizada para o subleito (H_m), o reforço do subleito (H_n) e a sub-base (H_{20}), conforme a figura apresentada na seqüência.



As espessuras individuais das camadas constituintes do pavimento são calculadas com base nos critérios a seguir:

$$R K_R + B K_B \geq H_{20}$$

$$R K_R + B K_B + S K_S \geq H_n$$

$$R K_R + B K_B + S K_S + Ref K_{Ref} \geq H_m$$

onde:

- R, B, S e Ref: espessuras do revestimento, base, sub-base e reforço, respectivamente;
- K: coeficientes estruturais.

2.3.2. Métodos Mecanísticos

Adicionalmente foram empregados modelos mecanísticos para a análise de deformações e deslocamentos das camadas asfálticas; deformações no subleito e tensões de tração nas camadas cimentadas.

A fadiga e a deformação são as condições fundamentais da avaliação estrutural de pavimentos. Assim, procurou-se determinar diversos indicadores estruturais representados pelas deformações verticais reversíveis (deflexões) na superfície (D), deformações horizontais de tração (ϵ_t) no revestimento, pela tensão de tração na camada cimentada (σ_t) e pela deformação vertical no topo do subleito (ϵ_v).

A análise de desempenho das estruturas é feita através da verificação da compatibilidade entre esforços solicitantes (devidos à aplicação de cargas de tráfego) e os esforços resistentes, intrínsecos de cada material, traduzidos pelas equações de fadiga apresentadas adiante. Quando as estruturas inicialmente testadas em simulações computacionais não atendem aos parâmetros admissíveis (ou desejados) de cada material, devem ser realizadas adequações nas espessuras das camadas de forma a se obter um pavimento equilibrado para atender o período de projeto desejado.

Os modelos ou critérios mecanísticos empregados neste estudo são apresentados a seguir.

2.3.2.1. Deformação Vertical Máxima no Revestimento

Os deslocamentos verticais máximos no topo do revestimento ocorrem devido às tensões e deformações das camadas estruturais constituintes do pavimento e do subleito em resposta ao carregamento na superfície do pavimento. Portanto, é necessário verificar os valores de deslocamentos verticais recuperáveis máximos no topo do pavimento de modo a garantir deformações inferiores às deformações de projeto.

Como critério comparativo, utilizou-se, para este parâmetro, a equação tradicionalmente aceita e proposta por Preussler e Pinto no método TECNAPAV:

$$N_{RUPTURA} = 5,55 \times 10^{16} D_{adm}^{-5,32}$$

Onde:

$N_{RUPTURA}$ = número de operações para a ruptura do pavimento (método da USACE);

D_{adm} = deflexão admissível (deslocamento vertical máximo da superfície do pavimento).

2.3.2.2. Fadiga Quanto às Deformações das Misturas Betuminosas

As deformações horizontais de tração (ε_t) nas faces inferiores das camadas betuminosas, causadas pelos carregamentos na superfície dos pavimentos, se forem excessivas, poderão causar ruptura por fadiga dessas camadas.

Desta forma, existe um número muito grande de procedimentos analíticos de projeto que consideram a deformação específica de tração na face inferior da camada betuminosa como o fator determinante da fadiga. No caso em estudo foi utilizada a equação definida por *Federal Highway Administration* (FHWA, 1976):

$$N_{RUPTURA} = 1,09 \times 10^{-6} \times \left(\frac{1}{\varepsilon_t} \right)^{3,512}$$

Onde:

$N_{RUPTURA}$ = número de operações para a ruptura do pavimento por fadiga
(método da AASHTO);

ε_t = deformação específica horizontal de tração.

2.3.2.3. Fadiga de Misturas Cimentadas

Em camadas cimentadas, seja ela composta de solo-cimento ou brita graduada tratada com cimento (BGTC), deformações ou tensões horizontais de tração na fibra inferior da camada cimentada, causadas pelo carregamento na superfície do pavimento, podem causar sua ruptura por fadiga.

Para modelar o comportamento à fadiga da camada de brita graduada tratada com cimento, utilizou-se o modelo desenvolvido por Balbo (1993) para camadas deste tipo, a saber:

$$N_{RUPTURA} = 10^{(17,137 - 19,608 \times SR)} \text{ e } SR = \frac{\sigma_a}{\Delta\sigma}$$

Onde:

$N_{RUPTURA}$ = número de operações para a ruptura do pavimento por fadiga
(método da USACE);

σ_a = tensão atuante;

$\Delta\sigma$ = tensão de tração na flexão de ruptura do material.

Para o estudo em questão, utilizou-se uma tensão de tração na flexão de 10 Kgf/cm².

2.3.2.4. Deformações de Compressão no Subleito

O solo de fundação é normalmente o material menos resistente da estrutura, portanto é por ele que se inicia a verificação estrutural. Entretanto, uma vez confirmado o seu desempenho, é importante efetuar-se também a análise global para assegurar eventuais problemas devido ao fenômeno da deformação permanente.

A análise é feita comparando-se a máxima deformação específica vertical de compressão (ε_v) atuante no topo do subleito, considerando-se um sistema de camadas elásticas, comparando-as com os valores admissíveis correspondentes ao material utilizado.

Nos pavimentos rodoviários onde o tráfego é canalizado, a deformação permanente em geral se manifesta nas chamadas trilhas de roda. Essa deformação devida ao cisalhamento é um dos fatores que precisa ser levado em conta no projeto racional de pavimentos, objetivando-se minimizar as deformações totais dos mesmos.

O critério da fadiga para deformações verticais de compressão do subleito é idêntico aos modelos adotados para a fadiga de misturas betuminosas e expresso neste trabalho por uma equação da seguinte forma (Dormon & Metcalf, 1965):

$$N_{USACE} = 6,069 \times 10^{-10} \times (\varepsilon_v)^{-4,762}$$

3. SOLUÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO

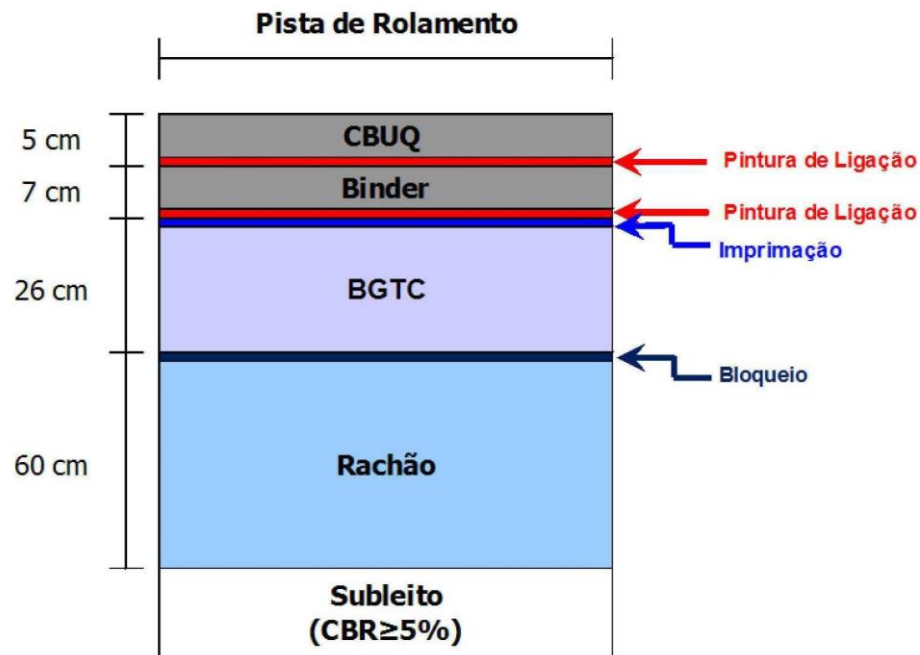
3. SOLUÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO

A partir dos dados do estudo de tráfego e das características do subleito local foram realizados dimensionamentos das estruturas de pavimento. Inicialmente, foi determinada uma estrutura de pavimento a partir do método de dimensionamento do DNER seguindo-se a adequação desta estrutura pelos critérios mecanísticos.

No desenvolvimento deste estudo, utilizou-se a teoria das camadas elásticas para o cálculo dos deslocamentos, das tensões e das deformações nas estruturas simuladas. Nesta tarefa, fez-se uso do programa do ELSYM5 – *Elastic Layered System*, que aplica o método das diferenças finitas no cálculo destes parâmetros, produzidos por um eixo de cargas, em qualquer ponto da estrutura do pavimento.

A solução de pavimento proposta é descrita a seguir:

- ✓ Sub-base de Rachão com 60 cm de espessura total, executada em 3 camadas de 20 cm cada;
- ✓ Camada de bloqueio;
- ✓ Base de Brita Graduada Tratada com Cimento (BGTC) com 26 cm de espessura;
- ✓ Imprimação;
- ✓ Pintura de Ligação;
- ✓ Concreto betuminoso usinado a quente "Faixa B" (Binder) com 7 cm de espessura;
- ✓ Pintura de Ligação;
- ✓ Concreto betuminoso usinado a quente "Faixa C" (CBUQ) com 5 cm de espessura.



A memória de cálculo do dimensionamento da estrutura em questão é apresentada no anexo I, incluindo-se os resultados dos modelos mecânicos.

Os desenhos de referência para o projeto executivo de pavimentação, plantas de localização da duplicação e seção tipo com notas especificações de serviço, detalhes construtivos e tabela deliberação de camadas por deflectometria, estão apresentados nos conjuntos de desenho P02, P05 e P09.

4. ESPECIFICAÇÕES

4. ESPECIFICAÇÕES

São necessários cuidados e controle na execução da estrutura, especialmente no que se refere à umidade e à compactação das camadas granulares, à resistência e ao processo de cura da camada cimentada, e à compactação, à usinagem e a aplicação das camadas asfálticas.

As obras de pavimentação propostas devem atender as especificações de serviço do DNIT (antigo DNER). O quadro a seguir ilustra as especificações de materiais a serem adotadas:

Especificação	Descrição
DER/SP ET-DE-P00/011	SUB-BASE DE RACHÃO
DER/SP ET-DE-P00/009	BASE DE BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO (BGTC)
DNIT 144/2010-ES	IMPRIMADURA IMPERMEABILIZANTE
DNIT 145/2010-ES	PINTURA DE LIGAÇÃO
DNIT 031/2006-ES	CONCRETO ASFÁLTICO FAIXA B (Binder)
DNIT 031/2006-ES	CONCRETO ASFÁLTICO FAIXA C (CBUQ)

As seguintes especificações particulares também deverão ser atendidas:

- Camada de sub-base em Rachão, executada em 3 etapas de 20 cm, totalizando 60 cm;
- Camada de bloqueio composta de pedrisco com dimensão máxima do agregado limitada a 3/8";
- Base executada em Brita Graduada Tratada com Cimento (BGTC) com teor mínimo de cimento de 4%, tal que apresente as seguintes resistências características:
 - Resistência por compressão simples aos 7 dias de, no mínimo, 35 kg/cm²
 - Resistência por compressão simples aos 28 dias de, no mínimo, 45 kg/cm²
 - Resistência a tração diametral aos 28 dias de, no mínimo, 5,5 kg/cm²

Deverá ser executado um dreno longitudinal raso em toda a extensão em conformidade com o dispositivo DSS-04 especificado no Álbum de Projetos – Tipo de Dispositivos de Drenagem, Publicação IPR-736/2010, com o intuito de se drenar a camada de rachão, conforme demonstrado no desenho DE-06-116/SP-349-3-P05/501. Além disso, deverão ser previstos drenos longitudinais de pavimento nos locais onde há confinamento das camadas asfálticas em função dos elementos de drenagem com o intuito de se drenar a camada de binder, podendo-se utilizar como alternativa o dreno do tipo MacDrain.

O controle deflectométrico deve ser realizado com Viga Benkelman ou FWD conforme figura a seguir:

CONTROLE DEFLECTOMÉTRICO

<i>Espessura</i>	<i>Camada</i>	<i>Deflexão</i>
5 cm	CBUQ	24x10 ² mm
7 cm	Binder	27x10 ² mm
26 cm	BGTC	30x10 ² mm
		75x10 ² mm
60 cm	Rachão	
-	Subleito CBR ± 5%	

Camada de Bloqueio

ANEXO I – MEMÓRIA DE CÁLCULO

- **Dimensionamento pelo Método do DNER**

Método do DNER

Dados de Entrada

CBR subleito	5%
CBR sub-base	20%
Número N_{USACE}	$1,02 \times 10^8$

Parâmetros de Verificação

H_m	72,2	cm
H_{20}	31,5	cm

Dimensionamento

Camada	Material	K	H_{proj} (cm)	H_{equiv} (cm)	H_{acum} (cm)	Aceito	
Revestimento	CBUQ	2,00	10,0	20,0	64,2	> H_{20}	31,5 cm
Base	BGTC	1,70	26,0	44,2			
Sub-base	Rachão	1,00	60,0	60,0	124,2	> H_m	72,2 cm
							SIM

Obs.

O fator de equivalência (K) de cada material é o proposto no Método do DNER

O H_{equiv} indica a espessura equivalente da camada para a proteção da camada inferior

O H_{acum} indica a espessura equivalente acumulada a ser comparada com os parâmetros de verificação

• Critérios de Fadiga

Pista de Rolamento		E (Kgf/cm ²)	Poisson
10 cm	Revestimento Asfáltico	45.000	0,30
26 cm	BGTC	70.000	0,20
60 cm	Rachão	2.000	0,35
	Subleito (CBR ≥ 5%)	500	0,40

• Análise Mecânica

Material	Espessura (cm)	Parâmetro	número N		Modelo	Valor admissível	Unidade	Valor Previsto	Aceito
Revestimento Asfáltico	10	D	USACE	1,02 x 10 ⁸	Preussler e Pinto	43,84	x 10 ⁻² mm	25,53	SIM
		ε_t	AASHTO	3,56 x 10 ⁷	FHWA, 1976	1,42E-04	mm / mm	-4,38E-06	SIM
BGTC	26	σ_t	USACE	1,02 x 10 ⁸	Balbo, 1993	4,65	kgf/cm ²	3,27	SIM
Rachão	60	-	-	-	-	-	-	-	-
Subleito	-	ε_v	USACE	1,02 x 10 ⁸	Dormon & Metcalf, 1965	2,41E-04	mm / mm	8,30E-05	SIM

• Arquivos de Saída do ELSYM5

1 ELSYM5 3/72 - 3, SISTEMA ELASTICO DE CAMADAS DE UMA A DEZ CARGAS NORMAIS CIRCULARES UNIFORMES IDENTICAS

* * * SISTEMA ELASTICO 1 -

CAMADA	MODULO DE ELASTIC. (KGF/CM2)	COEF. DE POISSON	ESPESSURA (CM)
1	45000.	.300	10.000
2	70000.	.200	26.000
3	2000.	.350	60.000
4	500.	.400	SEMI-INFINITO

UM CARGA(S), CADA CARGA NA SEQUENCIA

VALOR DAS CARGAS..... 4100.00 KGF
PRESSAO DE CONTATO..... 5.80 KGF/CM2
RAIO DE CONTATO..... 15.00 CM

DISPOSICAO

, CARGA X(CM) Y(CM)
1 .000 .000

RESULTADOS REQUISITADOS PARA DISP. DE SISTEMAS

PROF.(S) - (CM)
Z= .01 9.99 35.99 96.01
PONTO(S) X-Y - (CM)
X= .00 .00 .00 .00 .00 .00 .00
Y= .00 20.00 30.00 45.00 65.00 90.00 120.00

1 ELSYM5 3/72 - 3, SISTEMA ELASTICO DE CAMADAS DE UMA A DEZ CARGAS NORMAIS CIRCULARES UNIFORMES IDENTICAS

* * * SISTEMA ELASTICO 1 -

Z= .01 CAMADA NO. 1
X= .00 .00 .00 .00 .00 .00 .00
Y= .00 20.00 30.00 45.00 65.00 90.00 120.00

TENSOES NORMAIS
SXX -5.99 -2.32 -1.90 -1.44 -1.04 -.69 -.48
SYX -5.99 -1.17 -1.23 -.81 -.43 -.13 -.01
SZZ -5.80 -2.05 .02 .03 .00 .02 -.02

TENSOES DE CISCALHAMENTO
SXY .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00
SXZ .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00
SYZ .0000E+00 .2249E-02 .8163E-04 -.3118E-03 -.1825E-03 -.1422E-03 -.7061E-04

TENSOES PRINCIPAIS
PS 1 -5.80 -.05 .02 .03 .00 .02 -.01
PS 2 -5.99 -1.17 -1.23 -.81 -.43 -.13 -.02
PS 3 -5.99 -2.32 -1.90 -1.44 -1.04 -.69 -.48

TENSAO PRINCIPAL DE CIS.
PSS1 .9242E-01 .1135E+01 .9591E+00 .7362E+00 .5193E+00 .3576E+00 .2338E+00
PSS2 .9242E-01 .5601E+00 .6254E+00 .4204E+00 .2135E+00 .7522E-01 .4719E-02
PSS3 .0000E+00 .5744E+00 .3337E+00 .3158E+00 .3058E+00 .2823E+00 .2290E+00

DESLOCAMENTOS
UX .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00
UY .0000E+00 -.8683E-03 -.1023E-02 -.1208E-02 -.1315E-02 -.1323E-02 -.1248E-02
UZ .2622E-01 .2313E-01 .2167E-01 .2070E-01 .1933E-01 .1758E-01 .1563E-01

DEF.ESPECIFICAS NORMAIS
EXX -.5443E-04 -.4341E-04 -.3411E-04 -.2685E-04 -.2023E-04 -.1470E-04 -.1040E-04
EYY -.5443E-04 -.1023E-04 -.1483E-04 -.8606E-05 -.2559E-05 .1614E-05 .3108E-05
EZZ -.4909E-04 .2214E-04 .2130E-04 .1568E-04 .9778E-05 .5961E-05 .2835E-05

DEF.ESP.DE CISCALHAMENTO
EXY .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00
EXZ .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00
EYZ .0000E+00 .1300E-06 .4716E-08 -.1802E-07 -.1054E-07 -.8214E-08 -.4080E-08

DEF.ESP.PRINCIPAIS
PE 1 -.4909E-04 .2214E-04 .2130E-04 .1568E-04 .9778E-05 .5961E-05 .3108E-05
PE 2 -.5443E-04 -.1023E-04 -.1483E-04 -.8606E-05 -.2559E-05 .1614E-05 .2835E-05
PE 3 -.5443E-04 -.4341E-04 -.3411E-04 -.2685E-04 -.2023E-04 -.1470E-04 -.1040E-04

DEF.ESP.PRINCIP.DE CIS.

PSE1	.5340E-05	.6555E-04	.5542E-04	.4253E-04	.3001E-04	.2066E-04	.1351E-04
PSE2	.5340E-05	.3236E-04	.3613E-04	.2429E-04	.1234E-04	.4346E-05	.2726E-06
PSE3	.0000E+00	.3319E-04	.1928E-04	.1825E-04	.1767E-04	.1631E-04	.1323E-04

1 ELSYM5 3/72 - 3, SISTEMA ELASTICO DE CAMADAS DE UMA A DEZ CARGAS NORMAIS CIRCULARES
UNIFORMES IDENTICAS

* * * SISTEMA ELASTICO 1 -

Z= 9.99 CAMADA NO. 1

X=	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
Y=	.00	20.00	30.00	45.00	65.00	90.00	120.00

TENSOES NORMAIS

SXX	-2.66	-1.26	-.94	-.73	-.53	-.37	-.25
SYX	-2.66	-1.52	-.89	-.49	-.25	-.10	-.02
SZZ	-4.78	-.72	-.03	-.01	-.01	-.01	.00

TENSOES DE CISALHAMENTO

SXY	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
SXZ	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
SYZ	.0000E+00	-.1253E+01	-.5459E+00	-.3115E+00	-.1873E+00	-.1054E+00	-.5706E-01

TENSOES PRINCIPAIS

PS 1	-2.66	.19	.23	.15	.09	.06	.05
PS 2	-2.66	-1.26	-.94	-.65	-.36	-.17	-.07
PS 3	-4.78	-2.43	-1.16	-.73	-.53	-.37	-.25

TENSAO PRINCIPAL DE CIS.

PSS1	.1063E+01	.1314E+01	.6932E+00	.4375E+00	.3118E+00	.2152E+00	.1481E+00
PSS2	.0000E+00	.7256E+00	.5842E+00	.3959E+00	.2238E+00	.1162E+00	.5737E-01
PSS3	.1063E+01	.5888E+00	.1090E+00	.4160E-01	.8795E-01	.9902E-01	.9075E-01

DESLOCAMENTOS

UX	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
UY	.0000E+00	-.2598E-03	-.4400E-03	-.5790E-03	-.6535E-03	-.6728E-03	-.6475E-03
UZ	.2553E-01	.2330E-01	.2184E-01	.2082E-01	.1941E-01	.1763E-01	.1566E-01

DEF.ESPECIFICAS NORMAIS

EXX	-.9460E-05	-.1299E-04	-.1467E-04	-.1287E-04	-.1005E-04	-.7475E-05	-.5395E-05
EYY	-.9460E-05	-.2050E-04	-.1328E-04	-.6085E-05	-.2046E-05	.1868E-06	.1334E-05
EZZ	-.7086E-04	.2427E-05	.1140E-04	.8032E-05	.5034E-05	.3019E-05	.1676E-05

DEF.ESP.DE CISALHAMENTO

EXY	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
EXZ	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
EYZ	.0000E+00	-.7240E-04	-.3154E-04	-.1800E-04	-.1082E-04	-.6088E-05	-.3297E-05

DEF.ESP.PRINCIPAIS

PE 1	-.9460E-05	.2893E-04	.1909E-04	.1241E-04	.7960E-05	.4960E-05	.3163E-05
PE 2	-.9460E-05	-.1299E-04	-.1467E-04	-.1046E-04	-.4972E-05	-.1754E-05	-.1520E-06
PE 3	-.7086E-04	-.4701E-04	-.2097E-04	-.1287E-04	-.1005E-04	-.7475E-05	-.5395E-05

DEF.ESP.PRINCIP.DE CIS.

PSE1	.6140E-04	.7594E-04	.4005E-04	.2528E-04	.1801E-04	.1244E-04	.8558E-05
PSE2	.0000E+00	.4192E-04	.3375E-04	.2287E-04	.1293E-04	.6715E-05	.3315E-05
PSE3	.6140E-04	.3402E-04	.6299E-05	.2403E-05	.5082E-05	.5721E-05	.5243E-05

1 ELSYM5 3/72 - 3, SISTEMA ELASTICO DE CAMADAS DE UMA A DEZ CARGAS NORMAIS CIRCULARES
UNIFORMES IDENTICAS

* * * SISTEMA ELASTICO 1 -

Z= 35.99 CAMADA NO. 2

X=	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
Y=	.00	20.00	30.00	45.00	65.00	90.00	120.00

TENSOES NORMAIS

SXX	3.55	2.85	2.33	1.69	1.16	.76	.49
SYX	3.55	2.20	1.37	.63	.20	-.05	-.16
SZZ	-.21	-.16	-.13	-.09	-.06	-.04	-.02

TENSOES DE CISALHAMENTO

SXY	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
SXZ	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
SYZ	.0000E+00	-.5481E-01	-.5961E-01	-.5545E-01	-.4806E-01	-.3966E-01	-.3061E-01

TENSOES PRINCIPAIS

PS 1	3.55	2.85	2.33	1.69	1.16	.76	.49
PS 2	3.55	2.20	1.38	.64	.20	.00	-.02
PS 3	-.21	-.16	-.13	-.09	-.07	-.08	-.17

TENSAO PRINCIPAL DE CIS.

PSS1	.1881E+01	.1505E+01	.1227E+01	.8907E+00	.6115E+00	.4229E+00	.3308E+00
PSS2	.0000E+00	.3215E+00	.4745E+00	.5257E+00	.4754E+00	.3830E+00	.2529E+00
PSS3	.1881E+01	.1183E+01	.7530E+00	.3650E+00	.1361E+00	.3994E-01	.7796E-01

```

DESLOCAMENTOS
UX .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00
UY .0000E+00 .6967E-03 .8898E-03 .1015E-02 .1048E-02 .1005E-02 .9049E-03
UZ .2470E-01 .2304E-01 .2175E-01 .2077E-01 .1938E-01 .1762E-01 .1565E-01
DEF.ESPECIFICAS NORMAIS
EXX .4118E-04 .3484E-04 .2966E-04 .2256E-04 .1612E-04 .1116E-04 .7541E-05
EYY .4118E-04 .2379E-04 .1335E-04 .4466E-05 -.3324E-06 -.2736E-05 -.3695E-05
EZZ -.2329E-04 -.1673E-04 -.1238E-04 -.7903E-05 -.4698E-05 -.2572E-05 -.1237E-05
DEF.ESP.DE CISALHAMENTO
EXY .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00
EXZ .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00
EYZ .0000E+00 -.1879E-05 -.2044E-05 -.1901E-05 -.1648E-05 -.1360E-05 -.1050E-05
DEF.ESP.PRINCIPAIS
PE 1 .4118E-04 .3484E-04 .2966E-04 .2256E-04 .1612E-04 .1116E-04 .7541E-05
PE 2 .4118E-04 .2381E-04 .1339E-04 .4538E-05 -.1821E-06 -.1969E-05 -.1130E-05
PE 3 -.2329E-04 -.1675E-04 -.1242E-04 -.7976E-05 -.4849E-05 -.3339E-05 -.3802E-05
DEF.ESP.PRINCIP.DE CIS.
PSE1 .6448E-04 .5158E-04 .4208E-04 .3054E-04 .2097E-04 .1450E-04 .1134E-04
PSE2 .0000E+00 .1102E-04 .1627E-04 .1802E-04 .1630E-04 .1313E-04 .8670E-05
PSE3 .6448E-04 .4056E-04 .2582E-04 .1251E-04 .4667E-05 .1370E-05 .2673E-05

```

1 ELSYM5 3/72 - 3, SISTEMA ELASTICO DE CAMADAS DE UMA A DEZ CARGAS NORMAIS CIRCULARES UNIFORMES IDENTICAS

* * * SISTEMA ELASTICO 1 -

```

Z= 96.01 CAMADA NO. 4
X= .00 .00 .00 .00 .00 .00 .00
Y= .00 20.00 30.00 45.00 65.00 90.00 120.00
TENSOES NORMAIS
SXX .00 .00 .00 .00 .00 .00 .00
SYY .00 .00 .00 .00 -.01 -.01 -.01
SZZ -.05 -.04 -.04 -.04 -.03 -.03 -.02
TENSOES DE CISALHAMENTO
SXY .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00
SXZ .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00
SYZ .0000E+00 -.4700E-02 -.6827E-02 -.9087E-02 -.1076E-01 -.1127E-01 -.1058E-01
TENSOES PRINCIPAIS
PS 1 .00 .00 .00 .00 .00 .00 .00
PS 2 .00 .00 .00 .00 .00 .00 .00
PS 3 -.05 -.04 -.04 -.04 -.04 -.03 -.03
TENSÃO PRINCIPAL DE CIS.
PSS1 .2187E-01 .2099E-01 .2120E-01 .2024E-01 .1814E-01 .1549E-01 .1262E-01
PSS2 .0000E+00 .3106E-04 .5670E-04 .1222E-03 .1806E-03 .1955E-03 .1558E-03
PSS3 .2187E-01 .2096E-01 .2115E-01 .2012E-01 .1796E-01 .1530E-01 .1247E-01
DESLOCAMENTOS
UX .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00
UY .0000E+00 .6561E-03 .1011E-02 .1449E-02 .1874E-02 .2211E-02 .2386E-02
UZ .2090E-01 .1973E-01 .1876E-01 .1833E-01 .1756E-01 .1634E-01 .1482E-01
DEF.ESPECIFICAS NORMAIS
EXX .3345E-04 .3281E-04 .3371E-04 .3220E-04 .2883E-04 .2457E-04 .1989E-04
EYY .3345E-04 .3114E-04 .3023E-04 .2544E-04 .1780E-04 .9608E-05 .2557E-05
EZZ -.8905E-04 -.8326E-04 -.8185E-04 -.7507E-04 -.6274E-04 -.4833E-04 -.3434E-04
DEF.ESP.DE CISALHAMENTO
EXY .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00
EXZ .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00 .0000E+00
EYZ .0000E+00 -.2632E-04 -.3823E-04 -.5089E-04 -.6024E-04 -.6310E-04 -.5926E-04
DEF.ESP.PRINCIPAIS
PE 1 .3345E-04 .3281E-04 .3371E-04 .3220E-04 .2883E-04 .2457E-04 .1989E-04
PE 2 .3345E-04 .3263E-04 .3340E-04 .3152E-04 .2782E-04 .2347E-04 .1901E-04
PE 3 -.8905E-04 -.8475E-04 -.8502E-04 -.8115E-04 -.7276E-04 -.6220E-04 -.5080E-04
DEF.ESP.PRINCIP.DE CIS.
PSE1 .1225E-03 .1176E-03 .1187E-03 .1133E-03 .1016E-03 .8676E-04 .7068E-04
PSE2 .0000E+00 .1739E-06 .3175E-06 .6845E-06 .1011E-05 .1095E-05 .8725E-06
PSE3 .1225E-03 .1174E-03 .1184E-03 .1127E-03 .1006E-03 .8567E-04 .6981E-04

```

		Autopista Régis Bittencourt 		Código RT-06-116/SP-353-0-G02/501	Revisão A
Lote : 04		Rodovia : BR-116 RODOVIA RÉGIS BITTENCOURT		Emissão 07/05/2015	Folha 1 de 19
Trecho : SÃO PAULO - CURITIBA ÁREA DE ESCAPE - km 353+000				Projetista:  Serviços Técnicos de Engenharia Ltda.	
Objeto : Perfil Geotécnico Individual – Sondagens ÁREA DE ESCAPE				Concessionária: Autopista Régis Bittencourt	
				ANTT:	

Documentos de Referência:

Documentos Resultantes:

DE-06-116/SP-353-0-G01/501
 DE-06-116/SP-353-0-G02/501

Observação: Rev. 0 - Emissão Inicial.

0	07/05/2015	SETENGE 		
Rev.	Data	Firma Projetista	Concessionária	ANTT

FIRMA PROJETISTA: SETENGE Serviços Técnicos de Engenharia Ltda.

Nº INTERNO: SET-RT-06-116/SP-353-0-G01/501

Rev.: 0

Sumário

1. SONDAGEM A PERCUSSÃO	3
1.1. INTRODUÇÃO	4
1.2. ESCOPO DOS SERVIÇOS	5
1.3. PERFIL GEOTÉCNICO INDIVIDUAL – SONDAGEM A PERCUSSÃO	6

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
RT-06-116/SP-353-0-G02/501	A	07/05/2015	3 de 19

1. SONDAGEM A PERCUSSÃO

1.1. Introdução

O presente relatório técnico tem por objetivo apresentar os perfis geotécnicos individuais de sondagens a percussão, referente a elaboração do projeto executivo de Área de Escape do km 353+000 da BR 116 Rodovia Régis Bittencourt trecho São Paulo – Curitiba.

Ver planta de localização das sondagens no desenho DE-06-116/SP-353-0-G01/501

1.2. Escopo dos Serviços

As investigações constaram de 13 (treze) sondagens a percussão, totalizando 244,83 metros de perfuração em solo, com ensaio SPT (*standard penetration test*) para localização de duto.

SONDAGENS A PERCUSSÃO - SP			
Nº	NORTE	ESTE	COTA
SP-353-1	7336150.821	271946.815	333.443
SP-353-2	7336171.976	271944.957	322.967
SP-353-2A	7336170.766	271943.712	322.899
SP-353-2B	7336173.689	271921.159	322.855
SP-353-3	7336143.477	271931.109	332.987
SP-353-4	7336154.807	271921.159	323.277
SP-353-4A	7336155.031	271923.275	322.853
SP-353-4B	7336151.584	271919.894	322.927
SP-353-5	7336164.288	271908.276	321.79
SP-353-6	7336125.225	271850.774	329.334
SP-353-7	7336093.931	271761.932	327.007
SP-353-8	7336099.955	271745.679	326.808
SP-353-9	7336087.514	271718.861	325.49

Durante a execução das sondagens a percussão, foram medidas em diversas profundidades, as resistências oferecidas pelo terreno à cravação de um amostrador tipo SPT, de 2" e 1 3/8" de diâmetros nominais, respectivamente, externo e interno.

Essas medidas, feitas a cada metro do terreno penetrado, correspondem ao número de golpes necessários para um peso de 65 k g., caindo de uma altura de 75 cm, cravar os 30 cm finais do amostrador.

Nos perfis de sondagem estão assinalados os níveis d'água do subsolo, quando encontrados. Sua correta verificação, porém, deverá ser feita através de um furo com maior diâmetro e observações periódicas sempre que as fundações dependam desta constatação. As sondagens foram paralisadas ao atingirem as profundidades especificadas.

1.3. Perfil Geotécnico Individual – Sondagem a Percussão

PBS PBS SONDAGENS E PERFURAÇÕES DE SOLOS LTDA Rua Itapiranga, 194 - Vila Floresta Santo André - SP Cep: 09050-240 Tel/Fax: (11)4426-3581		COORDENADAS N = 7.336.150,821 E = 271.946,815 Cota = 333,443	
Cliente AUTOPISTA RÉGIS BITTENCOURT			
Local ROD. RÉGIS BITTENCOURT - SERRA DO CAFEZAL - MIRACATU/SP			
Escala: 1:100		Data: 13/02/2015	Des. = D.Y.N. Geol. Walter Franco de Araújo CREA 5063488648
Des.nº L2015-8488			
SONDAGEM SP-353-1		Início: 10/02/2015	Término: 10/02/2015
Cotas em relação ao R.N.	Amostra	Profundidade da camada (m)	Penetração : (golpes/30cm) --- 1ª e 2ª penetrações — 2ª e 3ª penetrações — Revestimento
Nível d'água			

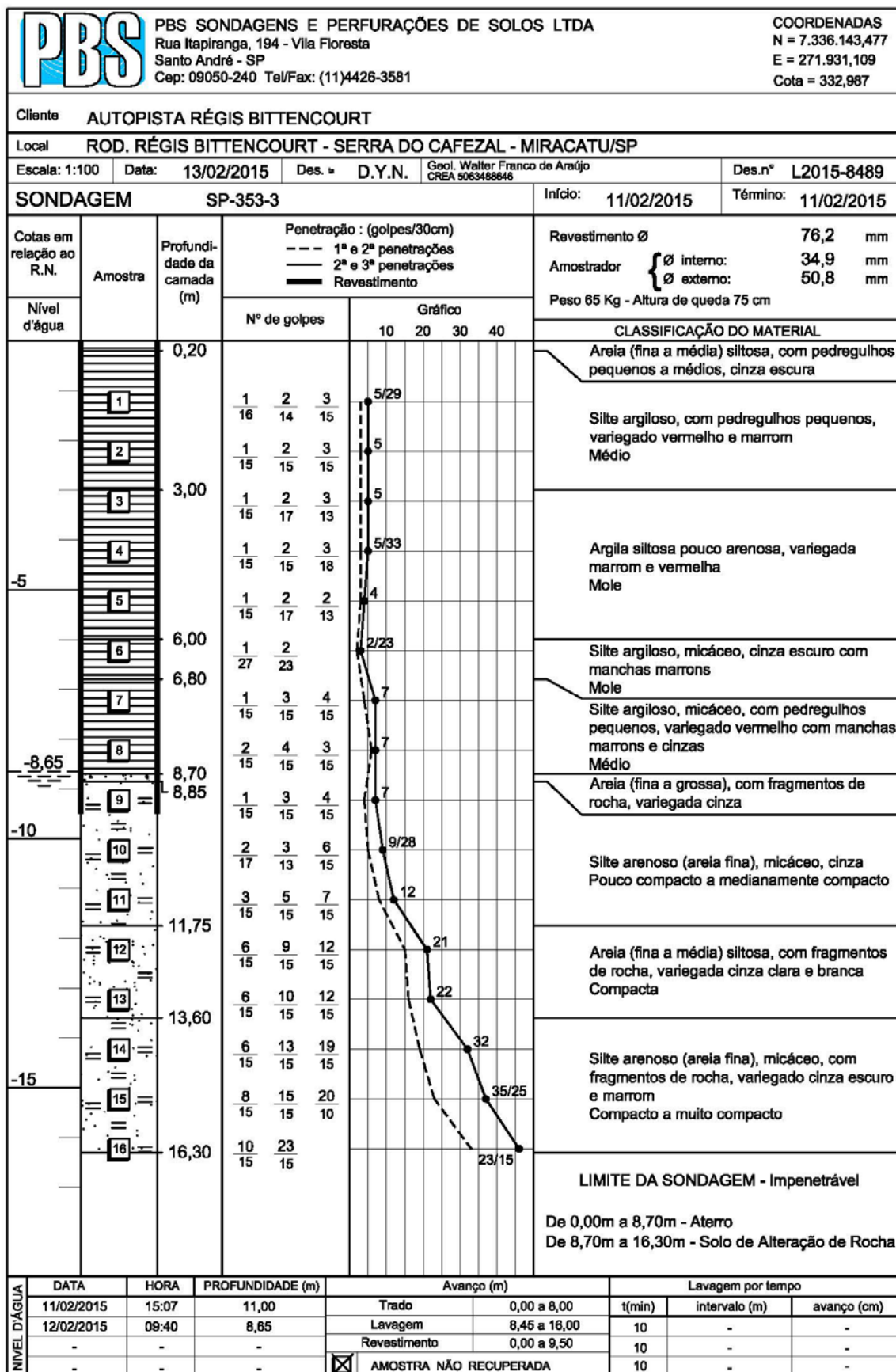
PBS		PBS SONDAGENS E PERFURAÇÕES DE SOLOS LTDA Rua Itapiranga, 194 - Vila Floresta Santo André - SP Cep: 09050-240 Tel/Fax: (11)4426-3581				COORDENADAS N = 7 336 171,976 E = 271 944,957 Cota = 322,967	
Cliente AUTOPISTA RÉGIS BITTENCOURT							
Local ROD. RÉGIS BITTENCOURT - SERRA DO CAFEZAL - MIRACATU/SP							
Escala: 1:100	Data: 18/02/2015	Des. = F.S.O.	Geol. Walter Franco de Araújo CREA 5063488648			Des.nº L2015-8535	
SONDAGEM SP-353-2				Início: 12/02/2015		Término: 12/02/2015	
Cotas em relação ao R.N.	Amostra	Profundidade da camada (m)	Penetração : (golpes/30cm) --- 1ª e 2ª penetrações --- 2ª e 3ª penetrações --- Revestimento		Revestimento Ø 76,2 mm Amostrador { Ø interno: 34,9 mm { Ø externo: 50,8 mm Peso 65 Kg - Altura de queda 75 cm		
Nível d'água			Nº de golpes	Gráfico	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL		
				10 20 30 40	Areia fina siltsosa, pouco argilosa, marrom		
					Areia fina siltsosa, micácea, marrom acizentada		
					Fofa		
					Areia fina siltsosa, micácea, com fragmentos de rocha, marrom acizentada		
					Muito compacta		
LIMITE DA SONDAGEM - Impenetrável a percussão (provável rocha ou matacão)							
De 0,00m a 0,20m - Solo Residual							
De 0,20m a 2,32m - Solo de Alteração de Rocha							
NÍVEL D'ÁGUA	DATA	HORA	PROFUNDIDADE (m)	Avanço (m)		Lavagem por tempo	
	12/02/2015	07:10	1,48	Trado	0,00 a 1,00	t(min)	intervalo (m) avanço (cm)
	12/02/2015	07:20	1,10	Lavagem	1,52 a 2,32	10	2,25 a 2,28 3
	12/02/2015	07:30	1,00	Revestimento	0,00 a 2,00	10	2,28 a 2,30 2
	13/02/2015	08:00	0,97	☒ AMOSTRA NÃO RECUPERADA		10	2,30 a 2,32 2

Código: RT-06-116/SP-353-0-G02/501	Revisão: A	Emissão: 07/05/2015	Folha: 9 de 19
---------------------------------------	---------------	------------------------	-------------------

PBS SONDAGENS E PERFURAÇÕES DE SOLOS LTDA Rua Itapiranga, 194 - Vila Floresta Santo André - SP Cep: 09050-240 Tel/Fax: (11)4426-3581										COORDENADAS N = 7 336 170,766 E = 271 943,712 Cota = 322,899																													
Cliente																				AUTOPISTA RÉGIS BITTENCOURT																			
Local																				ROD. RÉGIS BITTENCOURT - SERRA DO CAFEZAL - MIRACATU/SP																			
Escala: 1:100					Data: 18/02/2015					Des. de: F.S.O.					Geol. Walter Franco de Araújo CREA 5063488646					Des.nº L2015-8533																			
SONDAGEM										SP-353-2A										Início: 12/02/2015					Término: 12/02/2015														
Cotas em relação ao R.N.		Amostra	Profundidade da camada (m)	Penetração : (golpes/30cm)					Revestimento Ø 76,2 mm																														
				--- 1ª e 2ª penetrações ——— 2ª e 3ª penetrações ■■■■ Revestimento					Amostrador { Ø interno: 34,9 mm { Ø externo: 50,8 mm																														
Nível d'água				Nº de golpes					Gráfico					Peso 65 Kg - Altura de queda 75 cm																									
									10 20 30 40					CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL																									
-0,85			0,20	1 / 45										Areia fina siltosa, pouco argilosa, com detritos vegetais, marrom																									
			1,80	10 15 25 / 15 15 15										Areia fina siltosa, micácea, variegada marrom fofa																									
			2,63											Areia (fina a grossa) siltosa, micácea, com fragmentos de rocha, cinza esverdeada compacta																									
																				LIMITE DA SONDAGEM - Impenetrável a percussão (provável rocha ou matacão)																			
																				De 0,00m a 0,20m - Solo Residual																			
																				De 0,20m a 2,63m - Solo de Alteração de Rocha																			

NÍVEL D'ÁGUA	DATA	HORA	PROFUNDIDADE (m)	Avanço (m)		Lavagem por tempo			
				Trado		t(min)	intervalo (m)	avanço (cm)	
		12/02/2015	09:33	1,45	Lavagem	0,00 a 1,00	10	2,55 a 2,58	3
		12/02/2015	09:43	1,02	Revestimento	1,45 a 2,63	10	2,58 a 2,61	3
		12/02/2015	09:53	0,93		0,00 a 2,50	10	2,61 a 2,63	2
	13/02/2015	08:00	0,85	☒ AMOSTRA NÃO RECUPERADA					

PBS		PBS SONDAGENS E PERFURAÇÕES DE SOLOS LTDA Rua Itapiranga, 194 - Vila Floresta Santo André - SP Cep: 09050-240 Tel/Fax: (11)4426-3581				COORDENADAS N = 7 336 173.689 E = 271 921.159 Cota = 322,855																																																						
Cliente AUTOPISTA RÉGIS BITTENCOURT																																																												
Local ROD. RÉGIS BITTENCOURT - SERRA DO CAFEZAL - MIRACATU/SP																																																												
Escala: 1:100	Data: 19/02/2015	Des. = F.S.O.	Geol. Walter Franco de Araújo CREA 5063488648			Des.nº L2015-8534																																																						
SONDAGEM SP-353-2B				Início: 12/02/2015		Término: 12/02/2015																																																						
Cotas em relação ao R.N.	Amostra	Profundidade da camada (m)	Penetração : (golpes/30cm) --- 1ª e 2ª penetrações --- 2ª e 3ª penetrações --- Revestimento		Revestimento Ø 76,2 mm Amostrador { Ø interno: 34,9 mm { Ø externo: 50,8 mm Peso 65 Kg - Altura de queda 75 cm																																																							
Nível d'água			Nº de golpes	Gráfico	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL																																																							
				10 20 30 40	Areia fina siltosa pouco argilosa, variegada marrom Fofa																																																							
0,97	1	1,50	1/47		Areia (fina a grossa) siltosa, micácea, com fragmentos de rocha, cinza esverdeada Muito compacta																																																							
	2	2,27	33/15		LIMITE DA SONDAGEM - Impenetrável a percussão (provável rocha ou matacão)																																																							
					De 0,00m a 2,27m - Solo de Alteração de Rocha																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">NÍVEL D'ÁGUA</th> <th>DATA</th> <th>HORA</th> <th>PROFUNDIDADE (m)</th> <th colspan="2">Avanço (m)</th> <th colspan="3">Lavagem por tempo</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th></th> <th>Trado</th> <th></th> <th>t(min)</th> <th>intervalo (m)</th> <th>avanço (cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>12/02/2015</td> <td>11:10</td> <td>1,47</td> <td></td> <td>0,00 a 1,00</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>12/02/2015</td> <td>11:20</td> <td>1,05</td> <td></td> <td>1,47 a 2,27</td> <td>10</td> <td>2,19 a 2,22</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td></td> <td>12/02/2015</td> <td>11:30</td> <td>0,98</td> <td></td> <td>0,00 a 2,00</td> <td>10</td> <td>2,22 a 2,25</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td></td> <td>13/02/2015</td> <td>08:00</td> <td>0,97</td> <td>☒</td> <td>AMOSTRA NÃO RECUPERADA</td> <td>10</td> <td>2,25 a 2,27</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>								NÍVEL D'ÁGUA	DATA	HORA	PROFUNDIDADE (m)	Avanço (m)		Lavagem por tempo						Trado		t(min)	intervalo (m)	avanço (cm)		12/02/2015	11:10	1,47		0,00 a 1,00					12/02/2015	11:20	1,05		1,47 a 2,27	10	2,19 a 2,22	3		12/02/2015	11:30	0,98		0,00 a 2,00	10	2,22 a 2,25	3		13/02/2015	08:00	0,97	☒	AMOSTRA NÃO RECUPERADA	10	2,25 a 2,27	2
NÍVEL D'ÁGUA	DATA	HORA	PROFUNDIDADE (m)	Avanço (m)		Lavagem por tempo																																																						
				Trado		t(min)	intervalo (m)	avanço (cm)																																																				
	12/02/2015	11:10	1,47		0,00 a 1,00																																																							
	12/02/2015	11:20	1,05		1,47 a 2,27	10	2,19 a 2,22	3																																																				
	12/02/2015	11:30	0,98		0,00 a 2,00	10	2,22 a 2,25	3																																																				
	13/02/2015	08:00	0,97	☒	AMOSTRA NÃO RECUPERADA	10	2,25 a 2,27	2																																																				



PBS		PBS SONDAGENS E PERFURAÇÕES DE SOLOS LTDA Rua Itapiranga, 194 - Vila Floresta Santo André - SP Cep: 09050-240 Tel/Fax: (11)4426-3581				COORDENADAS N = 7.336.154,807 E = 271.921,159 Cota = 323,277																																										
Cliente AUTOPISTA RÉGIS BITTENCOURT																																																
Local ROD. RÉGIS BITTENCOURT - SERRA DO CAFEZAL - MIRACATU/SP																																																
Escala: 1:100		Data: 18/02/2015		Des. = D.Y.N.		Geol. Walter Franco de Araújo CREA 5063488648																																										
Des.nº		L2015-8538																																														
SONDAGEM SP-353-4				Início: 12/02/2015		Término: 12/02/2015																																										
Cotas em relação ao R.N.	Amostra	Profundidade da camada (m)	Penetração : (golpes/30cm) --- 1ª e 2ª penetrações --- 2ª e 3ª penetrações --- Revestimento		Revestimento Ø 76,2 mm Amostrador { Ø interno: 34,9 mm Ø externo: 50,8 mm Peso 65 Kg - Altura de queda 75 cm																																											
Nível d'água			Nº de golpes	Gráfico	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL																																											
				10 20 30 40																																												
-1,40	1		P 1 19 30	1	Areia fina silteosa, pouco argilosa, com detritos vegetais, marrom e cinza Fofa a medianamente compacta																																											
	2	2,40 2,55	1 3 40 5	3/5																																												
					Argila arenosa (areia fina a média), com pedregulhos grandes, marrom e cinza Rija																																											
-5					LIMITE DA SONDAGEM - Impenetrável a percussão (provável rocha ou matacão) De 0,00m a 2,55m - Aterro																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="4">NÍVEL D'ÁGUA</th> <th>DATA</th> <th>HORA</th> <th>PROFUNDIDADE (m)</th> <th colspan="2">Avanço (m)</th> <th colspan="3">Lavagem por tempo</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th></th> <th>Trado</th> <th>0,00 a 2,00</th> <th>t(min)</th> <th>intervalo (m)</th> <th>avanço (cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>12/02/2015</td> <td>13:08</td> <td>2,10</td> <td>Lavagem</td> <td>2,45 a 2,55</td> <td>10</td> <td>2,50 a 2,53</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>12/02/2015</td> <td>13:28</td> <td>1,75</td> <td>Revestimento</td> <td>0,00 a 2,50</td> <td>10</td> <td>2,53 a 2,54</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>13/02/2015</td> <td>08:00</td> <td>1,40</td> <td>☒ AMOSTRA NÃO RECUPERADA</td> <td></td> <td>10</td> <td>2,54 a 2,55</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>								NÍVEL D'ÁGUA	DATA	HORA	PROFUNDIDADE (m)	Avanço (m)		Lavagem por tempo						Trado	0,00 a 2,00	t(min)	intervalo (m)	avanço (cm)	12/02/2015	13:08	2,10	Lavagem	2,45 a 2,55	10	2,50 a 2,53	3	12/02/2015	13:28	1,75	Revestimento	0,00 a 2,50	10	2,53 a 2,54	1	13/02/2015	08:00	1,40	☒ AMOSTRA NÃO RECUPERADA		10	2,54 a 2,55	1
NÍVEL D'ÁGUA	DATA	HORA	PROFUNDIDADE (m)	Avanço (m)		Lavagem por tempo																																										
				Trado	0,00 a 2,00	t(min)	intervalo (m)		avanço (cm)																																							
	12/02/2015	13:08	2,10	Lavagem	2,45 a 2,55	10	2,50 a 2,53		3																																							
	12/02/2015	13:28	1,75	Revestimento	0,00 a 2,50	10	2,53 a 2,54	1																																								
13/02/2015	08:00	1,40	☒ AMOSTRA NÃO RECUPERADA		10	2,54 a 2,55	1																																									

PBS		PBS SONDAgens E PERFURAÇÕES DE SOLOS LTDA Rua Itapiranga, 194 - Vila Floresta Santo André - SP Cep: 09050-240 Tel/Fax: (11)4426-3581				COORDENADAS N = 7.336.155,031 E = 271.923,275 Cota = 322,853																																										
Cliente AUTOPISTA RÉGIS BITTENCOURT																																																
Local ROD. RÉGIS BITTENCOURT - SERRA DO CAFEZAL - MIRACATU/SP																																																
Escala: 1:100	Data: 18/02/2015	Des. = D.Y.N.	Geol. Walter Franco de Araújo CREA 5063488648			Des.nº L2015-8537																																										
SONDAGEM SP-353-4A				Início: 12/02/2015		Término: 12/02/2015																																										
Cotas em relação ao R.N.	Amostra	Profundidade da camada (m)	Penetração : (golpes/30cm) --- 1ª e 2ª penetrações --- 2ª e 3ª penetrações --- Revestimento		Revestimento Ø 76,2 mm Amostrador { Ø interno: 34,9 mm { Ø externo: 50,8 mm Peso 65 Kg - Altura de queda 75 cm																																											
Nível d'água			Nº de golpes	Gráfico 10 20 30 40		CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL																																										
-1,75		0,80	P 45			Areia (média a grossa) siltosa, com pedregulhos grandes, marrom e cinza																																										
		1,92				Argila siltosa pouco arenosa, cinza Muito mole																																										
-5			LIMITE DA SONDAGEM - Impenetrável a percussão (provável rocha ou matacão) De 0,00m a 0,80m - Aterro De 0,80m a 1,92m - Sedimentos Aluvionares																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="4">NÍVEL D'ÁGUA</th> <th>DATA</th> <th>HORA</th> <th>PROFUNDIDADE (m)</th> <th colspan="2">Avanço (m)</th> <th colspan="3">Lavagem por tempo</th> </tr> <tr> <th>12/02/2015</th> <th>-</th> <th>1,80</th> <th>Trado</th> <th>0,00 a 1,92</th> <th>t(min)</th> <th>intervalo (m)</th> <th>avanço (cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>12/02/2015</td> <td>-</td> <td>1,83</td> <td>Lavagem</td> <td>-</td> <td>10</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>12/02/2015</td> <td>-</td> <td>1,80</td> <td>Revestimento</td> <td>-</td> <td>10</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>13/02/2015</td> <td>-</td> <td>1,75</td> <td colspan="2">☒ AMOSTRA NÃO RECUPERADA</td> <td>10</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>								NÍVEL D'ÁGUA	DATA	HORA	PROFUNDIDADE (m)	Avanço (m)		Lavagem por tempo			12/02/2015	-	1,80	Trado	0,00 a 1,92	t(min)	intervalo (m)	avanço (cm)	12/02/2015	-	1,83	Lavagem	-	10	-	-	12/02/2015	-	1,80	Revestimento	-	10	-	-	13/02/2015	-	1,75	☒ AMOSTRA NÃO RECUPERADA		10	-	-
NÍVEL D'ÁGUA	DATA	HORA	PROFUNDIDADE (m)	Avanço (m)		Lavagem por tempo																																										
	12/02/2015	-	1,80	Trado	0,00 a 1,92	t(min)	intervalo (m)		avanço (cm)																																							
	12/02/2015	-	1,83	Lavagem	-	10	-		-																																							
	12/02/2015	-	1,80	Revestimento	-	10	-	-																																								
13/02/2015	-	1,75	☒ AMOSTRA NÃO RECUPERADA		10	-	-																																									

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
BT-06-116/SP-353-0-G02/501	A	07/05/2015	14 de 19

PBS SONDAGENS E PERFURAÇÕES DE SOLOS LTDA
 Rua: ...
 Santo André - SP
 Cep: 09050-240 Tel/Fax: (11) 4426-3581.

COORDENADAS
 N = 3.322.454,52
 E = 271.919,894
 Cota = 322,927

Cliente: **AUTOPISTA RÉGIS BITTENCOURT**
 Local: **ROD. RÉGIS BITTENCOURT - SERRA DO CAFEZAL - MIRACATU/SP**
 Escala: 1:100 Data: 19/02/2015 Des.: D.Y.N. Geol. Walter Franco de Araújo CREA 50634886/8 Desenh.: 12015-8536

SONDAGEM: SP-353-4B Inicio: 12/02/2015 Término: 12/02/2015

Cotas em relação ao R.N.	Amostra	Profundidade da camada (m)	Penetração: (golpes/30cm)				Revestimento Ø		76,2	mm
			--- 1ª e 2ª penetrações --- 2ª e 3ª penetrações --- Revestimento				Amostrador { Ø interno: 34,9 mm Ø externo: 50,8 mm			
Nível d'água			Nº de golpes	Gráfico				Peso 65 Kg - Altura de queda 75 cm		
				10	20	30	40	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL		
-1,35	1	1,10	1ª 20	2ª 25	2/25			Silte argiloso pouco arenoso, com pedregulhos pequenos e detritos vegetais, marrom e cinza. Areia fina siltosa, pouco argilosa, cinza-fofa		
		1,95						LIMITE DA SONDAGEM: - Impenetrável a percussão (provável rocha ou matacão). De 0,00m a 1,10m - Aterro De 1,10m a 1,95m - Sedimentos Aluvionares		
-5										

NÍVEL D'ÁGUA	DATA	HORA	PROFUNDIDADE (m)	Avanço (m)		Lavagem por tempo		
				Trado		t (min)	Intervalo (m)	avanço (cm)
	12/02/2015	-	1,84		0,00 a 1,95			
	12/02/2015	-	1,40	Lavagem	-	10	-	-
	12/02/2015	-	1,30	Revestimento	-	10	-	-
	13/02/2015	-	1,35	☒ AMOSTRA NÃO RECUPERADA	-	10	-	-

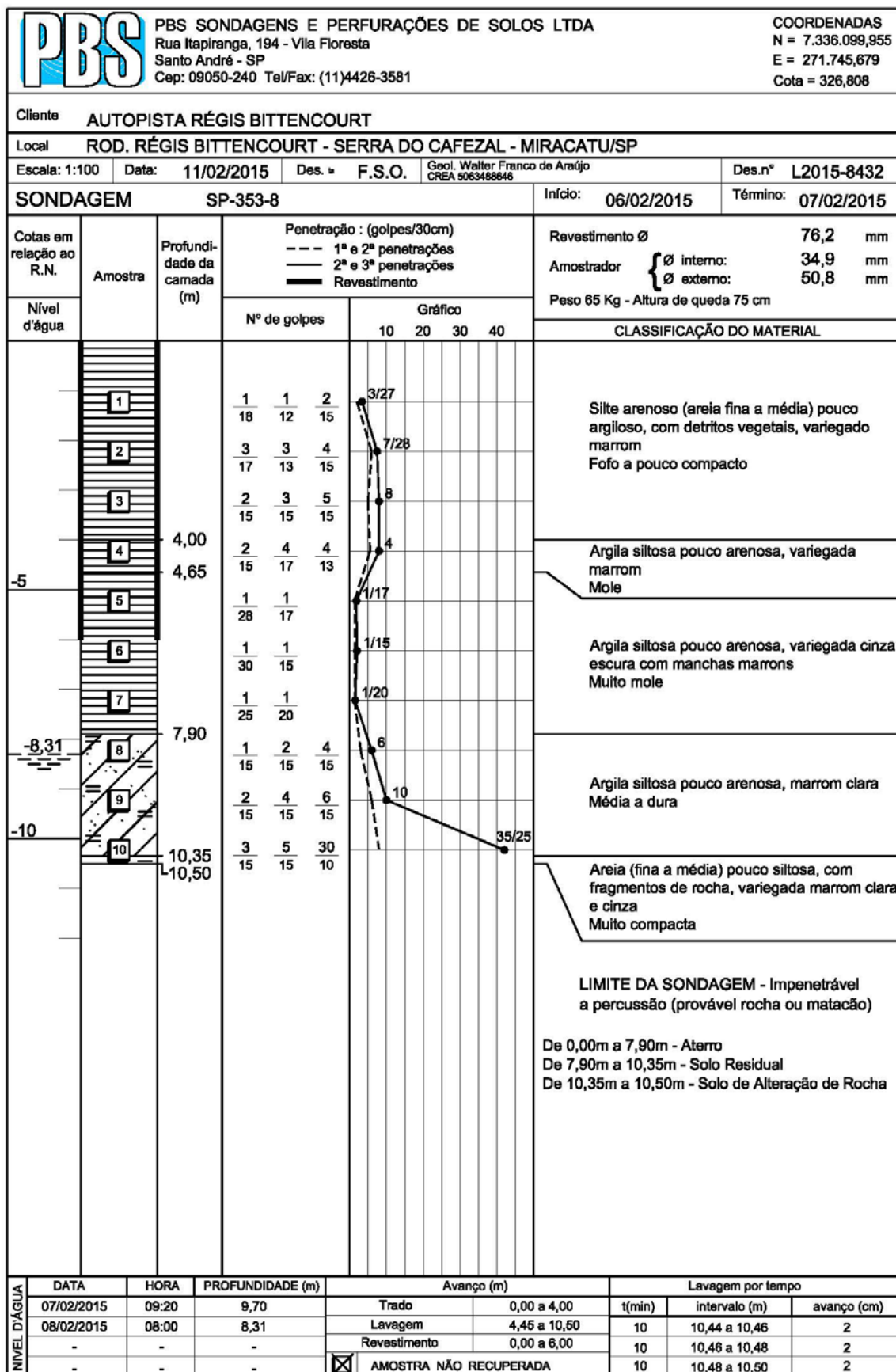
		PBS SONDAGENS E PERFURAÇÕES DE SOLOS LTDA Rua Itapiranga, 194 - Vila Floresta Santo André - SP Cep: 09050-240 Tel/Fax: (11)4426-3581				COORDENADAS N = 7 336 164,288 E = 271 908,276 Cota = 321,790	
Clique AUTOPISTA RÉGIS BITTENCOURT							
Local ROD. RÉGIS BITTENCOURT - SERRA DO CAFEZAL - MIRACATU/SP							
Escala: 1:100		Data: 18/02/2015	Des.: F.S.O.	Geol. Walter Franco de Araújo CREA 506348646		Des.nº L2015-8539	
SONDAGEM SP-353-5				Início: 13/02/2015		Término: 13/02/2015	

Cotas em relação ao R.N.	Amostra	Profundidade da camada (m)	Penetração : (golpes/30cm)			Gráfico	Revestimento Ø	
			Nº de golpes	1ª e 2ª penetrações	2ª e 3ª penetrações		Ø interno:	Ø externo:
0,00							76,2 mm	
							34,9 mm	
							50,8 mm	
							Peso 65 Kg - Altura de queda 75 cm	
							CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL	
							Argila siltosa pouco arenosa, orgânica, cinza escura	
							Areia fina siltosa, com detritos vegetais, cinza escura	
							Fofa	
							Areia (média a grossa), com grãos grossos de quartzo, cinza	
							Pouco compacta a muito compacta	
-5							Silte arenoso (areia fina) pouco argiloso, micáceo, cinza esverdeado	
							Medianamente compacto a compacto	
-10							Silte arenoso (areia fina a grossa), micáceo, cinza esverdeado	
							Muito compacto	
-15							LIMITE DA SONDEAMENTO - Impenetrável a percussão (provável rocha ou matacão)	
							De 0,00m a 3,90m - Sedimentos Aluvionares	
							De 3,90m a 13,22m - Solo de Alteração de Rocha	

NIVEL D'ÁGUA	DATA	HORA	PROFUNDIDADE (m)	Avanço (m)		Lavagem por tempo		
				Trado	-	t(min)	Intervalo (m)	avanço (cm)
	13/02/2015	-	0,00		-	10	13,15 a 13,19	4
	-	-	-		0,00 a 13,22	10	13,19 a 13,21	2
	-	-	-		0,00 a 4,00	10	13,21 a 13,22	1
	-	-	-	☒ AMOSTRA NÃO RECUPERADA				

PBS		PBS SONDAgens E PERFURAÇÕES DE SOLOS LTDA Rua Itapiranga, 194 - Vila Floresta Santo André - SP Cep: 09050-240 Tel/Fax: (11)4426-3581		COORDENADAS N = 7.336.125,225 E = 271.850,774 Cota = 329,334	
Cliente AUTOPISTA RÉGIS BITTENCOURT					
Local ROD. RÉGIS BITTENCOURT - SERRA DO CAFEZAL - MIRACATU/SP					
Escala: 1:100	Data: 13/02/2015	Des. = F.S.O.	Geol. Walter Franco de Araújo CREA 5063488648	Des.nº L2015-8490	
SONDAGEM SP-353-6			Início: 09/02/2015	Término: 10/02/2015	
Cotas em relação ao R.N.	Amostra	Profundidade da camada (m)	Penetração : (golpes/30cm) --- 1ª e 2ª penetrações --- 2ª e 3ª penetrações --- Revestimento	Revestimento Ø 76,2 mm Amostrador { Ø interno: 34,9 mm { Ø externo: 50,8 mm Peso 65 Kg - Altura de queda 75 cm	
Nível d'água			Nº de golpes	Gráfico	
				10 20 30 40	
					CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL
-1,25	1	1,00	1 1 1 17 15 15	2	Silte argiloso, variegado roxo
	2		1 1 2 20 10 15	3/25	Silte argiloso, com areia (fina a média) e pedregulhos pequenos, variegado marrom com manchas roxas Muito mole a médio
	3		1 1 2 17 13 15	3/28	
	4		1 1 3 25 5 15	4/20	
-5	5	5,50	2 2 4 15 15 15	6	Silte argiloso, micáceo, pouco arenoso, variegado amarelo
	6	5,85	1 3 3 15 17 13	6	Areia (fina a média) siltosa, com fragmentos de rocha, variegada cinza Pouco compacta
	7		2 3 5 15 15 15	8	
		8,05			LIMITE DA SONDAGEM - Impenetrável a percussão (provável rocha ou matacão)
De 0,00m a 5,50m - Aterro De 5,50m a 5,85m - Solo Residual De 5,85m a 8,05m - Solo de Alteração de Rocha					
NÍVEL D'ÁGUA	DATA	HORA	PROFUNDIDADE (m)	Avanço (m)	
	09/02/2015	16:26	3,56	Trado 0,00 a 4,00	
	09/02/2015	16:36	3,46	Lavagem 4,45 a 8,05	
	09/02/2015	16:46	3,43	Revestimento 0,00 a 6,00	
	11/02/2015	11:40	1,25	☒ AMOSTRA NÃO RECUPERADA	
				Lavagem por tempo	
				t(min)	intervalo (m)
				avanço (cm)	
				10	7,96 a 8,00
				10	8,00 a 8,03
				10	8,03 a 8,05

PBS SONDAGENS E PERFURAÇÕES DE SOLOS LTDA Rua Itapiranga, 194 - Vila Floresta Santo André - SP Cep: 09050-240 Tel/Fax: (11)4426-3581						COORDENADAS N = 7.336.093,931 E = 271.761,932 Cota = 327,007		
Cliente AUTOPISTA RÉGIS BITTENCOURT								
Local ROD. RÉGIS BITTENCOURT - SERRA DO CAFEZAL - MIRACATU/SP								
Escala: 1:100		Data: 11/02/2015		Des.: F.S.O.		Geol.: Walter Franco de Araújo CREA 5063488648		Des.nº L2015-8433
SONDAGEM SP-353-7						Início: 06/02/2015		Término: 06/02/2015
Cotas em relação ao R.N.		Amostra	Profundidade da camada (m)	Penetração : (golpes/30cm) --- 1ª e 2ª penetrações — 2ª e 3ª penetrações = Revestimento				Revestimento Ø 76,2 mm
Nível d'água				Nº de golpes	Gráfico 10 20 30 40			
CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL								
Argila arenosa (areia fina a média), com pedregulhos pequenos, variegada marrom								
Argila siltosa pouco arenosa, marrom Muito mole a mole								
Argila siltosa pouco arenosa, cinza escura Mole								
Argila siltosa pouco arenosa, marrom clara Média								
Silte argiloso pouco arenoso, cinza Médio								
Areia fina, micácea, pouco siltosa, variegada marrom								
Silte arenoso (areia fina), micáceo, cinza escuro Fofo a medianamente compacto								
LIMITE DA SONDAGEM - Impenetrável a percussão (provável rocha ou matacão) De 0,00m a 6,60m - Aterro De 6,60m a 10,30m - Solo Residual De 10,30m a 15,59m - Solo de Alteração de Rocha								
				Avanço (m)		Lavagem por tempo		
DATA		HORA	PROFUNDIDADE (m)	Trado		t(min)	intervalo (m)	avanço (cm)
06/02/2015		11:30	10,35	0,00 a 10,00		10	15,50 a 15,54	4
06/02/2015		11:40	10,30	Lavagem		10	15,54 a 15,57	3
06/02/2015		11:50	10,28	Revestimento		10	15,57 a 15,59	2
07/02/2015		08:35	10,05	AMOSTRA NÃO RECUPERADA				





PBS SONDAGENS E PERFURAÇÕES DE SOLOS LTDA

Rua Itapiranga, 194 - Vila Floresta

Santo André - SP

Cep: 09050-240 Tel/Fax: (11)4426-3581

COORDENADAS

N = 7.336.087,514

E = 271.718,861

Cota = 325,490

Cliente

AUTOPISTA RÉGIS BITTENCOURT

Local

ROD. RÉGIS BITTENCOURT - SERRA DO CAFEZAL - MIRACATU/SP

Escala: 1:100

Data: 13/02/2015

Des.: F.S.O.

Gcol. Waller Franco de Araújo

CREA 50634-88646

Des.nº

L2015-8491

SONDAGEM

SP-353-9

Início: 09/02/2015

Término: 09/02/2015

Cotas em relação ao R.N.

Amostra

Profundidade da camada (m)

Penetração : (golpes/30cm)

--- 1ª e 2ª penetrações

— 2ª e 3ª penetrações

Revestimento

Nível d'água

Nº de golpes

Gráfico

10 20 30 40

Revestimento Ø

76,2 mm

Amostrador

Ø interno: 34,9 mm

Ø externo: 50,8 mm

Peso 65 Kg - Altura de queda 75 cm

CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL

Silte argiloso com detritos vegetais e pedregulhos pequenos, variegado roxo e marrom

Argila siltosa pouco arenosa, cinza escura Mole

Argila siltosa pouco arenosa, cinza clara Mole

Silte arenoso (areia fina), micáceo, variegado marrom e roxo Medianamente compacto

Areia fina, micácea, pouco siltosa, com fragmentos de rocha, variegada marrom Muito compacta

Silte arenoso (areia fina a média), micáceo, com fragmentos de rocha, variegado roxo Muito compacto

LIMITE DA SONDAGEM - Impenetrável a percussão (provável rocha ou matacão)

De 0,00m a 1,80m - Aterro

De 1,80m a 6,20m - Solo Residual

De 6,20m a 8,38m - Solo de Alteração de Rocha

DATA

HORA

PROFUNDIDADE (m)

Avanço (m)

Lavagem por tempo

t(min)

intervalo (m)

avanço (cm)

11/02/2015

-

NÃO ENCONTRADO

Trado

0,00 a 4,00

t(min)

10

intervalo (m)

8,30 a 8,33

avanço (cm)

3

-

-

-

Lavagem

4,45 a 8,38

t(min)

10

intervalo (m)

8,33 a 8,36

avanço (cm)

3

-

-

-

Revestimento

0,00 a 5,00

t(min)

10

intervalo (m)

8,36 a 8,38

avanço (cm)

2

-

-

-

AMOSTRA NÃO RECUPERADA

t(min)

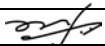
10

intervalo (m)

8,36 a 8,38

avanço (cm)

2

		Autopista Régis Bittencourt 		Código MC-06-116/SP-353-0-C05/501		Revisão A	
Emissão 20/05/2015		Folha 1 de 25					
Lote : 04		Rodovia : BR-116 RODOVIA RÉGIS BITTENCOURT		Projetista: 			
Trecho : SÃO PAULO - CURITIBA				Concessionária: Autopista Régis Bittencourt			
Objeto : PROJETO EXECUTIVO DA ÁREA DE ESCAPE DO km 353+000				ANTT:			
Documentos de Referência: DE-06-116/SP-353-0-F02/501 DE-06-116/SP-353-0-F06/508 DE-06-116/SP-353-0-F06/509 DE-06-116/SP-353-0-F06/510							
Documentos Resultantes:							
Observação: Rev. 0 - Emissão Inicial.							
0	20/05/2015	SETENGE					
Rev.	Data	Firma Projetista	Concessionária	ANTT			

FIRMA PROJETISTA: SETENGE Serviços Técnicos de Engenharia Ltda.	
Nº INTERNO: SET-MC-06-116/SP-353-0-C05/501	Rev.: 0

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	3
2. APRESENTAÇÃO.....	3
3. CRITÉRIOS	4
3.1. Características dos Materiais.....	4
3.2. Coeficientes de segurança	4
3.3. Ações	4
3.4. Normas e especificações	5
3.5. Referências bibliográficas	5
4. ÁREA DE ESCAPE	6
4.1. Formas	6
4.2. Modelo estrutural	7
4.2.1. Materiais.....	8
4.2.2. Propriedades.....	8
4.2.3. Molas.....	8
4.2.4. Carregamentos	9
4.2.1. Combinações.....	11
4.3. Reação nas molas	11
4.4. Esforços	13
4.5. Dimensionamento.....	14
4.5.1. Laje de fundo	14
4.5.2. PAR 1	17
4.5.3. PAR 2.....	18
5. BARREIRA RÍGIDA.....	21
5.1. Formas	21
5.2. Modelo estrutural	22
5.2.1. Dados	22
5.2.2. Esforços.....	23
5.2.3. Tensão	23
5.2.4. Distribuição triangular	23
5.2.5. Verificação ao tombamento	23
5.2.6. Verificação ao deslizamento	23
5.3. Dimensionamento.....	24
5.3.1. Guarda-roda	24
5.3.2. Sapata	25

1. INTRODUÇÃO

A implantação de áreas de escape, que são dispositivos para contenção de caminhões que perdem o controle em rodovias com declives longos e íngremes, visa reduzir o número de acidentes envolvendo veículos desgovernados, fornecendo aos motoristas uma oportunidade de frear o veículo de forma segura. O uso de uma área de escape numa situação de emergência depende, obviamente, de uma decisão do motorista; por isso, além da construção do dispositivo, faz-se necessário orientar os motoristas de caminhões sobre sua utilização e eficiência.

2. APRESENTAÇÃO

O presente documento tem por objetivo apresentar a memória de cálculo da área de escape km 353+0,00 da BR-116 Rod. Régis Bittencourt.

3. CRITÉRIOS

3.1. Características dos Materiais

- Classe de agressividade ambiental conforme NBR 6118/2013 - CAA III
- Concreto estrutural: $f_{ck} \geq 30$ MPa;
- Relação água/cimento: $\leq 0,55$
- Cobrimento: 4,0cm
- Aço CA-50: $f_{yk} \geq 500$ MPa.
- Trem-tipo: TB-45
- $\gamma_{conc} = 25$ kN/m³;
- $\gamma_{solo} = 19$ kN/m³ $\phi = 30^\circ$ $c = 0$
- $\gamma_{arg.expand} = 19$ kN/m³;
- $\sigma_{solo adm.} = 1,0$ kgf/cm² = 0,10 MPa;
- $K_v = 10.000$ kN/m³;

3.2. Coeficientes de segurança

- $\gamma_f = 1,4$;
- $\gamma_c = 1,4$;
- $\gamma_s = 1,15$.

3.3. Ações

- de acordo com recomendações das normas vigentes.

3.4. Normas e especificações

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118. Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

_____. NBR 8681. Ações e segurança nas estruturas – Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

_____. NBR 6122. Projeto de Execução de Fundações – Procedimento. Rio de Janeiro, 2010.

_____. NBR 7480. Barras e Fios de Aço Destinados a Armaduras para Concreto Armado – Procedimento. Rio de Janeiro, 1996.e texto. Modelo

_____. NBR 7188. Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas – Procedimento. Rio de Janeiro, 2013.

3.5. Referências bibliográficas

SUSSEKIND, J.C. Curso de concreto. Vol. 1 e 2. 3ª Edição. Porto Alegre: Globo, 1983.

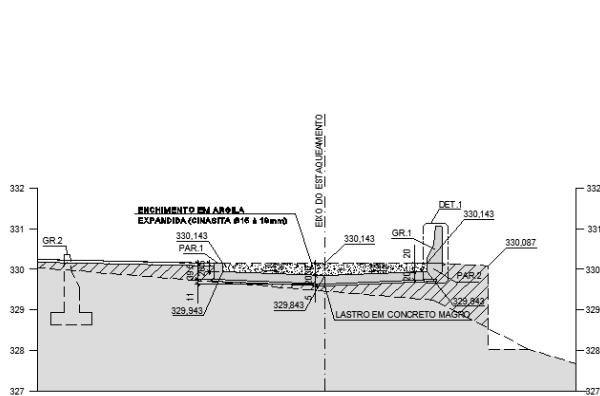
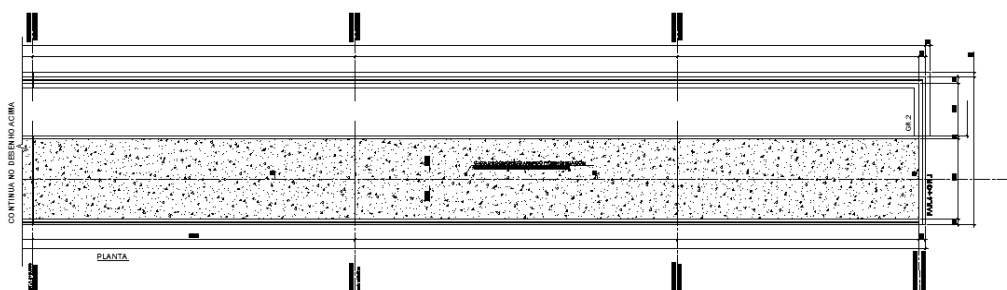
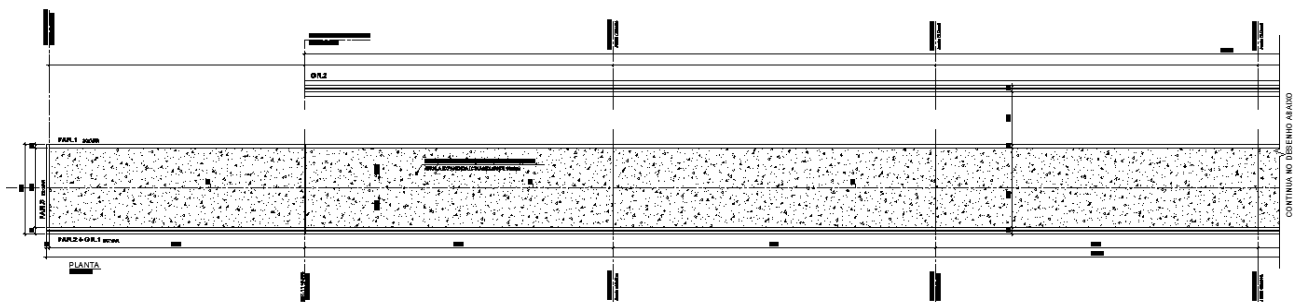
MONTOYA, P.J.; MESEGUER, A.G.; MORÁN CABRÉ F. Hormigón armado. Vol. 1 e 2. 4a Edição. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A., 1969.

LEONHARDT, F.; MONNIG, E. Construções de concreto. Vol. 1 a 6. 1a Edição. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 1978.

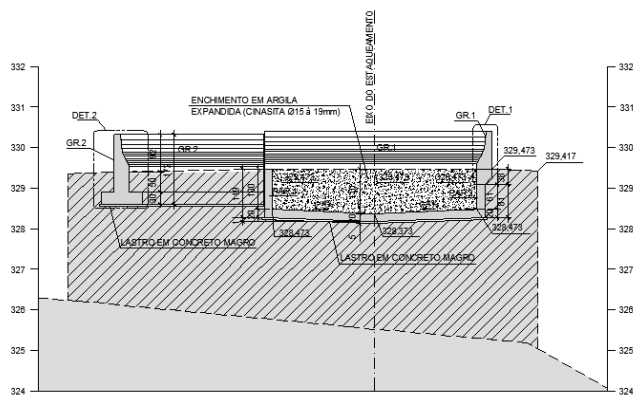
COMITE EURO-INTERNACIONAL DU BETON. CEB-FIP model code 1990. Londres: Thomas Telford, 1990.

4. ÁREA DE ESCAPE

4.1. Formas

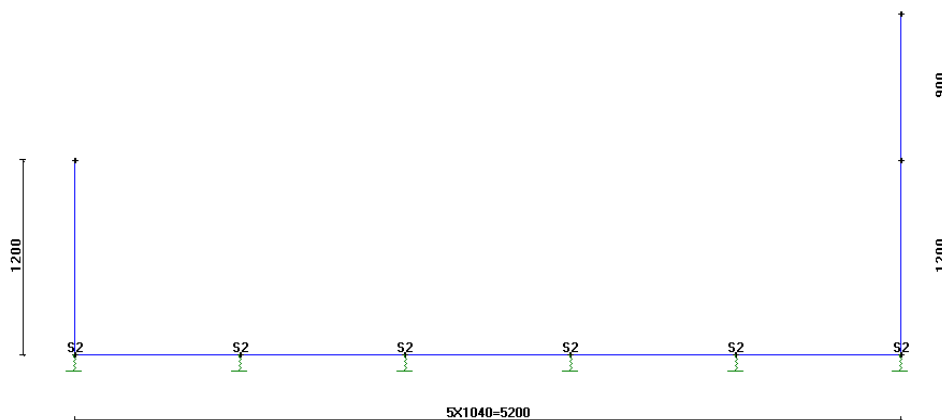


CORTE EST. 10+10.000
ESC. 1:75



CORTE EST. 17+0.000
ESC. 1:75

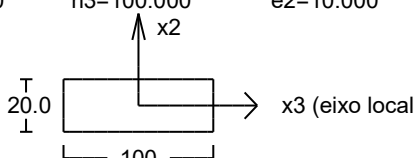
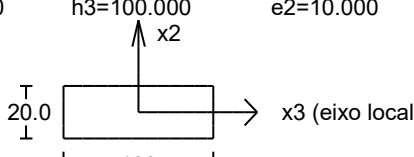
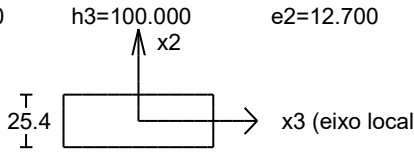
4.2. Modelo estrutural



4.2.1. Materiais

TABELA DE MATERIAIS (unidades - kN metros)						
N.º	Nome	Módulo de Elasticidade	Coefic. Poisson	Densidade	Dilatação Térmica	Módulo Transv.(G)
1	C30	0.2607E+08	0.200	0.2500E+0	0.00001000	0.1086E+08

4.2.2. Propriedades

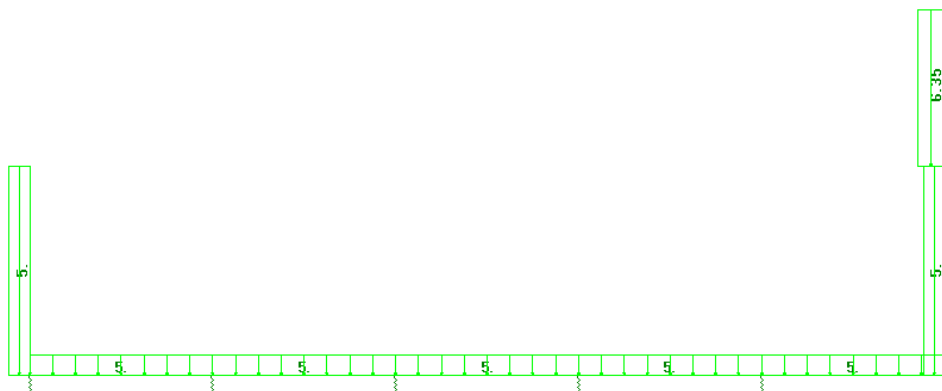
TABELA DE PROPRIEDADES (unidades - cm.)					
PROPRIEDADE N.1 - 100/20					
A=0.2000E+04	I2=0.1667E+07	I3=0.6667E+05	J=0.2331E+06	SF2=0.850	SF3=0.850
Material = 1 - C30					
h2=20.000	h3=100.000	e2=10.000	e3=50.000		
					
PROPRIEDADE N.2 - 100/20					
A=0.2000E+04	I2=0.1667E+07	I3=0.6667E+05	J=0.2331E+06	SF2=0.850	SF3=0.850
Material = 1 - C30					
h2=20.000	h3=100.000	e2=10.000	e3=50.000		
					
PROPRIEDADE N.3 - 100/25.5					
A=0.2540E+04	I2=0.2117E+07	I3=0.1366E+06	J=0.4589E+06	SF2=0.850	SF3=0.850
Material = 1 - C30					
h2=25.400	h3=100.000	e2=12.700	e3=50.000		
					

4.2.3. Molas

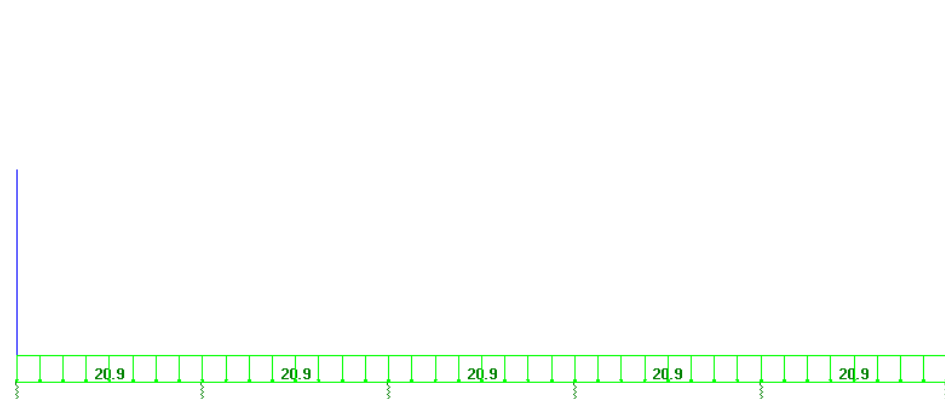
TABELA DE MOLAS (unidades - kN metros)						
Nº	S1	S2	S3	S4	S5	S6
1	0.0	5200.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	5200.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	10400.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	10400.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	10400.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	10400.0	0.0	0.0	0.0	0.0

4.2.4. Carregamentos

- Peso Próprio



- Peso argila expandida



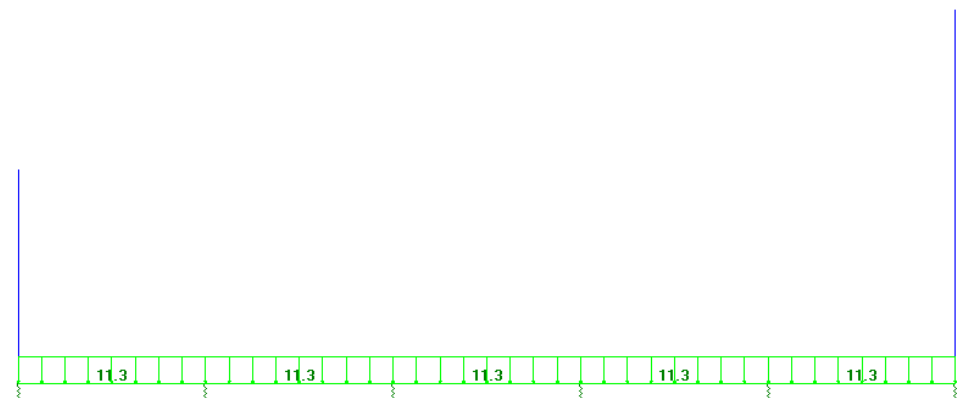
- Veículo

Para este carregamento considerou-se o espraçamento da carga a 45°:

$$A_{TB-45} = 3 \times 6 = 18 \text{ m}^2$$

$$A_{TB-45\text{espraiada}} = 5 \times 8 = 40 \text{ m}^2$$

$$\therefore 450 \text{ kN} / 40 \text{ m}^2 = 11,3 \text{ kN/m}^2$$



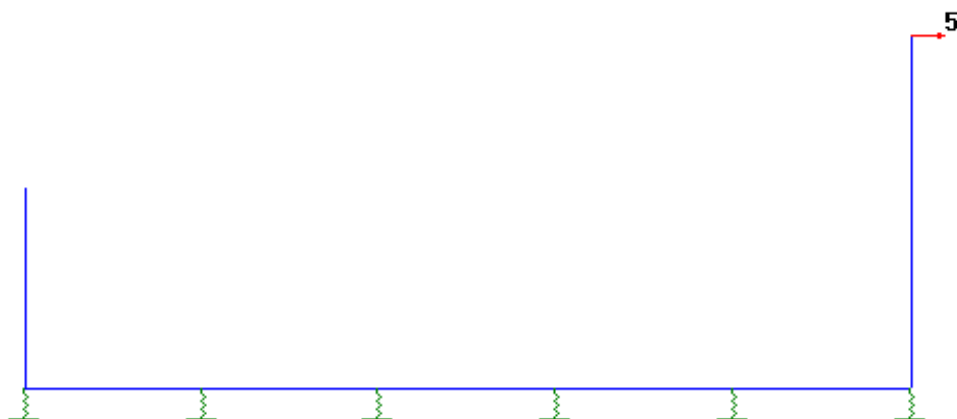
- Impacto

Segundo a NBR 7188:2013 item 5.2.3.4 os dispositivos de contenção devem ser dimensionados para uma força horizontal de 100 kN.

Por se tratar de uma estrutura secundária, onde os veículos trafegarão com velocidade reduzida, para efeito de cálculo a carga aplicada será de 20 kN.

Admitindo uma distribuição espacial a 45°, temos:

$$C_{\text{impacto}} = 20 \text{ kN} / (2 \times 2,0 \text{ m}) = 5 \text{ kN/m}$$



- Empuxo interno + TB 45



- Empuxo externo + TB 45



- Empuxo interno



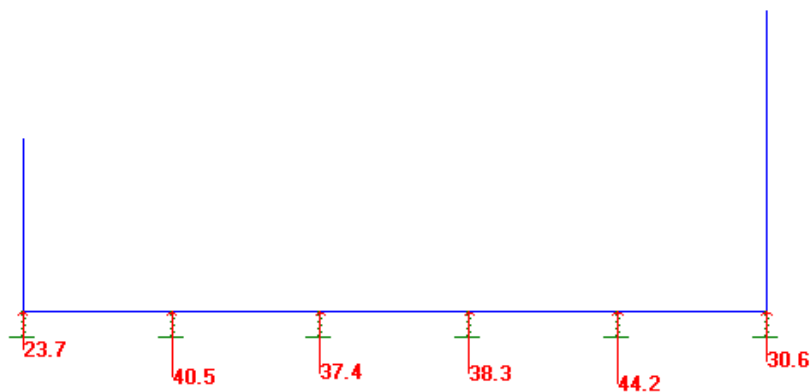
4.2.1. Combinações

TABELA de COMBINAÇÕES					
Comb.					
1	1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 7 * 1.00		
2	1 * 1.00	+ 6 * 1.00			
3	1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 1.00	+ 5 * 1.00	
4	1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 1.00	+ 4 * 1.00	+ 5 * 1.00
5	1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 6 * 1.00	+ 7 * 1.00	

4.3. Reação nas molas

Envoltória de combinações:

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
MC-06-116/SP-353-0-C05/501	A	20/05/2015	12 de 25



Reação máxima na mola: 44,2 kN $\therefore \cong 42,5 \text{ kN/m}^2 \leq \sigma_{\text{solo adm}} \therefore \text{OK!}$

Diagrama de Força Cortante

4.5. Dimensionamento

4.5.1. Laje de fundo

$$M_{\text{máx}+} = 7,7 \text{ kN.m/m}$$

Determinação da área de aço para vigas de concreto armado

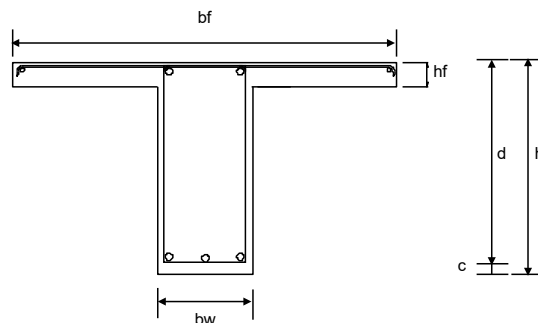
a) Dados Iniciais:

fck =	30,00	MPa
fcd =	2,14	KN/Cm ²
Aço:	CA-50	
fyk =	500,00	MPa
fyd =	43,48	kN/cm ²
fywk =	500,00	MPa
Es =	210,0	GPa
Ecs =	26,07	GPa
γs =	1,15	
γc =	1,40	
c =	4,00	cm
φ est. =	6,30	mm
d' =	5,33	cm

b) Caract. Geométricas da Seção:

Retangular

bf =	100,00	cm
h =	20,00	cm
hf =	0,00	cm
d =	15,00	cm
bw =	100,00	cm
yg =	10,00	cm
Ix =	66.666,67	cm ⁴
Wsup =	6.666,67	cm ³
Winf =	6.666,67	cm ³
Ac =	2.000,00	cm ²



c) Esforços Solicitantes:

γf,g =	1,40	
γf,q =	1,40	
Mk,g =	7,70	kNm
Mk,q =	0,00	kNm
Mk =	7,70	kNm
Md =	10,78	kNm

d) Resultados:

$$x = 0,50 \text{ cm}$$

$$x/d = 0,033$$

Domínio 2

Região de Apoio: N → Ver NB6118 - Item: 14.6.4.3

Armadura Simples

Armar como viga retangular

Determinação $A_{s,\text{min}}$

$$M_{d,\text{min}} = 0,8 \cdot \sigma_{ct,\text{sup}} \cdot W$$

Md,min,inf =	20,08	kNm	Asmin =	4,47	cm ²	Asmin = 3,46 cm ²
Md,min,sup =	20,08	kNm	Asmin =	4,47	cm ²	
ρmin =	0,173		Asmin =	3,46	cm ²	

ARMAÇÃO LONGITUDINAL - Momento Fletor

AsSup =	0,00	cm ²			
Armadura Sup:	0 φ	0,0	mm	→ AsSup =	0,00 cm ² → OK !!!
AsInf =	1,68	cm ²			
Armadura Inf:	10 φ	8,0	mm	→ AsInf =	5,00 cm ² → OK !!!

$$M_{\text{máx}-} = 18,2 \text{ kN.m/m}$$

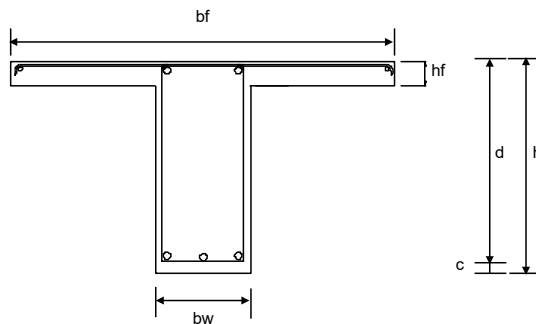
Determinação da área de aço para vigas de concreto armado

a) Dados Iniciais:

$f_{ck} =$	30,00	MPa
$f_{cd} =$	2,14	KN/Cm ²
Aço:	CA-50	
$f_{yk} =$	500,00	MPa
$f_{yd} =$	43,48	kN/cm ²
$f_{yw} =$	500,00	MPa
$E_s =$	210,0	GPa
$E_{cs} =$	26,07	GPa
$\gamma_s =$	1,15	
$\gamma_c =$	1,40	
$c =$	4,00	cm
$\phi_{est.} =$	6,30	mm
$d' =$	5,33	cm

b) Caract. Geométricas da Seção: Retangular

$b_f =$	100,00	cm
$h =$	20,00	cm
$h_f =$	0,00	cm
$d =$	15,00	cm
$b_w =$	100,00	cm
$y_g =$	10,00	cm
$I_x =$	66.666,67	cm ⁴
$W_{sup} =$	6.666,67	cm ³
$W_{inf} =$	6.666,67	cm ³
$A_c =$	2.000,00	cm ²



c) Esforços Solicitantes:

$\gamma_{f,g} =$	1,40	
$\gamma_{f,q} =$	1,40	
$M_{k,g} =$	18,20	kNm
$M_{k,q} =$	0,00	kNm
$M_k =$	18,20	kNm
$M_d =$	25,48	kNm

d) Resultados:

$x =$	1,20	cm	Domínio 2 Armadura Simples Armar como viga retangular	Região de Apoio: N --> Ver NB6118 - Item: 14.6.4.3
$x/d =$	0,080			

Determinação $A_{s,min}$					
$M_{d,min} = 0,8 \cdot \sigma_{ct,sup} \cdot W$					
$M_{d,min,inf} =$	20,08	kNm	$A_{smin} =$	4,47	cm ²
$M_{d,min,sup} =$	20,08	kNm	$A_{smin} =$	4,47	cm ²
$\rho_{min} =$	0,173		$A_{smin} =$	3,46	cm ²
			$A_{s'min} =$	3,46	cm ²

ARMAÇÃO LONGITUDINAL - Momento Fletor					
$A_{sSup} =$	0,00	cm ²			
Armadura Sup:	0 ϕ	0,0	mm	$\rightarrow A_{sSup} =$	0,00 cm ² $\rightarrow$ OK !!!
$A_{sInf} =$	4,04	cm ²			
Armadura Inf:	10 ϕ	10,0	mm	$\rightarrow A_{sInf} =$	8,00 cm ² $\rightarrow$ OK !!!

**CÁLCULO DE ABERTURA DE FISSURAS
SEGUNDO A NBR 6118/2003**

b) Dados da Seção e Carregamento:

bw = 100,00 cm
 h = 20,00 cm
 d = 15,00 cm
 bf = 100,00 cm
 hf = 0,00 cm
 d' = 5,00 cm
 Mk = 18,20 kNm
 ϕ = 10 mm
 w < 0,30 mm

c) Resultados:

Ac = 2.000,00 cm²
 yt = 10,00 cm
 Io = 66.666,67 cm⁴
 αe = 24,16
 fctm = 2,90 MPa
 Mr = 28,96 kN.m
 Ie = 66.666,67 cm⁴
 xII = 5,92 cm
 III = 22.853,84 cm⁴
 σsi = 17,47 kN / cm²
 Acri = 1263,00 cm²
 ρri = 0,0063
 g = 100,00 %
 Es = 210,00 GPa
 Ecs = 26,07 GPa

e = 2,00 cm
 h_{fic} = 12,63 cm
 Amáx = 1.263,00 cm²

eh1 = 8,97 cm
 ev1 = 12,63 cm
 A1 = 1.263,00 cm²
 eh2 = 0,00 cm
 ev2 = 0,00 cm
 A2 = 0,00 cm²
 eh3 = 0,00 cm
 ev3 = 0,00 cm
 A3 = 0,00 cm²
 eh4 = 0,00 cm
 ev4 = 0,00 cm
 A4 = 0,00 cm²
 eh5 = 0,00 cm
 ev5 = 0,00 cm
 A5 = 0,00 cm²
 Atotal = 1.263,00 cm²

OK!!!
OK!!!

As_{exist} = 8,00 cm²
 OK

$$w1 = \frac{0,1 \cdot \phi \cdot \sigma_{si}}{1,25 \cdot \eta_i \cdot E_{si}} \cdot \frac{3 \cdot \sigma_{si}}{f_{ctm}}$$

$$w2 = \frac{0,1 \cdot \phi \cdot \sigma_{si}}{1,25 \cdot \eta_i \cdot E_{si}} \cdot \left(\frac{4}{\rho_{ri}} + 45 \right)$$

w1 =	0,053	mm	OK!!!
w2 =	0,200	mm	

4.5.2. PAR 1

$$M_{\text{máx int/ext}} = 7,7 \text{ kN.m/m}$$

Determinação da área de aço para vigas de concreto armado

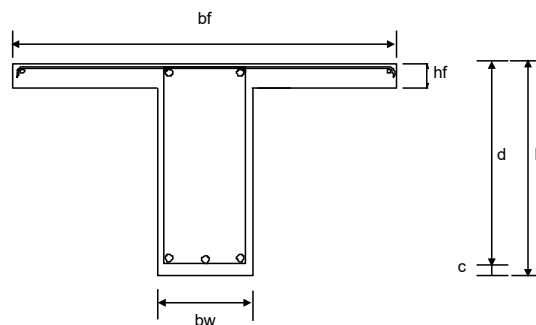
a) Dados Iniciais:

fck =	30,00	MPa
fcd =	2,14	KN/Cm ²
Aço:	CA-50	
fyk =	500,00	MPa
fyd =	43,48	kN/cm ²
fywk =	500,00	MPa
Es =	210,0	GPa
Ecs =	26,07	GPa
γs =	1,15	
γc =	1,40	
c =	4,00	cm
φ est. =	6,30	mm
d' =	5,33	cm

b) Caract. Geométricas da Seção:

Retangular

bf =	100,00	cm
h =	20,00	cm
hf =	0,00	cm
d =	15,00	cm
bw =	100,00	cm
yg =	10,00	cm
Ix =	66.666,67	cm ⁴
Wsup =	6.666,67	cm ³
Winf =	6.666,67	cm ³
Ac =	2.000,00	cm ²



c) Esforços Solicitantes:

γf,g =	1,40	
γf,q =	1,40	
Mk,g =	7,70	kNm
Mk,q =	0,00	kNm
Mk =	7,70	kNm
Md =	10,78	kNm

d) Resultados:

x = 0,50 cm		Domínio 2 Armadura Simples Armar como viga retangular
x/d = 0,033		
Região de Apoio: N → Ver NB6118 - Item: 14.6.4.3		

Determinação As,min

$M_{d,min} = 0,8 \cdot \sigma_{ct,sup} \cdot W$					
Md,min,inf =	20,08	kNm	Asmin =	4,47	cm ²
Md,min,sup =	20,08	kNm	Asmin =	4,47	cm ²
ρmin =	0,173		Asmin =	3,46	cm ²
			As'min =	3,46	cm ²

ARMAÇÃO LONGITUDINAL - Momento Fletor

AsSup =	0,00	cm²					
Armadura Sup:	0 φ	0,0	mm	→ AsSup=	0,00	cm²	→ OK !!!
AsInf =	1,68	cm²					
Armadura Inf:	10 φ	8,0	mm	→ AsInf=	5,00	cm²	→ OK !!!

4.5.3. PAR 2

$$M_{\text{máx int}} = 18,2 \text{ kN.m/m}$$

Determinação da área de aço para vigas de concreto armado

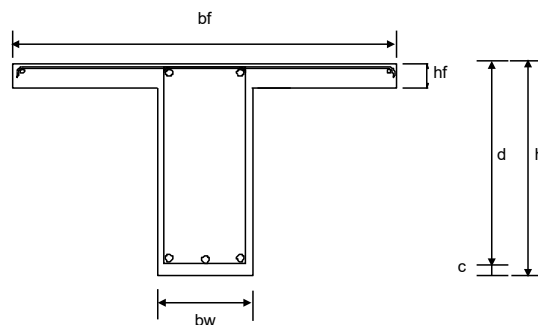
a) Dados Iniciais:

fck =	30,00	MPa
fcd =	2,14	KN/Cm ²
Aço:	CA-50	
fyk =	500,00	MPa
fyd =	43,48	kN/cm ²
fywk =	500,00	MPa
Es =	210,0	GPa
Ecs =	26,07	GPa
γs =	1,15	
γc =	1,40	
c =	4,00	cm
φ est. =	6,30	mm
d' =	5,33	cm

b) Caract. Geométricas da Seção:

Retangular

bf =	100,00	cm
h =	20,00	cm
hf =	0,00	cm
d =	15,00	cm
bw =	100,00	cm
yg =	10,00	cm
Ix =	66.666,67	cm ⁴
Wsup =	6.666,67	cm ³
Winf =	6.666,67	cm ³
Ac =	2.000,00	cm ²



c) Esforços Solicitantes:

γf,g =	1,40	
γf,q =	1,40	
Mk,g =	18,20	kNm
Mk,q =	0,00	kNm
Mk =	18,20	kNm
Md =	25,48	kNm

d) Resultados:

x =	1,20	cm	Domínio 2 Armadura Simples Armar como viga retangular
x/d =	0,080		
Região de Apoio: N → Ver NB6118 - Item: 14.6.4.3			

Determinação As,min					
$M_{d,min} = 0,8 \cdot \sigma_{ct,sup} \cdot W$					
Md,min,inf =	20,08	kNm	Asmin =	4,47	cm ²
Md,min,sup =	20,08	kNm	Asmin =	4,47	cm ²
ρmin =	0,173		Asmin =	3,46	cm ²

ARMAÇÃO LONGITUDINAL - Momento Fletor					
AsSup =	0,00	cm ²			
Armadura Sup:	0 φ	0,0	mm	→ AsSup =	0,00 cm ² → OK !!!
AsInf =	4,04	cm ²			
Armadura Inf:	10 φ	10,0	mm	→ AsInf =	8,00 cm ² → OK !!!

**CÁLCULO DE ABERTURA DE FISSURAS
SEGUNDO A NBR 6118/2003**

b) Dados da Seção e Carregamento:

bw = 100,00 cm
h = 20,00 cm
d = 15,00 cm
bf = 100,00 cm
hf = 0,00 cm
d' = 5,00 cm
Mk = 18,20 kNm
φ = 10 mm
w < 0,30 mm

e = 2,00 cm
h_{fic} = 12,63 cm
A_{máx} = 1.263,00 cm²

eh1 = 8,97 cm
ev1 = 12,63 cm
A1 = 1.263,00 cm²
eh2 = 0,00 cm
ev2 = 0,00 cm
A2 = 0,00 cm²
eh3 = 0,00 cm
ev3 = 0,00 cm
A3 = 0,00 cm²
eh4 = 0,00 cm
ev4 = 0,00 cm
A4 = 0,00 cm²
eh5 = 0,00 cm
ev5 = 0,00 cm
A5 = 0,00 cm²
A_{total} = 1.263,00 cm²

OK!!!
OK!!!

c) Resultados:

A_c = 2.000,00 cm²
y_t = 10,00 cm
I_o = 66.666,67 cm⁴
α_e = 24,16
f_{ctm} = 2,90 MPa
M_r = 28,96 kN.m
I_e = 66.666,67 cm⁴
x_{II} = 5,92 cm
I_{II} = 22.853,84 cm⁴
σ_{si} = 17,47 kN / cm²
A_{cri} = 1263,00 cm²
ρ_{ri} = 0,0063
g = 100,00 %
E_s = 210,00 GPa
E_{cs} = 26,07 GPa

A_{s_{exist}} = 8,00 cm²
OK

$$w1 = \frac{0,1 \cdot \phi \cdot \sigma_{si} \cdot 3 \cdot \sigma_{si}}{1,25 \cdot \eta_i \cdot E_{si} \cdot f_{ctm}}$$

$$w2 = \frac{0,1 \cdot \phi \cdot \sigma_{si}}{1,25 \cdot \eta_i \cdot E_{si}} \cdot \left(\frac{4}{\rho_{ri}} + 45 \right)$$

w1 =	0,053	mm	OK!!!
w2 =	0,200	mm	

$$M_{\text{máx ext}} = 1,8 \text{ kN.m/m}$$

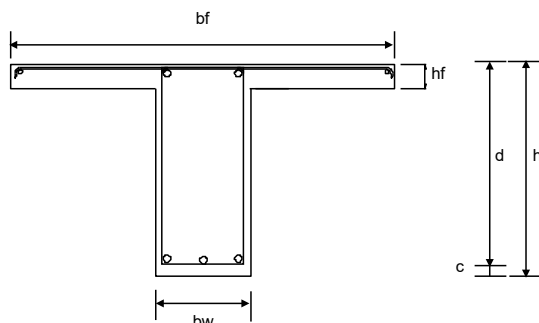
Determinação da área de aço para vigas de concreto armado

a) Dados Iniciais:

f_{ck} = 30,00 MPa
f_{cd} = 2,14 KN/Cm²
Aço: CA-50
f_{yk} = 500,00 MPa
f_{yd} = 43,48 kN/cm²
f_{ywk} = 500,00 MPa
E_s = 210,0 GPa
E_{cs} = 26,07 GPa
γ_s = 1,15
γ_c = 1,40
c = 4,00 cm
φ_{est.} = 6,30 mm
d' = 5,33 cm

b) Caract. Geométricas da Seção: Retangular

bf =	100,00	cm
h =	20,00	cm
hf =	0,00	cm
d =	15,00	cm
bw =	100,00	cm
yg =	10,00	cm
Ix =	66.666,67	cm ⁴
Wsup =	6.666,67	cm ³
Winf =	6.666,67	cm ³
Ac =	2.000,00	cm ²



c) Esforços Solicitantes:

$\gamma_{f,g}$ =	1,40	
$\gamma_{f,q}$ =	1,40	
Mk,g =	1,80	kNm
Mk,q =	0,00	kNm
Mk =	1,80	kNm
Md =	2,52	kNm

d) Resultados:

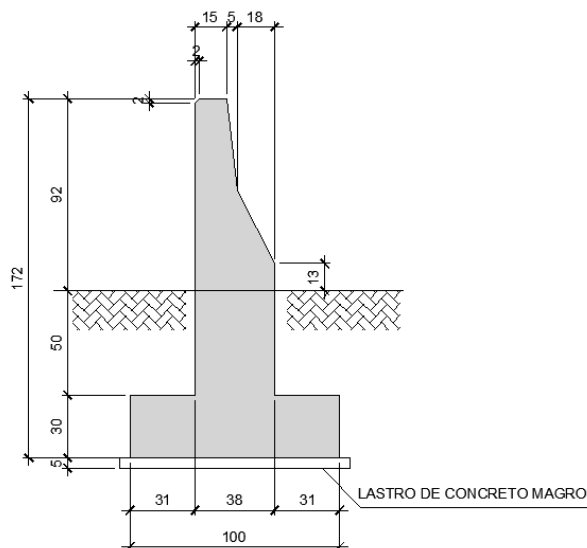
x =	0,12	cm	Domínio 2	Região de Apoio: N --> Ver NB6118 - Item: 14.6.4.3
x/d =	0,008			
			Armadura Simples	
			Armar como viga retangular	

Determinação $A_{s,min}$					
$M_{d,min} = 0,8 \cdot \sigma_{ct,sup} \cdot W$					
Md,min,inf =	20,08	kNm	Asmin =	4,47	cm ²
Md,min,sup =	20,08	kNm	Asmin =	4,47	cm ²
ρ_{min} =	0,173		Asmin =	3,46	cm ²
			Asmin =	3,46	cm ²
			Asmin =	3,46	cm ²

ARMAÇÃO LONGITUDINAL - Momento Fletor					
AsSup =	0,00	cm ²			
Armadura Sup:	0 ϕ	0,0 mm	→ AsSup=	0,00	cm ² → OK !!!
AsInf =	0,39	cm ²			
Armadura Inf:	10 ϕ	8,0 mm	→ AsInf=	5,00	cm ² → OK !!!

5. BARREIRA RÍGIDA

5.1. Formas



DETALHE 2 - GR.2
ESC. 1:25

Cl=	20	kN
Espraiam=	5,81	kN/m

5.2.2. Esforços

$M_{solic} =$	10,000	kN.m/m
$M_{resist\ peso\ "0"} =$	9,071	kN.m/m
$M_{resist\ solo\ "0"} =$	9,494	kN.m/m

$\gamma_f =$	1
$\gamma_m =$	1,2
$\gamma_m =$	1,4

$V_{solic} =$	5,814	kN/m
$N_{resist\ peso} =$	18,725	kN/m
$N_{resist\ solo} =$	13,640	kN/m

$\gamma_f =$	1
$\gamma_m =$	1,2
$\gamma_m =$	1,4

5.2.3. Tensão

$\sigma_+ =$	92,37	kN/m ²
$\sigma_- =$	-27,64	kN/m ²

5.2.4. Distribuição triangular

e=	0,31
σ_1 =	112,95 kN/m ²

$$\sigma_1 < 4/3 \sigma_{adm} \quad 112,95 < 133,33 \quad \text{OK}$$

5.2.5. Verificação ao tombamento

Verificação NBR 6122 (com fator de ponderação)

$$M_{resist}/M_{solic} > 1,0$$

1,43 > 1 OK

5.2.6. Verificação ao deslizamento

Verificação NBR 6122 (com fator de ponderação)

$$(NT \times \tan \phi_d) / \gamma_m \geq \gamma_f \times V$$

9,23 > 5,81 OK

5.3. Dimensionamento

5.3.1. Guarda-roda

M=10 kN.m/m

Determinação da área de aço para vigas de concreto armado

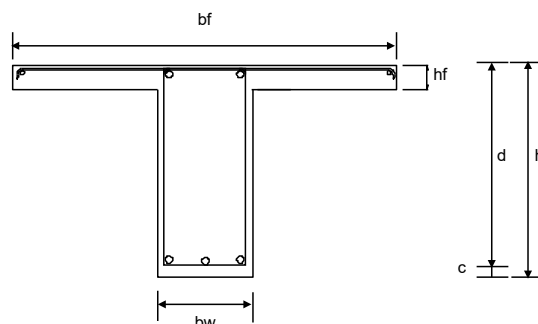
a) Dados Iniciais:

fck =	30,00	MPa
fcd =	2,14	KN/Cm ²
Aço:	CA-50	
fyk =	500,00	MPa
fyd =	43,48	kN/cm ²
fywk =	500,00	MPa
Es =	210,0	GPa
Ecs =	26,07	GPa
γs =	1,15	
γc =	1,40	
c =	4,00	cm
φ est. =	6,30	mm
d' =	5,33	cm

b) Caract. Geométricas da Seção:

Retangular

bf =	100,00	cm
h =	38,00	cm
hf =	0,00	cm
d =	33,00	cm
bw =	100,00	cm
yg =	19,00	cm
Ix =	457.266,67	cm ⁴
Wsup =	24.066,67	cm ³
Winf =	24.066,67	cm ³
Ac =	3.800,00	cm ²



c) Esforços Solicitantes:

γf,g =	1,40	
γf,q =	1,40	
Mk,g =	10,00	kNm
Mk,q =	0,00	kNm
Mk =	10,00	kNm
Md =	14,00	kNm

d) Resultados:

x =	0,29	cm	Domínio 2 Armadura Simples Armar como viga retangular
x/d =	0,009		
			Região de Apoio: N → Ver NB6118 - Item: 14.6.4.3

Determinação As,min					
$M_{d,min} = 0,8 \cdot \sigma_{ct,sup} \cdot W$					
Md,min,inf =	72,50	kNm	Asmin =	7,26	cm ²
Md,min,sup =	72,50	kNm	Asmin =	7,26	cm ²
ρmin =	0,173		Asmin =	6,57	cm ²
			As'min =	6,57	cm ²

ARMAÇÃO LONGITUDINAL - Momento Fletor					
AsSup =	0,00	cm ²			
Armadura Sup:	0 φ	0,0	mm	→ AsSup=	0,00 cm ² → OK !!!
AsInf =	0,98	cm ²			
Armadura Inf:	10 φ	10,0	mm	→ AsInf=	8,00 cm ² → OK !!!

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
MC-06-116/SP-353-0-C05/501	A	20/05/2015	25 de 25

5.3.2. Sapata

$$T = 100[(1 - 0,38)/2]^2 / 0,8 \times 0,25$$

$$T = 48,05 \text{ kN/m}$$

$$A_s = 1,61 \times 48,05 / 50 = 1,54 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s_{\min}} = 5,19 \text{ cm}^2/\text{m} \therefore A_s = \varnothing 10 \text{ c/ } 10$$

		Autopista Régis Bittencourt 		Código MC-06-116/SP-353-0-F07/501		Revisão A	
Emissão 05/12/2014		Folha 1 de 8					
Lote : 04		Rodovia : BR-116 RODOVIA RÉGIS BITTENCOURT		Projetista: 			
Trecho : SÃO PAULO - CURITIBA ÁREA DE ESCAPE - km 353+000				Concessionária: Autopista Régis Bittencourt			
Objeto : Memória de Cálculo de Alinhamento Horizontal e Vertical ÁREA DE ESCAPE				ANTT:			

Documentos de Referência:

DE-06-116/SP-353-0-F02/501

Documentos Resultantes:

Observação: Rev. 0 - Emissão Inicial.

0	05/12/2014	SETENGE 		
Rev.	Data	Firma Projetista	Concessionária	ANTT

FIRMA PROJETISTA: SETENGE Serviços Técnicos de Engenharia Ltda.

Nº INTERNO: SET-MC-06-116/SP-353-0-F07/501

Rev.: 0

ÍNDICE

1.	APRESENTAÇÃO	3
2.	ÁREA DE ESCAPE	4

1. APRESENTAÇÃO

O presente documento tem por objetivo apresentar à AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES - ANTT – o relatório de alinhamento horizontal e vertical da BR-116, Rodovia Régis Bittencourt – ÁREA DE ESCAPE – km 362+000, trecho São Paulo - Curitiba.

- ÁREA DE ESCAPE

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
MC-06-116/SP-353-0-F07/501	A	05/12/2014	4 de 8

2. ÁREA DE ESCAPE

ALINHAMENTO HORIZONTAL

Curva Nº	Deflexão	Curva de Transição							Curva Circular			
		Lc	Ang.Espiral	Xc	Yc	Tl	Tc	Ts	R	Ac	T	D
1	19°55'14.311"	-	-	-	-	-	-	-	350.000	19°55'14.311"	61.465	121.688
		-	-	-	-	-	-	-				

Curva Nº	Coordenadas PI		Azimute	Coordenadas					Estaca			
				CC	Início/TE/PC	EC	CE	ET/PT/Fim	Início/TE/PC	EC	CE	ET/PT/Fim
INICIO=	N	7336197.150357		-	-	-	-	-	0+0.000	-	-	-
	E	272040.717728		-	-	-	-	-				
			235°32'20.207"									
1	N	7336162.370891		7336485.729210	7336197.150357	-	-	7336146.939429	0+0.000	-	-	6+1.688
	E	271990.039528		271842.671658	272040.717728	-	-	271930.543636				
			255°27'34.518"									
FIM=	N	7336092.129478		-	-	-	-	-	-	-	-	17+0.000
	E	271719.224262		-	-	-	-	-				

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
MC-06-116/SP-353-0-F07/501	A	05/12/2014	7 de 8

ALINHAMENTO VERTICAL

Curva	Ponto	Estaca	Cota	Declividade	L1	L2	emax	K1	K2
	INICIO=	0+0.000	338.606		-	-	-	-	-
				-4.470%					
1	PCV=	6+5.000	333.018		15.000	15.000	0.065	17.442	17.442
	PIV=	7+0.000	332.348						
	PCR=	7+15.000	331.935						
				-2.750%					
2	PCR=	7+15.000	331.935		15.000	15.000	-0.026	42.857	42.857
	PIV=	8+10.000	331.523						
	PTV=	9+5.000	331.005						
				-3.450%					
3	PCV=	12+0.000	329.108		30.000	30.000	0.409	11.009	11.009
	PIV=	13+10.000	328.073						
	PTV=	15+0.000	328.673						
				2.000%					
	FIM=	17+0.000	329.473		-	-	-	-	-

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
MC-06-116/SP-353-0-F07/501	A	05/12/2014	8 de 8

TABELA DE COORDENADAS E COTAS

Estaca	Tipo de Ponto	E	N	Cota
0+0.000	INICIO=	272040.717728	7336197.150357	338.606
0+0.000	PC=	272040.717728	7336197.150357	338.606
1+0.000		272023.913228	7336186.310618	337.712
2+0.000		272006.517080	7336176.448306	336.818
3+0.000		271988.586072	7336167.595615	335.924
4+0.000		271970.178738	7336159.781446	335.030
5+0.000		271951.355168	7336153.031307	334.136
6+0.000		271932.176810	7336147.367232	333.242
6+1.688	PT=	271930.543636	7336146.939429	333.167
7+0.000		271912.818423	7336142.342037	332.412
8+0.000		271893.459006	7336137.320781	331.795
9+0.000		271874.099590	7336132.299525	331.175
10+0.000		271854.740174	7336127.278269	330.488
11+0.000		271835.380758	7336122.257013	329.798
11+5.868		271829.701190	7336120.783902	328.700
12+0.000		271816.021342	7336117.235757	329.108
13+0.000		271796.661926	7336112.214502	328.600
14+0.000		271777.302510	7336107.193246	328.455
15+0.000		271757.943094	7336102.171990	328.673
16+0.000		271738.583678	7336097.150734	329.073
17+0.000	FIM=	271719.224262	7336092.129478	329.473

		Autopista Régis Bittencourt 		Código MC-06-116/SP-353-0-Q04/501	Revisão A
Emissão 06/11/2014		Folha 1 de 7			
Lote : 04	Rodovia : BR 116 - ROD. RÉGIS BITTENCOURT			Projetista: 	
Trecho : SÃO PAULO - CURITIBA ÁREA DE ESCAPE - km 353+000			Concessionária: Autopista Régis Bittencourt		
Objeto : Quadro de Cálculo de Volume de Terraplenagem ÁREA DE ESCAPE			ANTT:		
Documentos de Referência: NS-06-116/SP-353-0-P01/501					
Documentos Resultantes:					
Observação: Rev. 0 – Emissão Inicial.					
0	06/11/2014	SETENGE			
Rev.	Data	Firma Projetista	Concessionária		ANTT
Firma Projetista: SETENGE Serviços Técnicos de Engenharia Ltda.					
N° Interno: SET-MC-06-116/SP-353-0-Q04/501				Rev.:1	

Código: MC-06-116/SP-353-0-Q04/501	Revisão: A	Emissão: 06/11/2014	Folha: 2 de 7
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

Código: MC-06-116/SP-353-0-Q04/501	Revisão: A	Emissão: 04/11/2014	Folha: 3 de 7
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

[illegible]

Código: MC-06-116/SP-353-0-Q04/501	Revisão: A	Emissão: 04/11/2014	Folha: 4 de 7
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

RESUMO TOTAL DE VOLUME

CORTE			VOLUMES (m ³)				
1 ^a Cat.	2 ^a Cat.	3 ^a Cat.	Material Brejoso	REATERRO	ATERRO	REATERRO EMPOLADO	ATERRO EMPOLADO
765	0	0	0	0	2433	0	3047

Código: MC-06-116/SP-353-0-Q04/501	Revisão: A	Emissão: 04/11/2014	Folha: 5 de 7
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

RESUMO DE CORTE

CORTE Nº.	ESTACA	VOLUMES (m3)			Material Brejoso
		1a. CAT.	CORTE 2a. CAT.	3a. CAT.	
1	0+0.000	765			
	14+0.000				
TOTAL		765			

Código: MC-06-116/SP-353-0-Q04/501	Revisão: A	Emissão: 04/11/2014	Folha: 6 de 7
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

RESUMO DE ATERRO

ATERRO Nº.	ESTACA	VOLUMES (m3)		REATERRO EMPOLADO	ATERRO EMPOLADO
		REATERRO	ATERRO		
1	0+0.000		2433		3047
	17+0.000				
TOTAL			2433		3047

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
MC-06-116/SP-353-0-Q04/501	A	04/11/2014	7 de 7

COMPENSAÇÃO LATERAL

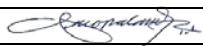
TRECHO Nº.	ESTACA	VOLUMES (m3)	
		1a. CAT.	2a. CAT.
1	0+0.000	704	
	14+0.000		
TOTAL		704	

				Código MC-06-116/SP-353-0-H04/501	Revisão A
Lote : 04		Rodovia : BR-116 REGIS BITTENCOURT		Emissão 05/12/2014	Folha 1 de 18
Trecho : SÃO PAULO-CURITIBA ÁREA DE ESCAPE - km 353+000				Projetista: 	
Objeto : Memória de Cálculo dos Estudos Hidrológicos e Hidráulicos				Concessionária: Autopista Regis Bittencourt	
				ANTT:	

Documentos de Referência:
Manual de Drenagem de Rodovias – DNIT(2006)

Documentos Resultantes:
DE-06-116/SP-353-0-H04/501
DE-06-116/SP-353-0-H06/501

Observação: Rev. 0 - Emissão Inicial.

1	20/05/2015	SETENGE		
0	05/12/2014	SETENGE		
Rev.	Data	Firma Projetista	Concessionária	ANTT

Firma Projetista: SETENGE Serviços Técnicos de Engenharia Ltda.

Nº Interno: SET- MC-06-116/SP-353-0-H04/501

Rev.: 1

Código: MC-06-116/SP-353-0-H04/501	Revisão: A	Emissão: 05/12/2014	Folha: 2 / 18
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

ÍNDICE

ÍNDICE.....	2
1 – OBJETIVO.....	3
2 - ESTUDO DE CHUVAS INTENSAS.....	4
3 - VAZÃO DE PROJETO	5
3.1 - Método Racional.....	5
3.2 - Coeficiente de Escoamento Superficial (RUN-OFF).....	5
3.3 - Tempo de Concentração	6
4 - CÁLCULOS HIDRÁULICOS	7
5 - DRENAGEM DO CORPO ESTRADAL.....	8
5.1 - Descida de Água	8
5.2 - Estruturas de Dissipação de Energia	8
6 - DRENAGEM SUPERFICIAL	9
6.1 - Sarjetas de Pé de Corte	9
6.2 – Sarjetas de Plataforma de Aterro	9
6.3 - Caixas Coletoras	9
6.4 - Caixa de Retenção	9
6.5 - Rede Coletora	9
7 – ANEXOS.....	10
7.2. Planilha de Cálculo – Sarjeta de Corte.....	11
7.3. Planilha de Cálculo – Sarjeta de Borda de Aterro.	13
7.4. Planilha de Cálculo – Canaleta Retangular de Concreto.....	15
7.5. Planilha de Cálculo – Rede Coletora	17

Código: MC-06-116/SP-353-0-H04/501	Revisão: A	Emissão: 05/12/2014	Folha: 3 / 18
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

1 – OBJETIVO

Este memorial tem por objetivo apresentar o Estudo Hidrológico e Hidráulico elaborado para implantação da Área de Escape – km 353+000 da Rodovia Régis Bittencourt – BR 116, trecho São Paulo – Curitiba.

Os estudos hidrológicos foram desenvolvidos de acordo com as metodologias e critérios preconizados pelo DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes e pelo DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica para fornecer subsídios para a determinação das vazões de dimensionamento do sistema de drenagem.

Os estudos hidráulicos foram realizados para o dimensionamento do projeto do sistema de drenagem.

Código: MC-06-116/SP-353-0-H04/501	Revisão: A	Emissão: 05/12/2014	Folha: 4 / 18
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

2 - ESTUDO DE CHUVAS INTENSAS

No presente estudo será adotada a equação de chuvas intensas de Tapiraí, atualizada em 1999 pelo DAEE/CTH por estar localizada próxima da região em estudo conforme apresentada a seguir:

- Para $10 \leq t \leq 1440$ min.

$$i_{t,T} = 27,4379 \cdot (t+20)^{-0,8447} + 4,3767 \cdot (t+15)^{-0,7369} \cdot [-0,4744 - 0,8863 \ln \ln(T/T-1)]$$

com:

i = intensidade da chuva, correspondente à duração t e período de retorno T , em mm/min;

t = duração da chuva em minutos; e

T = período de retorno em anos.

Código: MC-06-116/SP-353-0-H04/501	Revisão: A	Emissão: 05/12/2014	Folha: 5 / 18
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

3 - VAZÃO DE PROJETO

3.1 - Método Racional

Para determinação das vazões de projeto, foi utilizado o método racional expresso pela seguinte fórmula:

$$Q = \frac{C \times I \times A}{6}$$

Onde:

Q = Vazão, em m³/seg;

C = Coeficiente de escoamento superficial (adimensional);

I = Intensidade pluviométrica, em mm/min;

A = Área de drenagem, em ha.

3.2 - Coeficiente de Escoamento Superficial (RUN-OFF)

O coeficiente de escoamento superficial da sub-bacia é calculado ponderadamente em função da composição das áreas parciais, ou seja:

$$C = \frac{\sum C_i \times A_i}{\sum A_i}$$

Onde:

C = coeficiente de escoamento superficial ponderado (adimensional);

C_i = coeficiente de escoamento superficial da área parcial avaliado em função do uso e ocupação do solo. (ver tabela 3.3.1);

A_i = área parcial em ha.

TABELA 3.3.1

Coeficiente de Escoamento Superficial	
Local	C
Superfícies impermeáveis	0,90
Taludes de corte e aterro	0,70
Áreas gramadas	0,35

Código: MC-06-116/SP-353-0-H04/501	Revisão: A	Emissão: 05/12/2014	Folha: 6 / 18
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

3.3 - Tempo de Concentração

O tempo de concentração foi calculado pela fórmula do “Califórnia Highways and Public Roads”, conforme apresentado a seguir:

$$t_c = 57 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Onde:

t_c = Tempo de concentração, em minutos;

L = Comprimento do curso d'água, em km;

H = Desnível entre o ponto mais alto, no início do talvegue, e a cota na seção de referência, em metro.

O tempo de concentração mínimo adotado foi de 5 minutos para a drenagem superficial, e 10 minutos para valetas de proteção que recebe contribuição externa.

O período de retorno adotado foi de 10 anos para a drenagem superficial.

Código: MC-06-116/SP-353-0-H04/501	Revisão: A	Emissão: 05/12/2014	Folha: 7 / 18
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

4 - CÁLCULOS HIDRÁULICOS

Os cálculos hidráulicos para dimensionamento das valetas e bueiros foram elaborados utilizando a fórmula de Manning associada à equação da continuidade.

$$V = \frac{Rh^{2/3} \times i^{1/2}}{n}$$

Onde:

V = Velocidade, em m/seg.;
Rh = Raio hidráulico, em metro;
i = Declividade longitudinal, em m/m;
n = Coeficiente de rugosidade.

$$Q = A \times V$$

Onde:

Q = Vazão, em m³/seg;
A = Área molhada, em m².

Os coeficientes de rugosidade de Manning adotados foram:

- | | |
|--|-----------|
| - para as canaletas e sarjetas em concreto | n = 0,016 |
| - bueiros tubulares | n = 0,015 |

As velocidades máximas de escoamento foram estabelecidas para não ocasionar erosão nos dispositivos com revestimento, ou causar abrasão nos dispositivos com revestimento de concreto, conforme relacionadas a seguir:

- | | |
|--|--------------|
| - Bueiros de concreto. | V = 6,00 m/s |
| - Sarjetas e canaletas revestidas de concreto. | V = 6,00 m/s |

Código: MC-06-116/SP-353-0-H04/501	Revisão: A	Emissão: 05/12/2014	Folha: 8 / 18
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

5 - DRENAGEM DO CORPO ESTRADAL

O sistema de drenagem do corpo estradal foi elaborado de modo a interceptar e encaminhar os deflúvios que atingem os taludes e as plataformas das pistas através de descida d'água e estruturas de dissipação de energia.

5.1 - Descida de Água

A descida d'água foi projetada para conduzir as águas coletadas pelas valetas, sarjetas e outros dispositivos nos locais adequados em corte ou aterro.

5.2 - Estruturas de Dissipação de Energia

As estruturas de dissipação de energia foram projetadas nos lançamentos de valetas, sarjetas, bueiros e outros dispositivos para evitar a erosão no terreno local.

Código: MC-06-116/SP-353-0-H04/501	Revisão: A	Emissão: 05/12/2014	Folha: 9 / 18
---------------------------------------	---------------	------------------------	------------------

6 - DRENAGEM SUPERFICIAL

O sistema de drenagem superficial foi projetado com a finalidade de interceptar e conduzir as águas que se precipitam sobre as plataformas das pistas através de dispositivos de drenagem que são as sarjetas de pé de corte, sarjeta de aterro e canaleta retangular, caixas coletoras, caixa de retenção e rede coletora.

6.1 - Sarjetas de Pé de Corte

As sarjetas de pé de corte foram projetadas para captar as águas que se precipitam sobre o corpo estradal e sobre o talude de corte, conduzindo-as até uma saída lateral, em direção às valetas de proteção ou às caixas coletoras de bueiros.

Os critérios utilizados para o dimensionamento hidráulicos das sarjetas foram estabelecidos em função das declividades longitudinais, alturas e velocidades máximas de escoamento.

6.2 – Sarjetas de Plataforma de Aterro

O critério utilizado para o dimensionamento hidráulico das sarjetas de plataforma de aterro foram os mesmos estabelecidos para as sarjetas de pé de corte revestidas de concreto.

A sarjeta de plataforma de aterro foi projetada nos locais em que a altura dos taludes de aterro são maiores que 2,0 m e recebem contribuição pluvial da pista e acostamento.

6.3 - Caixas Coletoras

As caixas coletoras localizadas no canteiro central ou sarjetas de corte possuem grelha de ferro fundido e a capacidade máxima de engolimento ≤ 500 l/s.

O espaçamento entre caixas coletoras foi determinado ou pela capacidade de engolimento das mesmas, conforme indicadas anteriormente, ou pela capacidade de escoamento da valeta / sarjeta, adotando-se o limite que o primeiro ocorrer.

6.4 - Caixa de Retenção

A caixa de retenção foi projetada em área de fácil acesso para armazenamento de produtos perigosos até o seu esgotamento no caso de ocorrência de acidentes.

6.5 - Rede Coletora

A rede coletora foi dimensionada considerando-se o enchimento máximo.

Y/D = 0,82, diâmetro mínimo de 0,80 m sob as pistas principais, e 0,60 m sob as vias marginais ou secundárias.

Os bueiros tubulares foram assentados, sempre que possível, sobre berço de brita e com método comum de execução de aterro.

Código: MC-06-116/SP-353-0-H04/501	Revisão: A	Emissão: 05/12/2014	Folha: 10 / 18
---------------------------------------	---------------	------------------------	-------------------

Código: MC-06-116/SP-353-0-H04/501	Revisão: A	Emissão: 05/12/2014	Folha: 11 / 18
---------------------------------------	---------------	------------------------	-------------------

7.2. Planilha de Cálculo – Sarjeta de Corte.

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
MC-06-116/SP-353-0-H04/501	A	05/12/2014	12 / 18

PLANILHA DE CÁLCULO - SARJETA DE PÉ DE CORTE

[illegible]

Código: MC-06-116/SP-353-0-H04/501	Revisão: A	Emissão: 05/12/2014	Folha: 13 / 18
---------------------------------------	---------------	------------------------	-------------------

7.3. Planilha de Cálculo – Sarjeta de Borda de Aterro.

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
MC-06-116/SP-353-0-H04/501	A	05/12/2014	14 / 18

PLANILHA DE CÁLCULO - SARJETA DE BORDA DE ATERRO

[illegible]

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
MC-06-116/SP-353-0-H04/501	A	05/12/2014	15 / 18

7.4. Planilha de Cálculo – Canaleta Retangular de Concreto.

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
MC-06-116/SP-353-0-H04/501	A	05/12/2014	16 / 18

PLANILHA DE CÁLCULO – CANALETA RETANGULAR DE CONCRETO

[illegible]

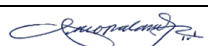
Código: MC-06-116/SP-353-0-H04/501	Revisão: A	Emissão: 05/12/2014	Folha: 17 / 18
---------------------------------------	---------------	------------------------	-------------------

7.5. Planilha de Cálculo – Rede Coletora

Código:	Revisão:	Emissão:	Folha:
MC-06-116/SP-353-0-H04/501	A	05/12/2014	18 / 18

PLANILHA DE CÁLCULO - REDE COLETORA

[illegible]

		Autopista Régis Bittencourt 		Código NS-06-116/SP-353-0-P01/501		Revisão A	
Emissão 05/12/2014		Folha 01 de 24					
Lote : 04		Rodovia : BR-116 RODOVIA RÉGIS BITTENCOURT		Projetista: 			
Trecho : SÃO PAULO - CURITIBA ÁREA DE ESCAPE - km 353+000				Concessionária: Autopista Régis Bittencourt			
Objeto : NOTA DE SERVIÇO DE PLATAFORMA ACABADA DA ÁREA DE ESCAPE				ANTT:			
Documentos de Referência: DE-06-116/SP-353-0-F02/501 DE-06-116/SP-353-0-F03/501							
Documentos Resultantes:							
Observação: Rev. 0 - Emissão Inicial.							
0	05/12/2014	SETENGE 					
Rev.	Data	Firma Projetista	Concessionária	ANTT			
FIRMA PROJETISTA: SETENGE Serviços Técnicos de Engenharia Ltda.							
Nº INTERNO: SET-NS-06-116/SP-353-0-P01/501					Rev.: 1		

Código: NS-06-116/SP-353-0-P01/501	Revisão: A	Emissão: 05/12/2014	Folha: 02 de 24
---------------------------------------	---------------	------------------------	--------------------

1. APRESENTAÇÃO

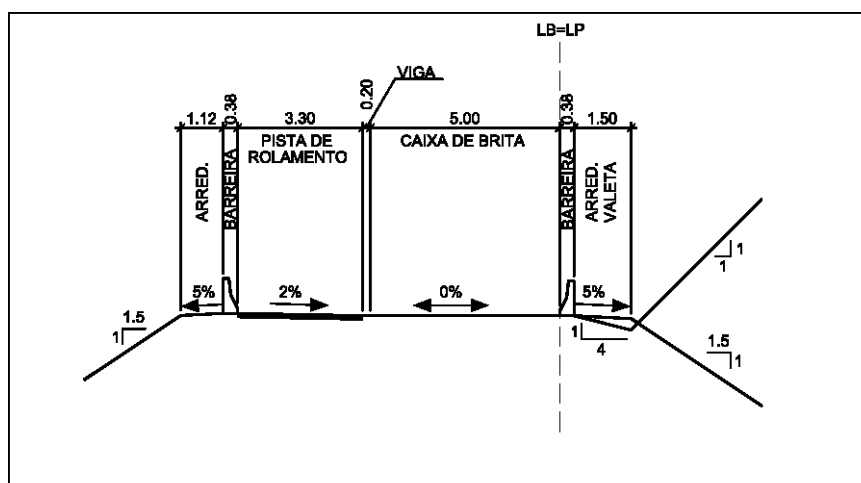
O presente documento tem por objetivo apresentar a Nota de Serviço de Plataforma Acabada e Seções Transversais referente a BR-116, Rodovia Régis Bittencourt, ÁREA DE ESCAPE - km 353+000, trecho São Paulo - Curitiba.

• ÁREA DE ESCAPE	04
(DE-06-116/SP-353-0-F02/501 – PROJETO GEOMÉTRICO - TRAÇADO EM PLANTA)	
(DE-06-116/SP-353-0-F03/501 – PROJETO GEOMÉTRICO - PERFIL LONGITUDINAL)	

2. NOTAS GERAIS

- No cálculo das áreas de terraplenagem foi considerada uma espessura de pavimento de 98 cm, 1 m para a caixa de brita e 30 cm de limpeza do solo.
- Os solos aluvionares fofos ou muito moles ocorrentes nas fundações dos aterros deverão ser removidos na sua totalidade.
- Nos locais onde estão previstos os serviços de recapeamento da pista e/ou implantação de acostamento, as cotas indicadas da pista existente deverão ser confirmadas em campo, na fase de implantação do projeto, e adequados no local, se necessário.

Seção Tipo

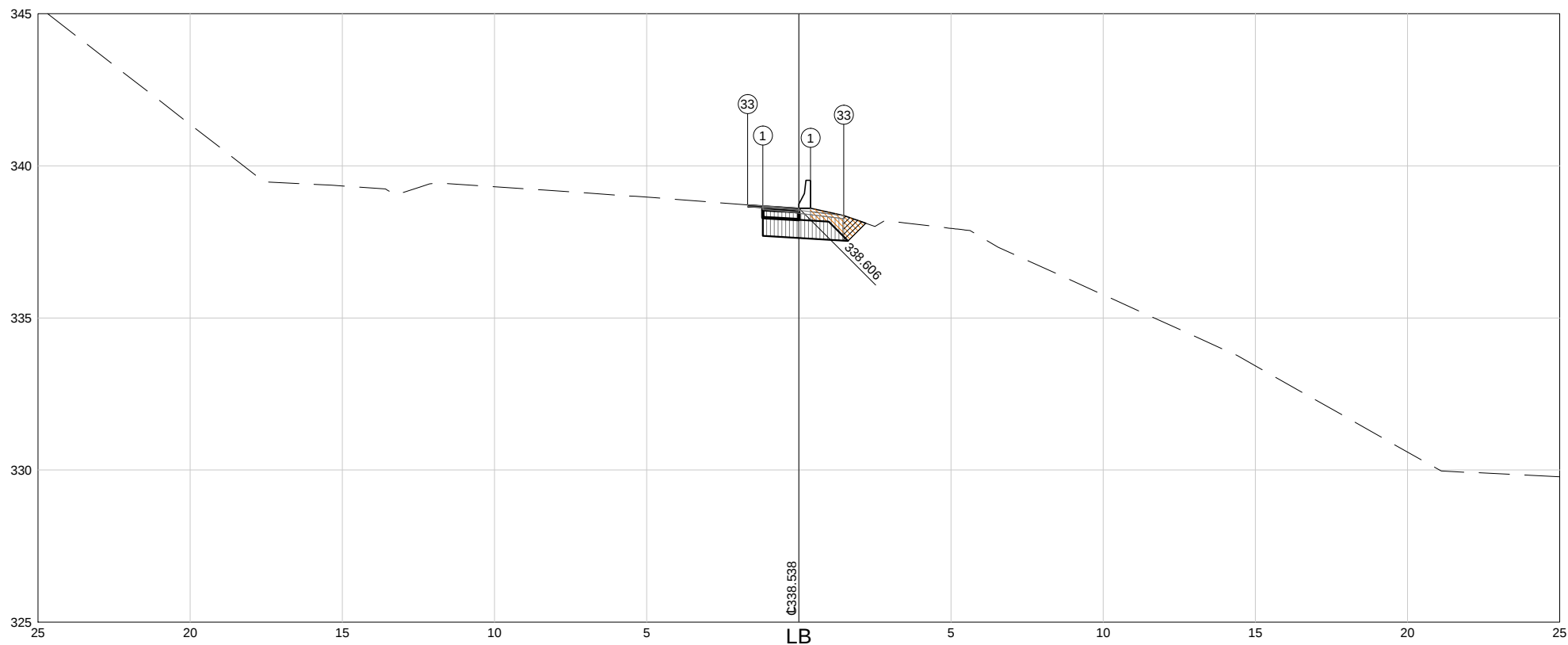


3. REVISÕES

Rev. 0 – Emissão Inicial.

Rev. 1 – Inclusão do Muro 2.

4. ÁREA DE ESCAPE



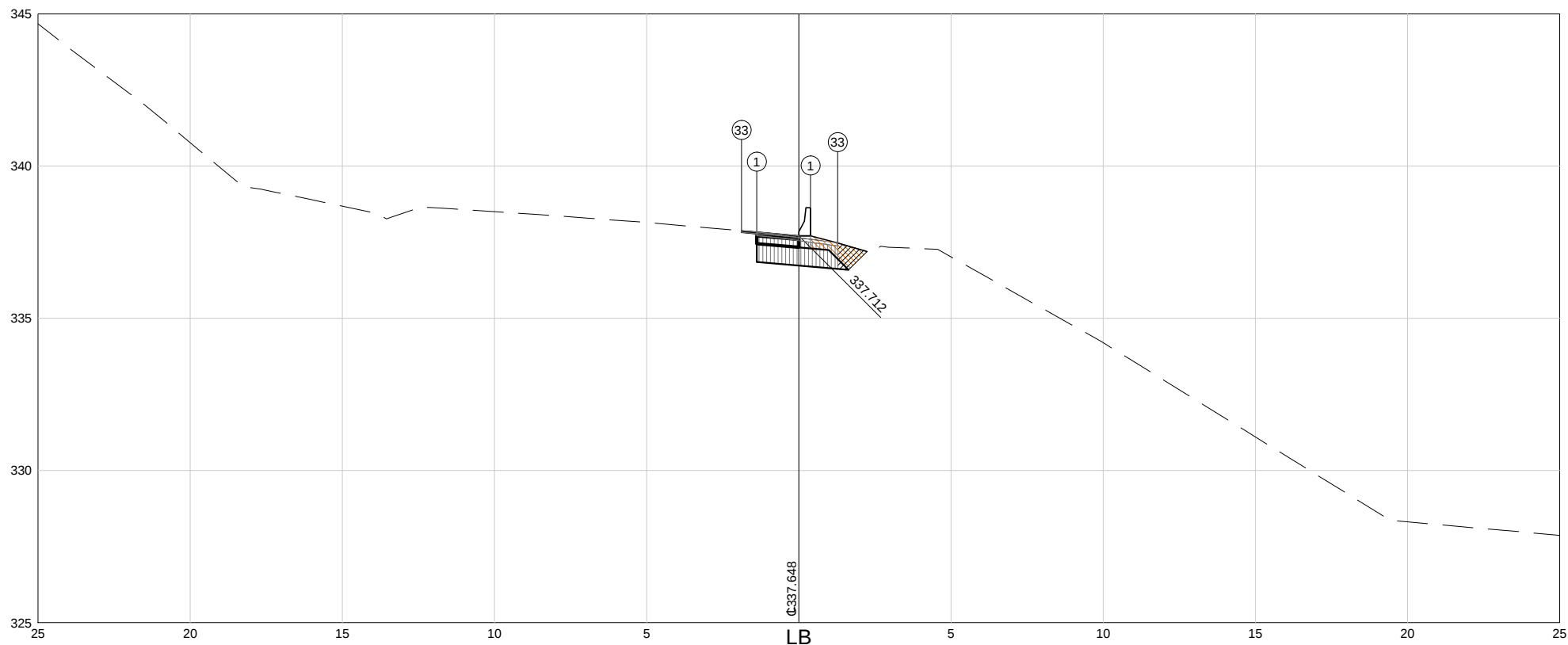
0+0.000

PLATAFORMA ACABADA PTO. 1 33
LADO ESQUERDO DIST. 1.182 1.682
COTA 338.677 338.715

PLATAFORMA ACABADA PTO. 1 33
LADO DIREITO DIST. 0.380 1.478
COTA 338.606 338.362

SET-NS-06-116_SP-353-0-P01_501-R01.dwg

Projetista  Serviços Técnicos de Engenharia Ltda.	0+0.000	A.corte 1a.=	0.3 m ²	A.rsm=	m ²	NOTAS DE SERVIÇO DE PLATAFORMA ACABADA E SEÇÕES TRANSVERSAIS ÁREA DE ESCAPE - km 353+000 ÁREA DE ESCAPE	 Agência Nacional de Transportes Terrestres	Autopista Régis Bittencourt 		
		A.corte 2a.=	m ²	A.reat. rachão=	m ²					
	Cota terreno=	338.538	A.corte 3a.=	m ²	A.reat. solo=	m ²	Código: NS-06-116/SP-353-0-P01/501	Rev: A	Escala: 1 : 200	Folha: 5/ 24
	Cota projeto=	338.606	A.aterro=	0.8 m ²	L.raspagem=	m				



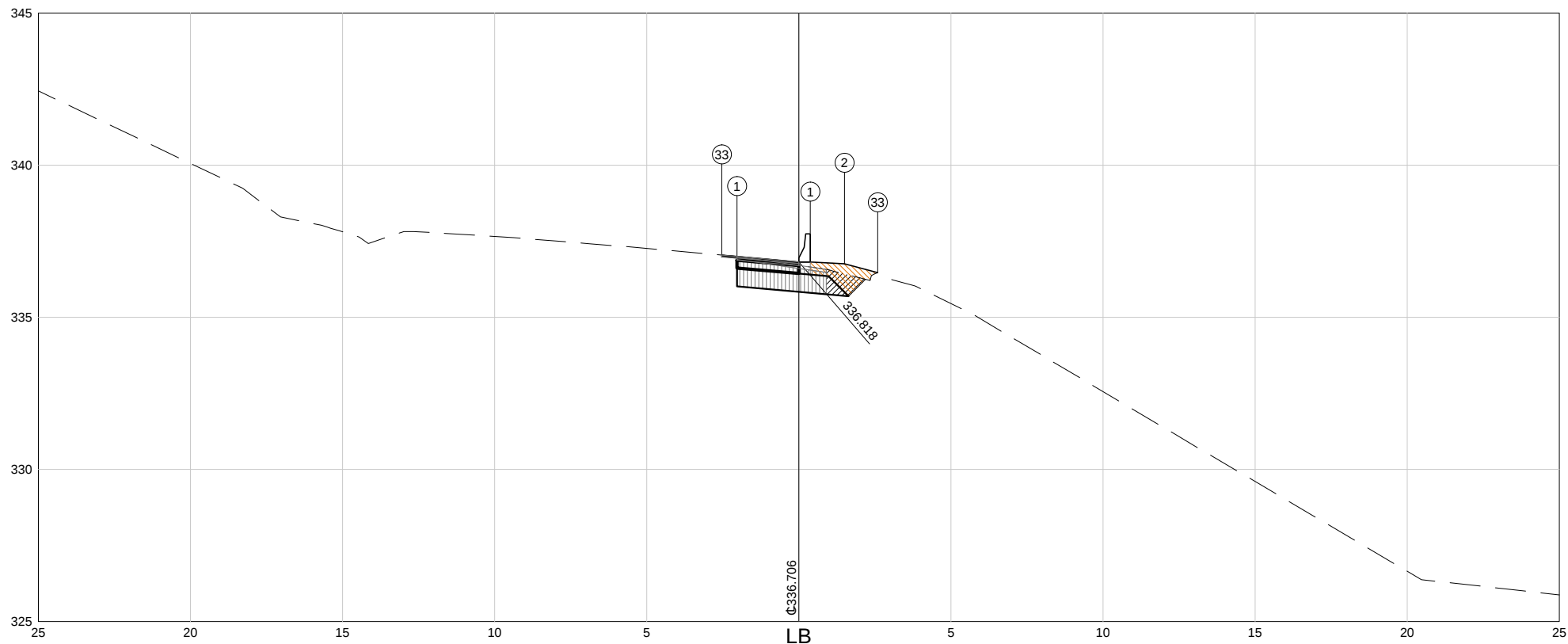
1+0.000

PLATAFORMA ACABADA PTO. 1 33
LADO ESQUERDO DIST. 1.383 1.883
COTA 337.832 337.875

PLATAFORMA ACABADA PTO. 1 33
LADO DIREITO DIST. 0.380 1.274
COTA 337.712 337.479

SET-NS-06-116_SP-353-0-P01_501-R01.dwg

Projetista  Serviços Técnicos de Engenharia Ltda.	1+0.000	A.corte 1a.=	0.5 m ²	A.rsm=	m ²	NOTAS DE SERVIÇO DE PLATAFORMA ACABADA E SEÇÕES TRANSVERSAIS ÁREA DE ESCAPE - km 353+000 ÁREA DE ESCAPE	 AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Autopista Régis Bittencourt 	Código: NS-06-116/SP-353-0-P01/501	Rev: A	Escala: 1 : 200	Folha: 6/ 24
		A.corte 2a.=	m ²	A.reat. rachão=	m ²							
		A.corte 3a.=	m ²	A.reat. solo=	m ²							
		A.aterro=	0.8 m ²	L.raspagem=	m							

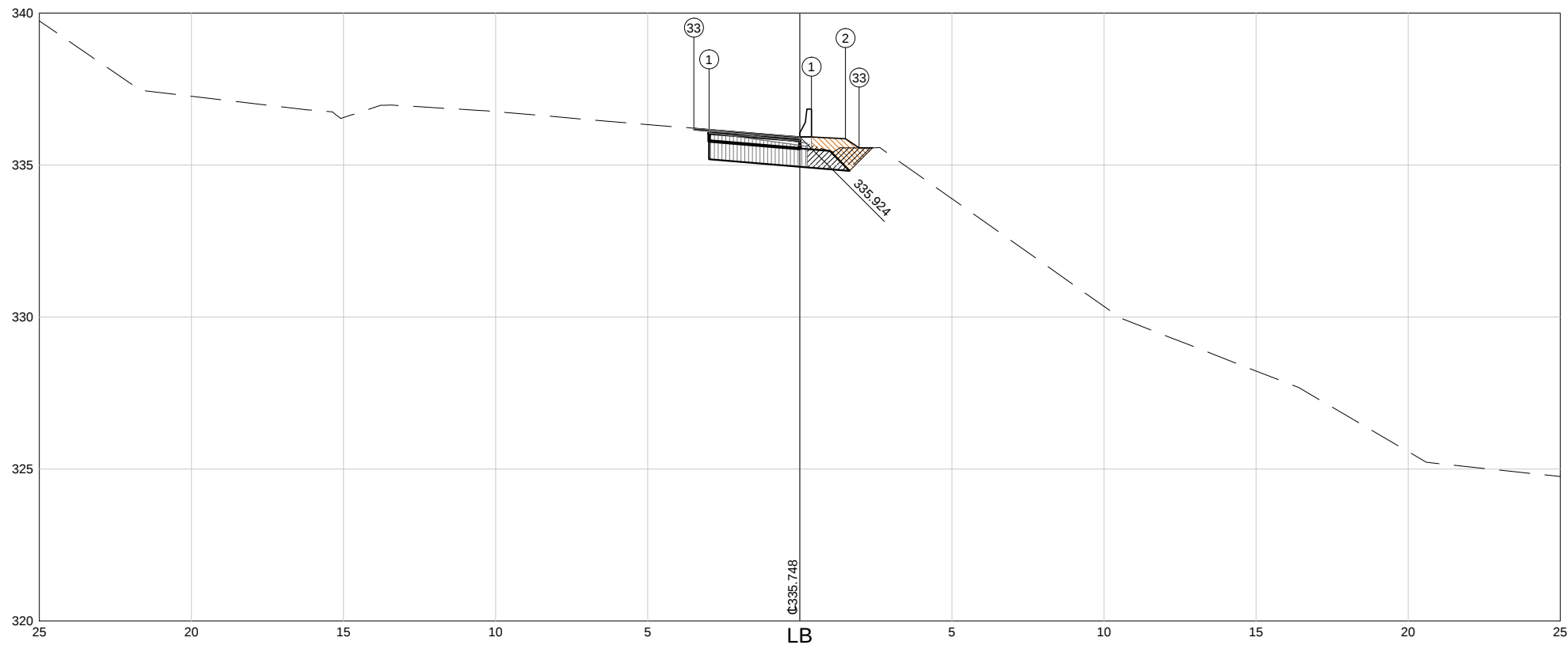


2+0.000

PLATAFORMA ACABADA	PTO.	1	33	
LADO ESQUERDO	DIST.	2.030	2.596	
	COTA	336.997	336.464	
PLATAFORMA ACABADA	PTO.	1	2	33
LADO DIREITO	DIST.	0.380	1.500	2.454
	COTA	336.818	336.762	336.410

SET-NS-06-116_SP-353-0-P01_501-R01.dwg

Projetista SETENGE Serviços Técnicos de Engenharia Ltda.	2+0.000	A.corte 1a.=	0.8 m ²	A.rsm=	m ²	NOTAS DE SERVIÇO DE PLATAFORMA ACABADA E SEÇÕES TRANSVERSAIS ÁREA DE ESCAPE - km 353+000 ÁREA DE ESCAPE	 Código: NS-06-116/SP-353-0-P01/501	Rev: A	Escala: 1 : 200	Folha: 7/ 24
		A.corte 2a.=	m ²	A.reat. rachão=	m ²					
	Cota terreno=	A.corte 3a.=	m ²	A.reat. solo=	m ²					
	Cota projeto=	A.aterro=	1.2 m ²	L.raspagem=	m					



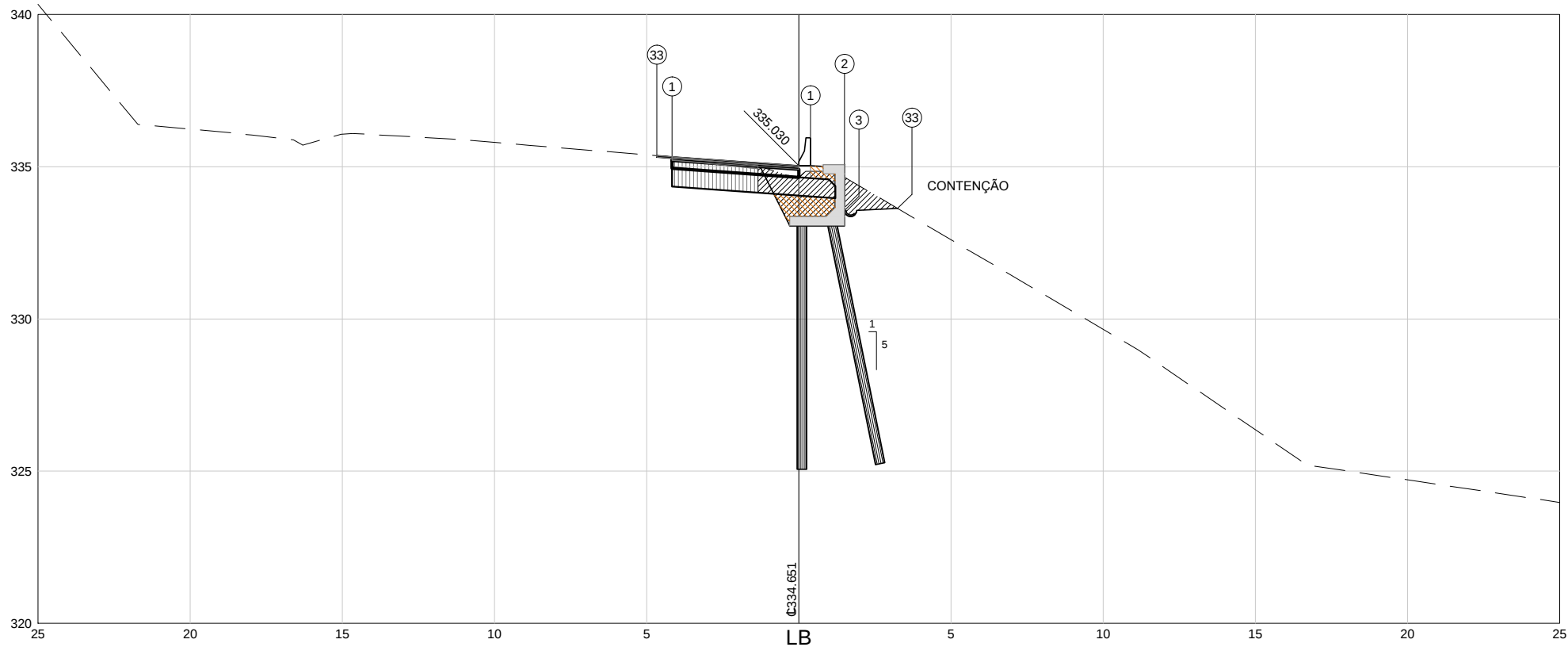
3+0.000

PLATAFORMA ACABADA PTO. 1 33
LADO ESQUERDO DIST. 2.981 3.481
COTA 336.167 336.208

PLATAFORMA ACABADA PTO. 1 2 33
LADO DIREITO DIST. 0.380 1.500 1.953
COTA 335.924 335.868 335.566

SET-NS-06-116_SP-353-0-P01_501-R01.dwg

Projetista  Serviços Técnicos de Engenharia Ltda.	3+0.000		A.corte 1a.=	1.2 m ²	A.rsm=	m ²	NOTAS DE SERVIÇO DE PLATAFORMA ACABADA E SEÇÕES TRANSVERSAIS		Autopista Régis Bittencourt		
			A.corte 2a.=	m ²	A.reat. rachão=	m ²					
	Cota terreno=	335.748	A.corte 3a.=	m ²	A.reat. solo=	m ²	ÁREA DE ESCAPE - km 353+000 ÁREA DE ESCAPE	Código:		Rev:	Escala:
	Cota projeto=	335.924	A.aterro=	1.1 m ²	L.raspagem=	m		NS-06-116/SP-353-0-P01/501	A	1 : 200	8/ 24



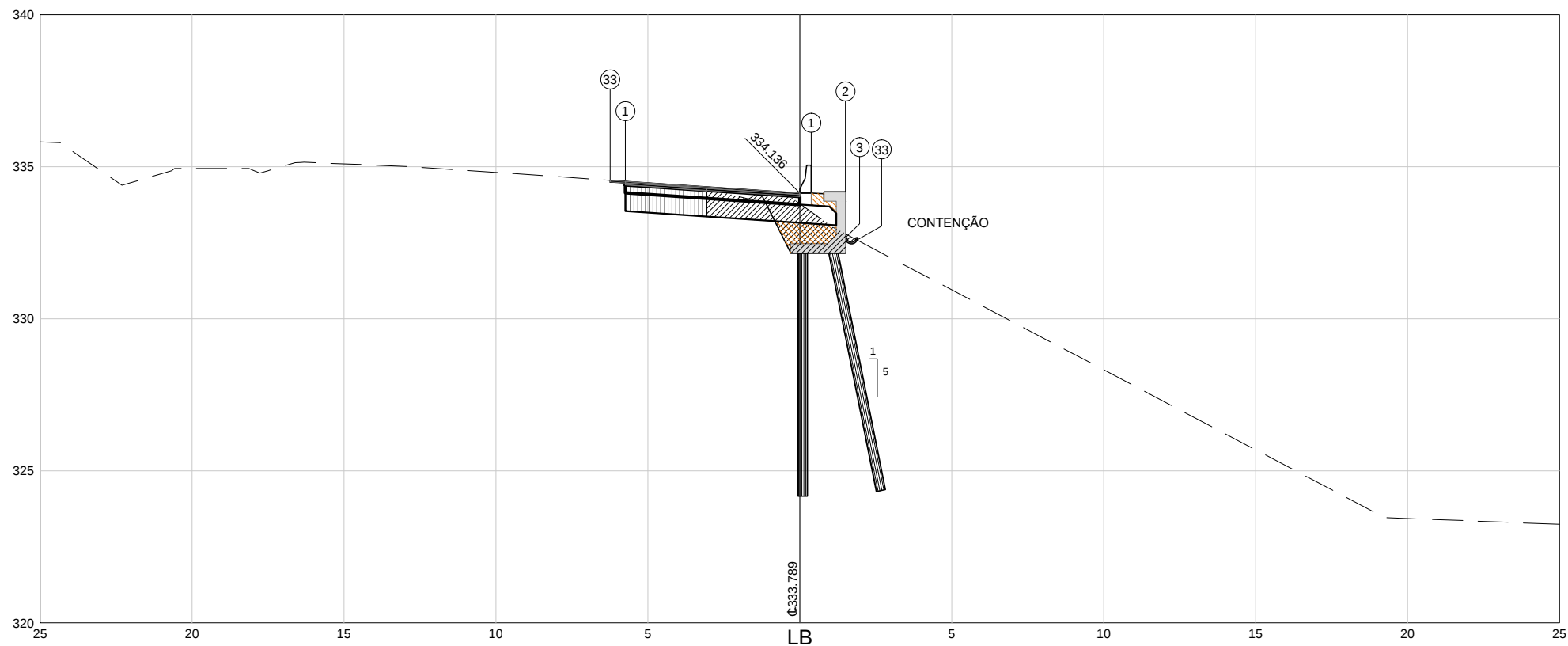
4+0.000

PLATAFORMA ACABADA PTO. 1 33
LADO ESQUERDO DIST. 4.171 4.671
COTA 335.324 335.363

PLATAFORMA ACABADA PTO. 1 2 3 33
LADO DIREITO DIST. 0.380 1.500 1.500 3.245
COTA 335.030 335.060 333.560 333.627

SET-NS-06-116_SP-353-0-P01_501-R01.dwg

Projetista SETENGE Serviços Técnicos de Engenharia Ltda.	4+0.000	A.corte 1a.=	5.2 m ²	A.rsm=	m ²	NOTAS DE SERVIÇO DE PLATAFORMA ACABADA E SEÇÕES TRANSVERSAIS ÁREA DE ESCAPE - km 353+000 ÁREA DE ESCAPE	 Agência Nacional de Transportes Terrestres	Autopista Régis Bittencourt 		
		A.corte 2a.=	m ²	A.reat. rachão=	m ²					
	Cota terreno=	334.651	A.corte 3a.=	m ²	A.reat. solo=	m ²	Código:	Rev:	Escala:	Folha:
	Cota projeto=	335.030	A.aterro=	1.5 m ²	L.raspagem=	m	NS-06-116/SP-353-0-P01/501	A	1 : 200	9/ 24



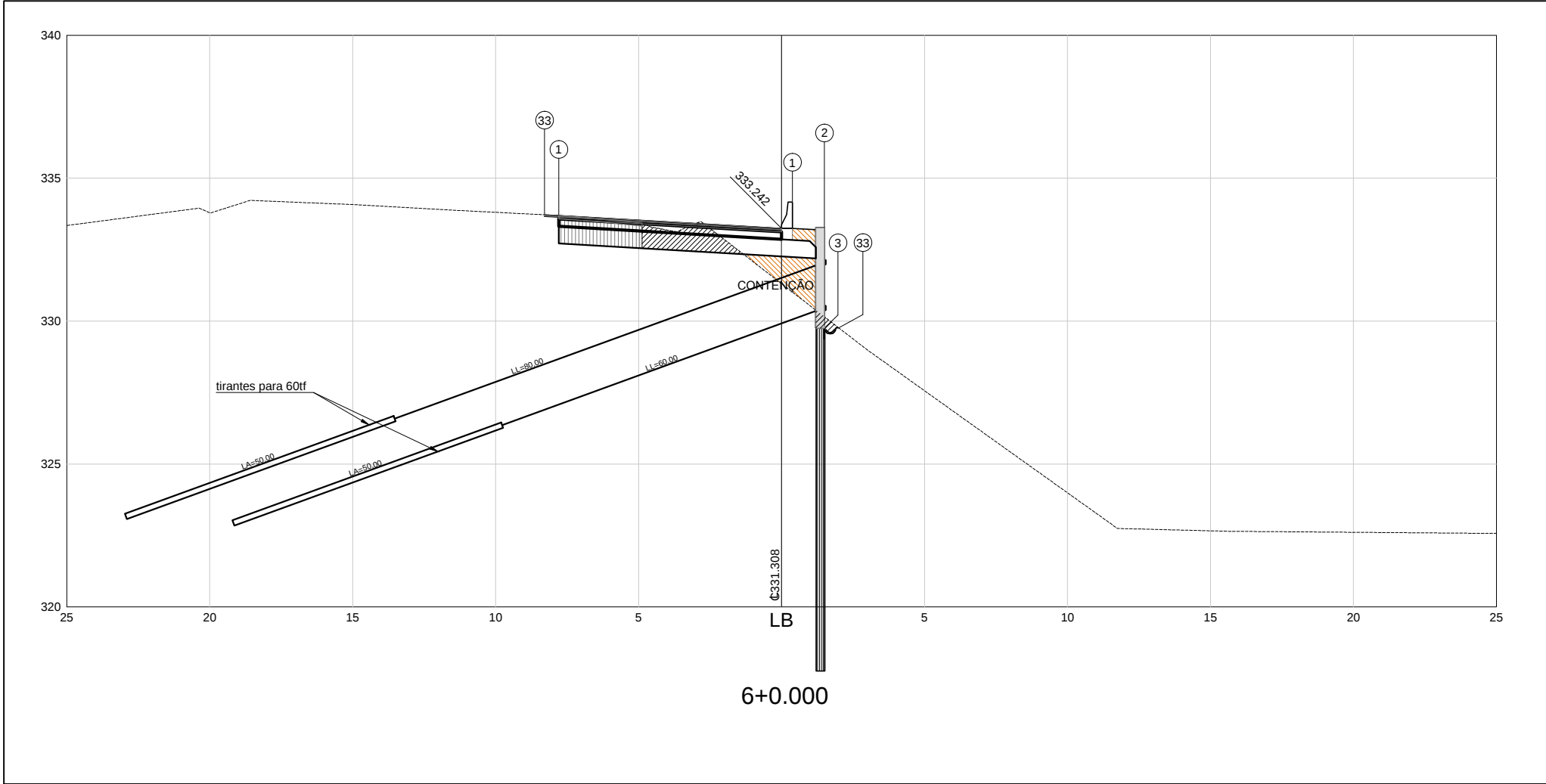
5+0.000

PLATAFORMA ACABADA PTO. 1 33
LADO ESQUERDO DIST. 5.743 6.243
COTA 334.521 334.556

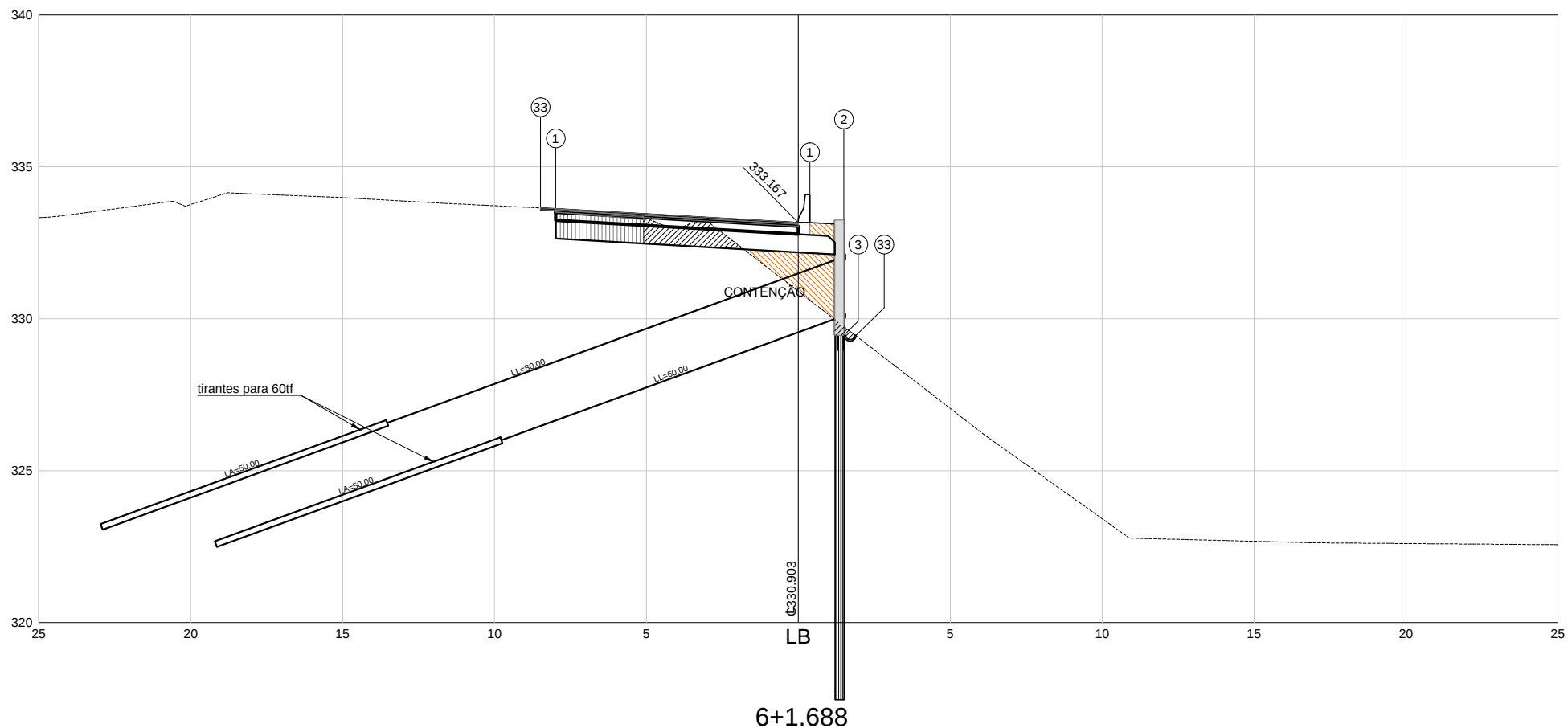
PLATAFORMA ACABADA PTO. 1 2 3 33
LADO DIREITO DIST. 0.380 1.500 1.500 1.884
COTA 334.136 334.166 332.666 332.591

SET-NS-06-116_SP-353-0-P01_501-R01.dwg

Projetista SETENGE Serviços Técnicos de Engenharia Ltda.	5+0.000	A.corte 1a.=	4.8 m ²	A.rsm=	m ²	NOTAS DE SERVIÇO DE PLATAFORMA ACABADA E SEÇÕES TRANSVERSAIS ÁREA DE ESCAPE - km 353+000 ÁREA DE ESCAPE	 Agência Nacional de Transportes Terrestres	Autopista Régis Bittencourt 		
		A.corte 2a.=	m ²	A.reat. rachão=	m ²					
		A.corte 3a.=	m ²	A.reat. solo=	m ²					
		A.aterro=	1.5 m ²	L.raspagem=	m					
	Cota terreno=	333.789					Código:	Rev:	Escala:	Folha:
	Cota projeto=	334.136					NS-06-116/SP-353-0-P01/501	A	1 : 200	10/ 24



PLATAFORMA ACABADA PTO. 1 33 LADO ESQUERDO DIST. 7.790 8.290 COTA 333.695 333.720											
PLATAFORMA ACABADA PTO. 1 2 3 33 LADO DIREITO DIST. 0.380 1.500 1.500 2.000 COTA 333.242 333.272 329.753 329.763											
SET-NS-06-116_SP-353-0-P01_501-R01.dwg											
Projetoista SETENGE Serviços Técnicos de Engenharia Ltda.	6+0.000	A.corte 1a.=	2.7 m ²	A.rsm=	m ²	NOTAS DE SERVIÇO DE PLATAFORMA ACABADA E SEÇÕES TRANSVERSAIS	 AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Autopista Régis Bittencourt			
		A.corte 2a.=	m ²	A.reat. rachão=	m ²						
		A.corte 3a.=	m ²	A.reat. solo=	m ²	ÁREA DE ESCAPE - km 353+000 ÁREA DE ESCAPE	Código:		Rev:	Escala:	Folha:
		Cota terreno= 331.308 Cota projeto= 333.242	A.aterro= 2.7 m ²	L.raspagem= m	NS-06-116/SP-353-0-P01/501		A		1 : 200	11/ 24	



PLATAFORMA ACABADA PTO. 1 33
LADO ESQUERDO DIST. 7.988 8.488
COTA 333.625 333.650

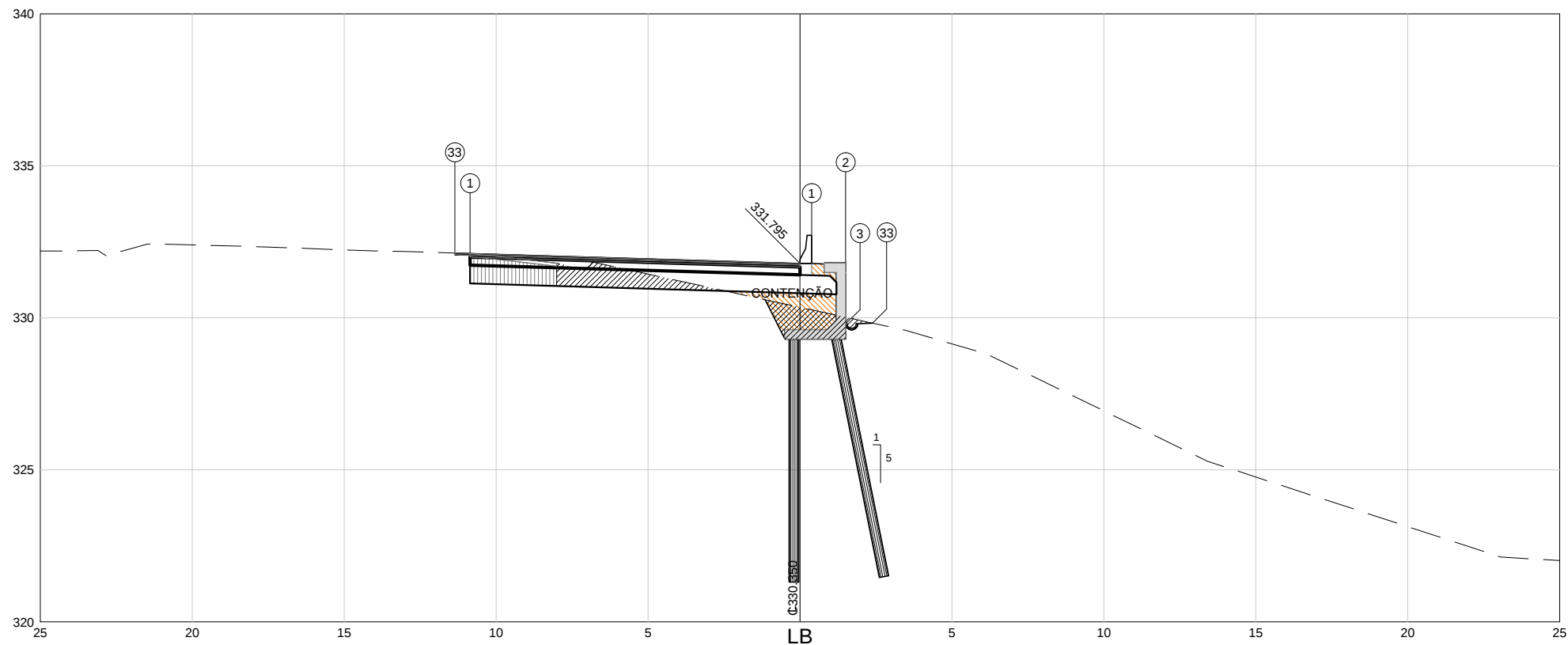
PLATAFORMA ACABADA PTO. 1 2 3 33
LADO DIREITO DIST. 0.380 1.500 1.500 1.900
COTA 333.167 333.254 329.459 329.459

SET-NS-06-116_SP-353-0-P01_501-R01.dwg

Projetista  Serviços Técnicos de Engenharia Ltda.	6+1.688	A.corte 1a.=	2.3 m ²	A.rsm=	m ²	NOTAS DE SERVIÇO DE PLATAFORMA ACABADA E SEÇÕES TRANSVERSAIS ÁREA DE ESCAPE - km 353+000 ÁREA DE ESCAPE	 AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Autopista Régis Bittencourt 
		A.corte 2a.=	m ²	A.reat. rachão=	m ²			
	Cota terreno=	A.corte 3a.=	m ²	A.reat. solo=	m ²			
	Cota projeto=	A.aterro=	3.6 m ²	L.raspagem=	m			

Código:
NS-06-116/SP-353-0-P01/501

Rev: A
Escala: 1 : 200
Folha: 12/ 24



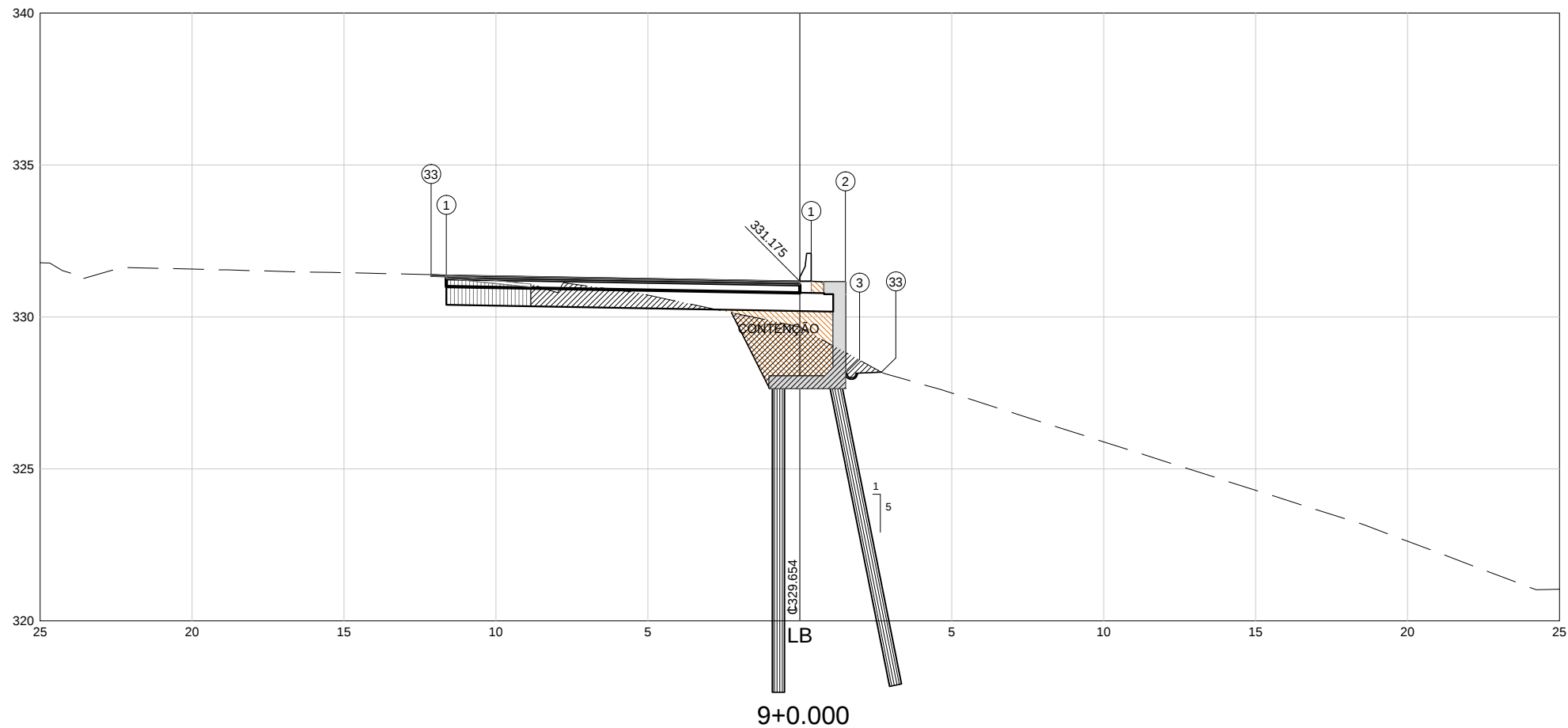
8+0.000

PLATAFORMA ACABADA PTO. 1 33
LADO ESQUERDO DIST. 10.856 11.356
COTA 332.118 332.133

PLATAFORMA ACABADA PTO. 1 2 3 33
LADO DIREITO DIST. 0.380 1.500 1.500 2.382
COTA 331.795 331.805 329.805 329.830

SET-NS-06-116_SP-353-0-P01_501-R01.dwg

Projetista  Serviços Técnicos de Engenharia Ltda.	8+0.000	A.corte 1a.=	5.0 m ²	A.rsm=	m ²	NOTAS DE SERVIÇO DE PLATAFORMA ACABADA E SEÇÕES TRANSVERSAIS ÁREA DE ESCAPE - km 353+000 ÁREA DE ESCAPE	 AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Autopista Régis Bittencourt 	Rev: A	Escala: 1 : 200	Folha: 14/ 24
		A.corte 2a.=	m ²	A.reat. rachão=	m ²						
		A.corte 3a.=	m ²	A.reat. solo=	m ²						
		A.aterro=	3.0 m ²	L.raspagem=	m						
	Cota terreno=	330.350					Código:				
	Cota projeto=	331.795					NS-06-116/SP-353-0-P01/501				

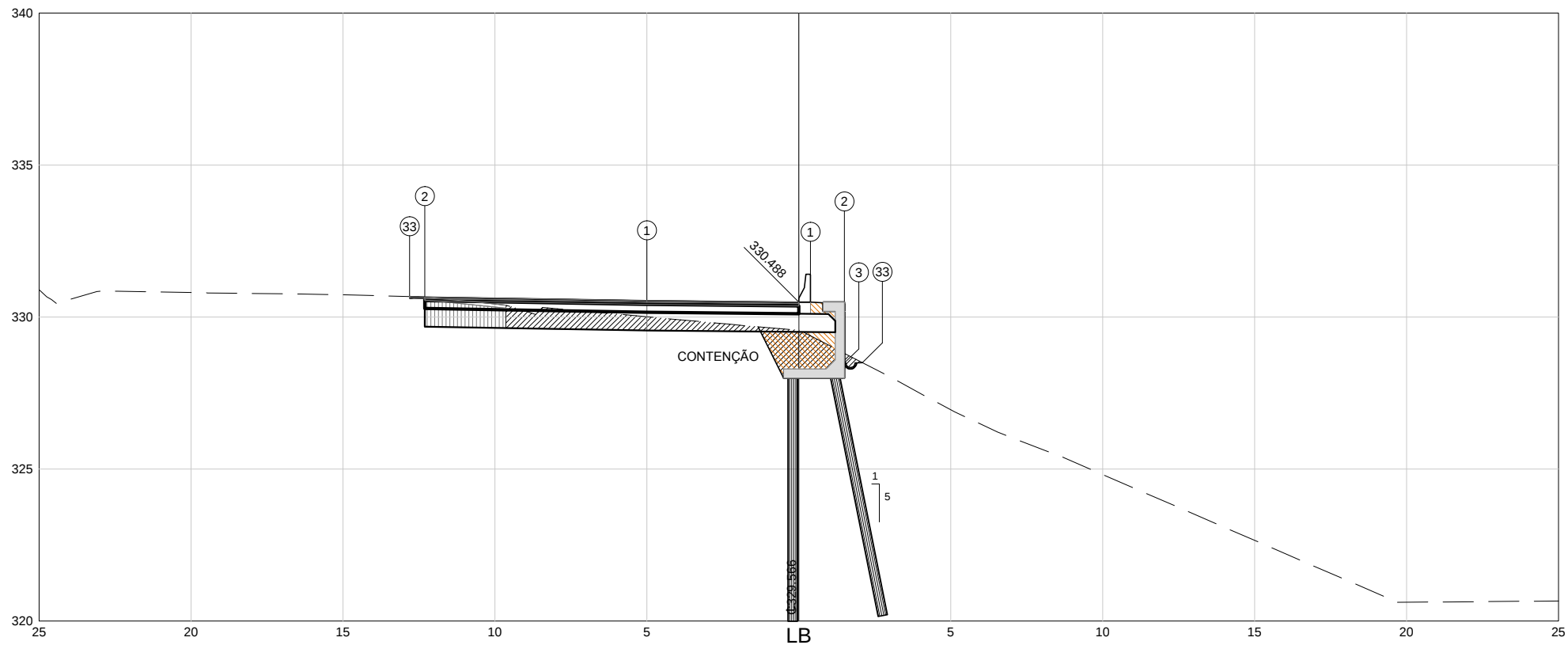


PLATAFORMA ACABADA PTO. 1 33
LADO ESQUERDO DIST. 11.636 12.136
COTA 331.377 331.389

PLATAFORMA ACABADA PTO. 1 2 3 33
LADO DIREITO DIST. 0.380 1.500 1.500 2.686
COTA 331.175 331.147 328.147 328.187

SET-NS-06-116_SP-353-0-P01_501-R01.dwg

Projetista  Serviços Técnicos de Engenharia Ltda.	9+0.000	A.corte 1a.=	9.3 m ²	A.rsm=	m ²	NOTAS DE SERVIÇO DE PLATAFORMA ACABADA E SEÇÕES TRANSVERSAIS		Autopista Régis Bittencourt			
		A.corte 2a.=	m ²	A.reat. rachão=	m ²						
	Cota terreno= 329.654 Cota projeto= 331.175	A.corte 3a.=	m ²	A.reat. solo=	m ²	ÁREA DE ESCAPE - km 353+000 ÁREA DE ESCAPE	Código: NS-06-116/SP-353-0-P01/501		Rev:	Escala:	Folha:
		A.aterro=	6.3 m ²	L.raspagem=	m				A	1 : 200	15/ 24



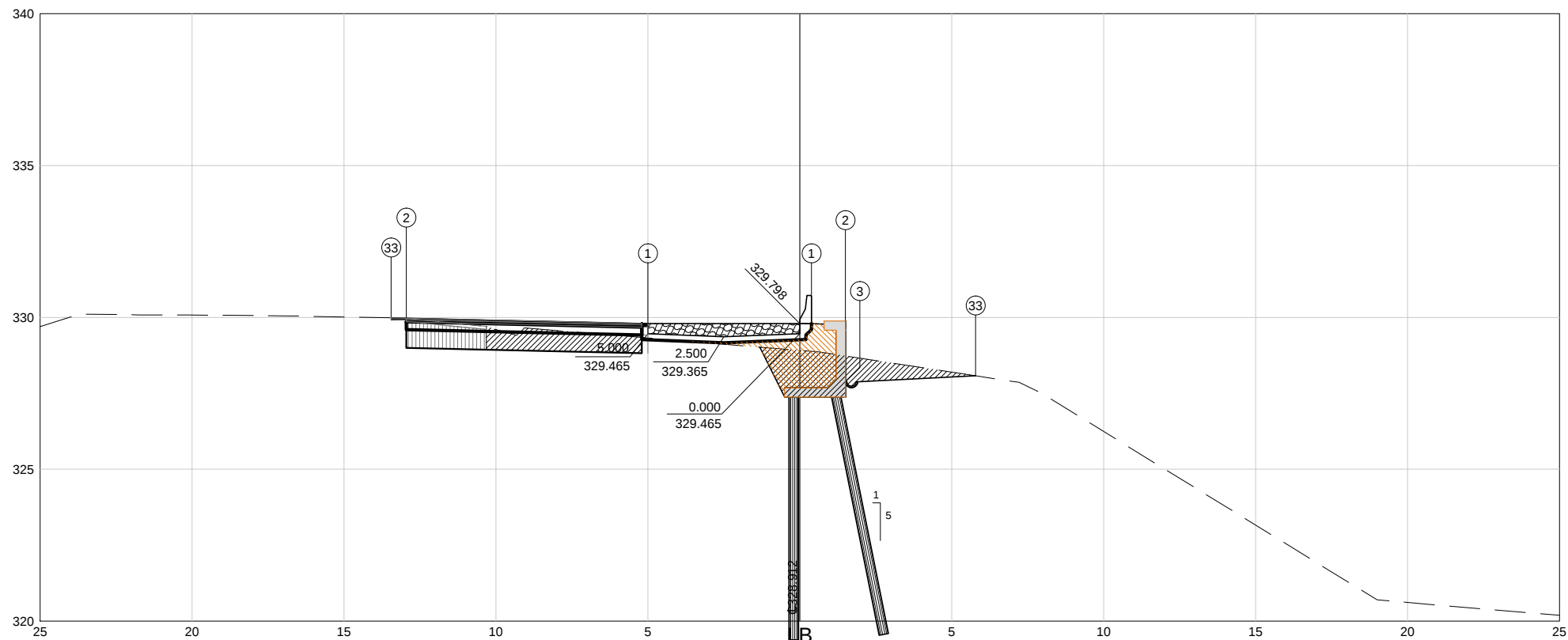
10+0.000

PLATAFORMA ACABADA PTO. 1 2 33
LADO ESQUERDO DIST. 5.000 12.307 12.807
COTA 330.538 330.660 330.673

PLATAFORMA ACABADA PTO. 1 2 3 33
LADO DIREITO DIST. 0.380 1.500 1.500 2.091
COTA 330.488 330.489 328.488 328.499

SET-NS-06-116_SP-353-0-P01_501-R01.dwg

Projetista  Serviços Técnicos de Engenharia Ltda.	10+0.000		A.corte 1a.=	7.2 m ²	A.rsm=	m ²	NOTAS DE SERVIÇO DE PLATAFORMA ACABADA E SEÇÕES TRANSVERSAIS	 AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Autopista Régis Bittencourt 		
			A.corte 2a.=	m ²	A.reat. rachão=	m ²					
	Cota terreno= 329.566 Cota projeto= 330.488		A.corte 3a.=	m ²	A.reat. solo=	m ²	ÁREA DE ESCAPE - km 353+000 ÁREA DE ESCAPE	Código: NS-06-116/SP-353-0-P01/501	Rev:	Escala:	Folha:
			A.aterro=	2.8 m ²	L.raspagem=	m			A	1 : 200	16/ 24



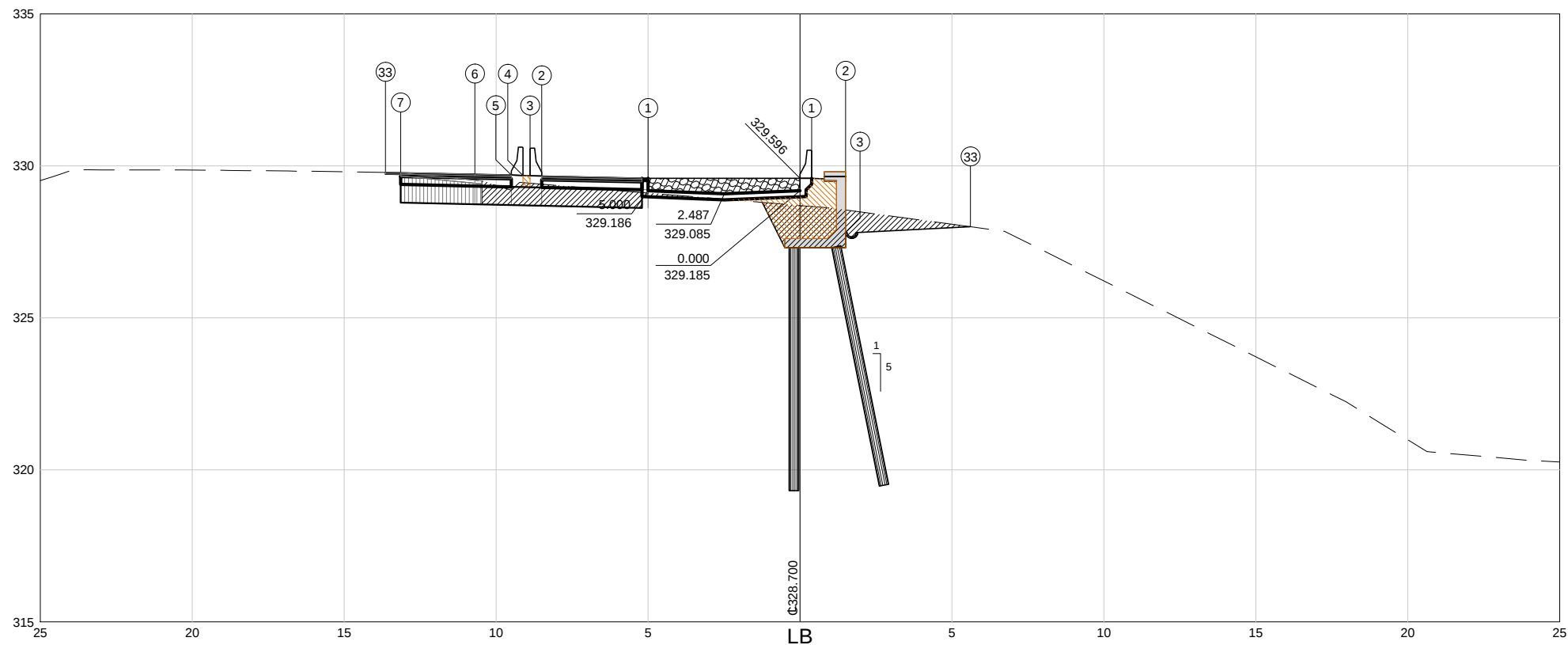
11+0.000

PLATAFORMA ACABADA PTO. 1 2 33
LADO ESQUERDO DIST. 5.000 12.950 13.450
COTA 329.798 329.974 329.983

PLATAFORMA ACABADA PTO. 1 2 3 33
LADO DIREITO DIST. 0.380 1.500 1.500 5.787
COTA 329.798 329.883 327.883 328.077

SET-NS-06-116_SP-353-0-P01_501-R01.dwg

Projetista  Serviços Técnicos de Engenharia Ltda.	11+0.000	A.corte 1a.=	8.7 m ²	A.rsm=	m ²	NOTAS DE SERVIÇO DE PLATAFORMA ACABADA E SEÇÕES TRANSVERSAIS ÁREA DE ESCAPE - km 353+000 ÁREA DE ESCAPE	 AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Autopista Régis Bittencourt 		
		A.corte 2a.=	m ²	A.reat. rachão=	m ²					
	Cota terreno=	328.912	A.corte 3a.=	m ²	A.reat. solo=	m ²	Código: NS-06-116/SP-353-0-P01/501	Rev: A	Escala: 1 : 200	Folha: 17/ 24
	Cota projeto=	329.798	A.aterro=	4.0 m ²	L.raspagem=	m				



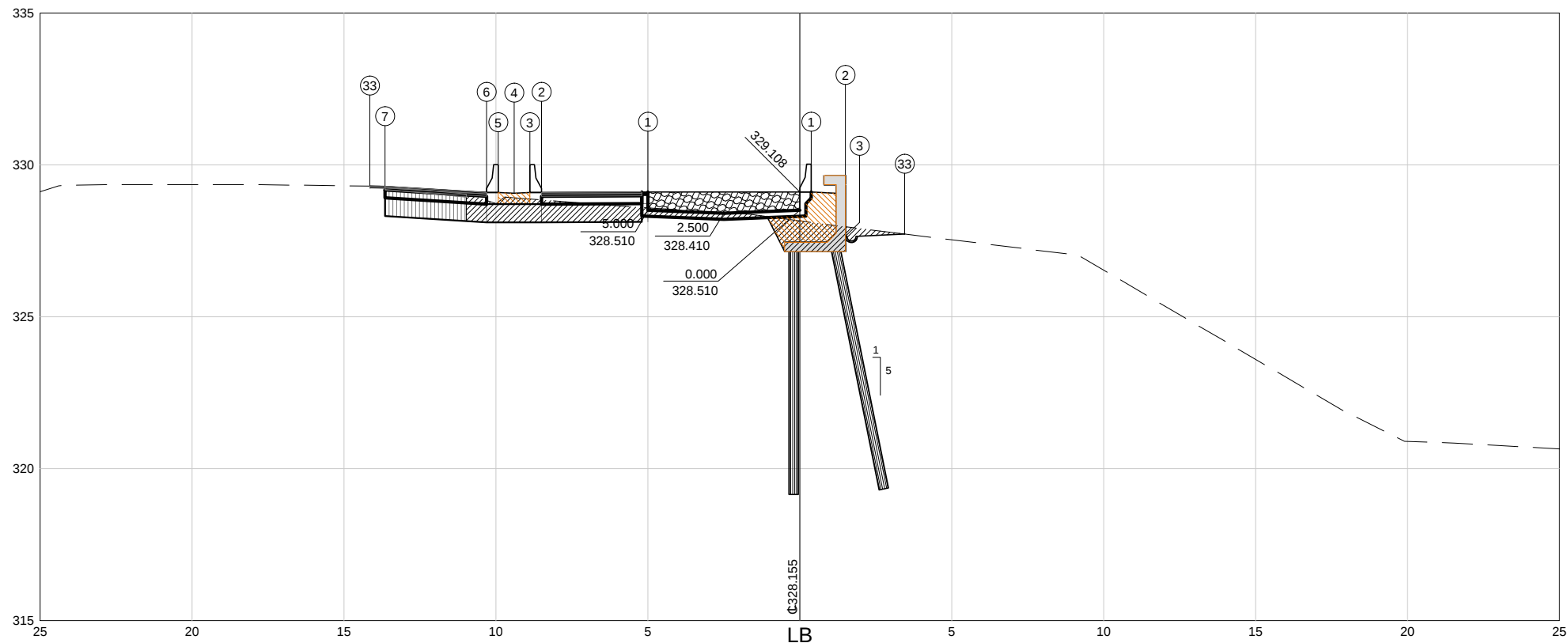
11+5.868

PLATAFORMA ACABADA	PTO.	1	2	3	4	5	6	7	33
LADO ESQUERDO	DIST.	5.000	8.500	8.880	9.120	9.500	10.700	13.145	13.645
	COTA	329.596	329.666	329.679	329.688	329.701	329.725	329.774	329.784

PLATAFORMA ACABADA	PTO.	1	2	3	33
LADO DIREITO	DIST.	0.380	1.500	1.500	5.613
	COTA	329.596	329.814	327.814	328.000

SET-NS-06-116_SP-353-0-P01_501-R01.dwg

Projetista SETENGE Serviços Técnicos de Engenharia Ltda.	11+5.868	A.corte 1a.=	8.3 m ²	A.rsm=	m ²	NOTAS DE SERVIÇO DE PLATAFORMA ACABADA E SEÇÕES TRANSVERSAIS ÁREA DE ESCAPE - km 353+000 ÁREA DE ESCAPE	 Código: NS-06-116/SP-353-0-P01/501	Rev: A	Escala: 1 : 200	Folha: 18/ 24
		A.corte 2a.=	m ²	A.reat. rachão=	m ²					
	Cota terreno=	328.700	A.corte 3a.=	m ²	A.reat. solo=					
	Cota projeto=	329.596	A.aterro=	3.6 m ²	L.raspagem=	m				



12+0.000

PLATAFORMA ACABADA	PTO.	1	2	3	4	5	6	7	33
LADO ESQUERDO	DIST.	5.000	8.500	8.880	9.400	9.927	10.307	13.648	14.148
	COTA	329.108	329.090	329.090	329.065	329.091	329.091	329.294	329.301

PLATAFORMA ACABADA	PTO.	1	2	3	33
LADO DIREITO	DIST.	0.380	1.500	1.500	3.449
	COTA	329.108	329.648	327.648	327.725

SET-NS-06-116_SP-353-0-P01_501-R01.dwg

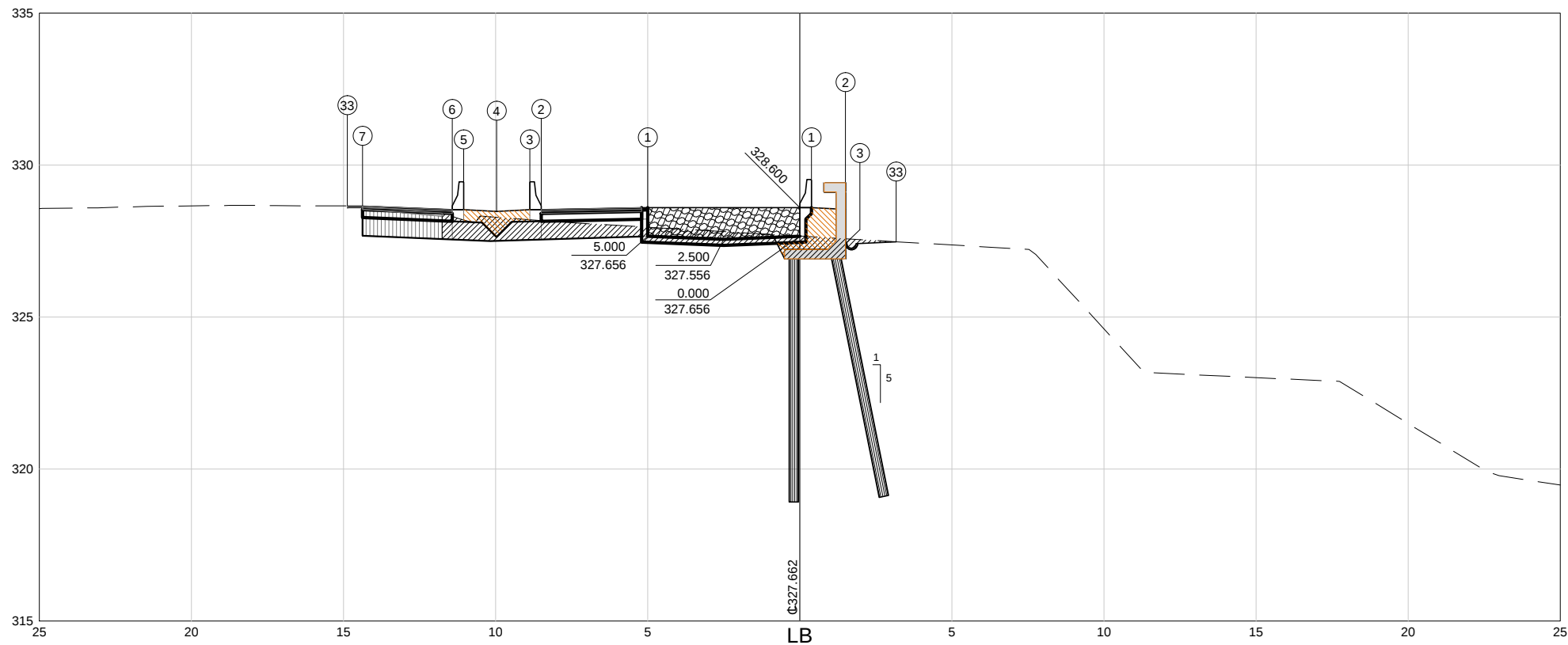
Projetista SETENGE Serviços Técnicos de Engenharia Ltda.	12+0.000	A.corte 1a.=	7.3 m ²	A.rsm=	m ²	NOTAS DE SERVIÇO DE PLATAFORMA ACABADA E SEÇÕES TRANSVERSAIS ÁREA DE ESCAPE - km 353+000 ÁREA DE ESCAPE	 Agência Nacional de Transportes Terrestres	Autopista Régis Bittencourt 	Rev:	Escala:	Folha:
		A.corte 2a.=	m ²	A.reat. rachão=	m ²						
	Cota terreno=	A.corte 3a.=	m ²	A.reat. solo=	m ²						
	Cota projeto=	A.aterro=	2.8 m ²	L.raspagem=	m						

Código:
NS-06-116/SP-353-0-P01/501

Rev:
A

Escala:
1 : 200

Folha:
19/ 24



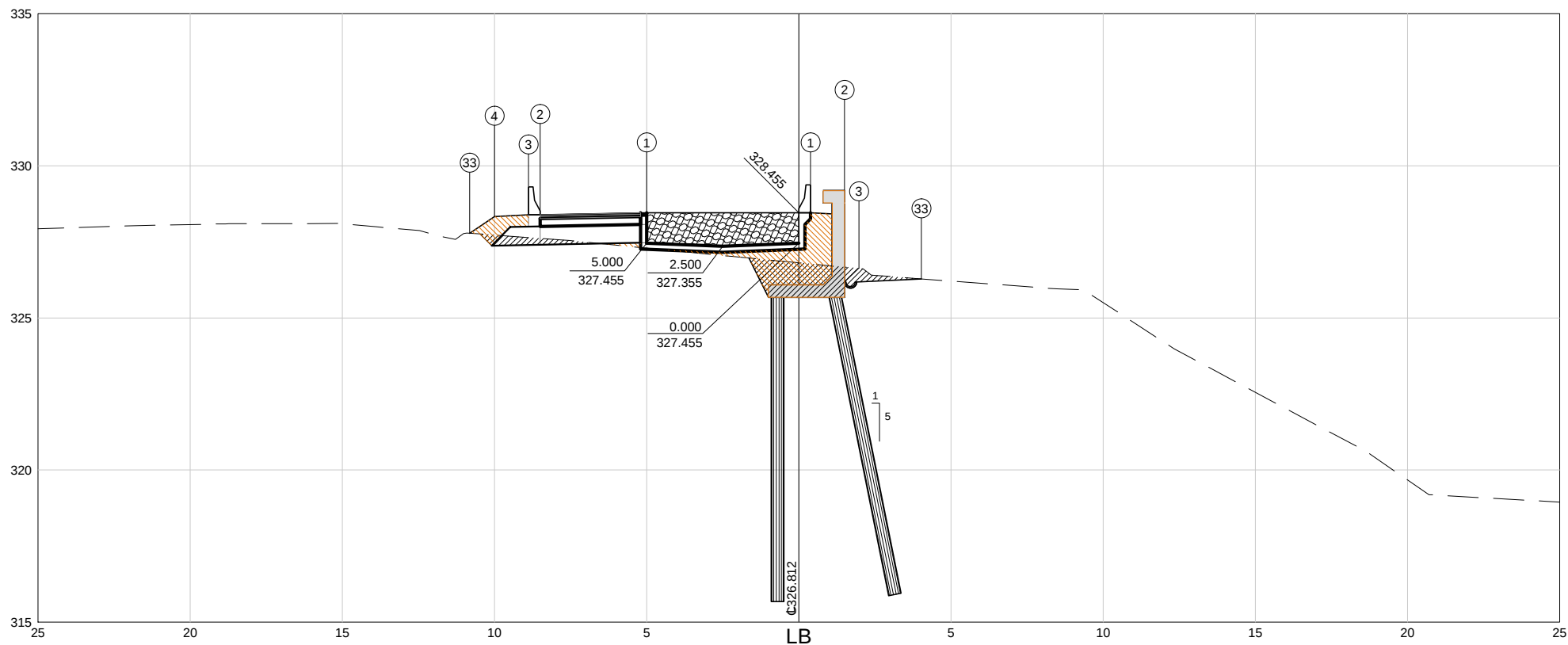
13+0.000

PLATAFORMA ACABADA	PTO.	1	2	3	4	5	6	7	33
LADO ESQUERDO	DIST.	5.000	8.500	8.880	9.964	11.049	11.429	14.374	14.874
	COTA	328.600	328.530	328.530	328.476	328.530	328.530	328.650	328.653

PLATAFORMA ACABADA	PTO.	1	2	3	33
LADO DIREITO	DIST.	0.380	1.500	1.500	3.167
	COTA	328.600	329.413	327.413	327.476

SET-NS-06-116_SP-353-0-P01_501-R01.dwg

Projetista SETENGE Serviços Técnicos de Engenharia Ltda.	13+0.000	A.corte 1a.=	7.6 m ²	A.rsm=	m ²	NOTAS DE SERVIÇO DE PLATAFORMA ACABADA E SEÇÕES TRANSVERSAIS ÁREA DE ESCAPE - km 353+000 ÁREA DE ESCAPE	 Código: NS-06-116/SP-353-0-P01/501	Rev: A	Escala: 1 : 200	Folha: 20/ 24
		A.corte 2a.=	m ²	A.reat. rachão=	m ²					
	Cota terreno=	A.corte 3a.=	m ²	A.reat. solo=	m ²					
	Cota projeto=	A.aterro=	2.6 m ²	L.raspagem=	m					



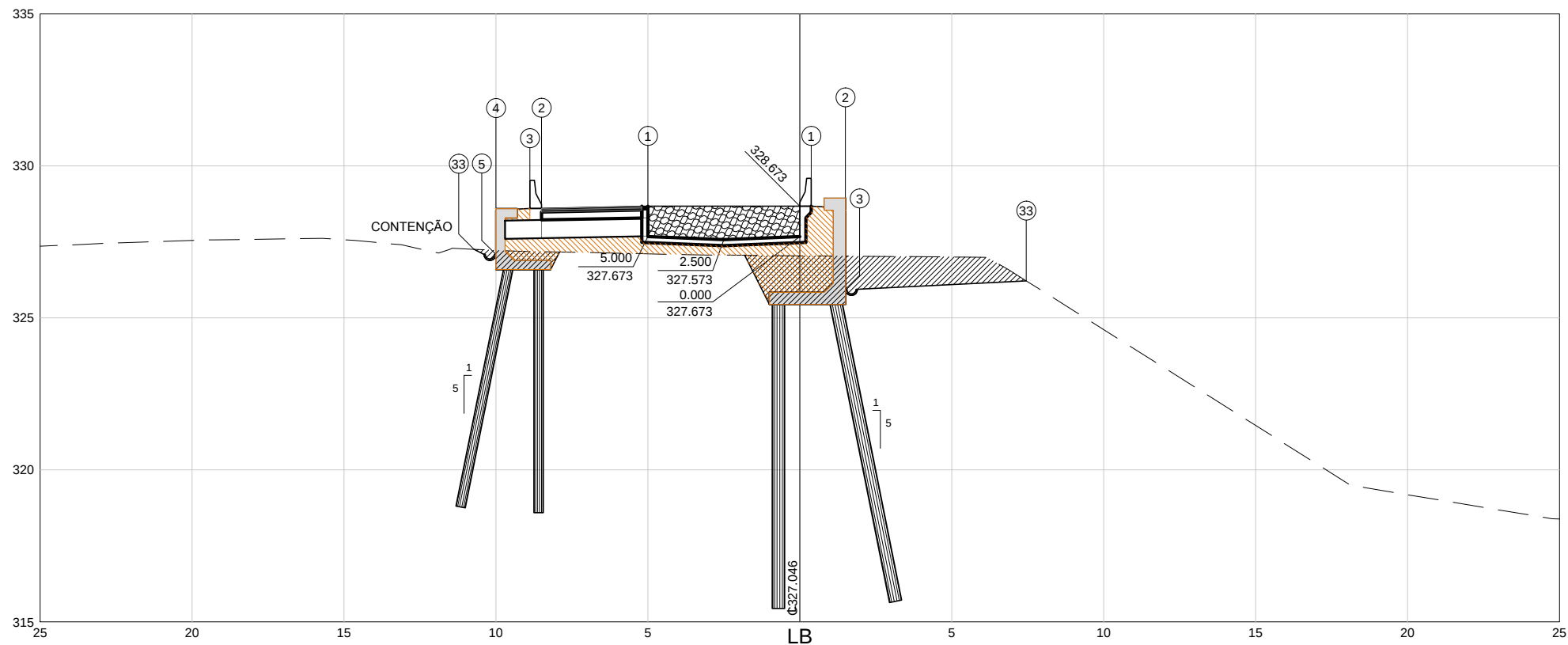
14+0.000

PLATAFORMA ACABADA	PTO.	1	2	3	4	33
LADO ESQUERDO	DIST.	5.000	8.500	8.880	10.000	10.818
	COTA	328.455	328.385	328.385	328.329	327.784

PLATAFORMA ACABADA	PTO.	1	2	3	33
LADO DIREITO	DIST.	0.380	1.500	4.754	4,025
	COTA	328.455	329.299	326.356	326,284

SET-NS-06-116_SP-353-0-P01_501-R01.dwg

Projetista	14+0.000	A.corte 1a.=	4.5 m ²	A.rsm=	m ²	 AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES	Autopista		
 Serviços Técnicos de Engenharia Ltda.		A.corte 2a.=	m ²		m ²				
	Cota terreno=	326.812	A.corte 3a.=	m ²	A.reat. solo=	m ²	NS-06-116/SP-353-0-P01/501	Rev:	Escala:
	Cota projeto=	328.455	A.aterro=	5.2 m ²	L.raspagem=	m		A	1 : 200
							Folha: 21/ 24		



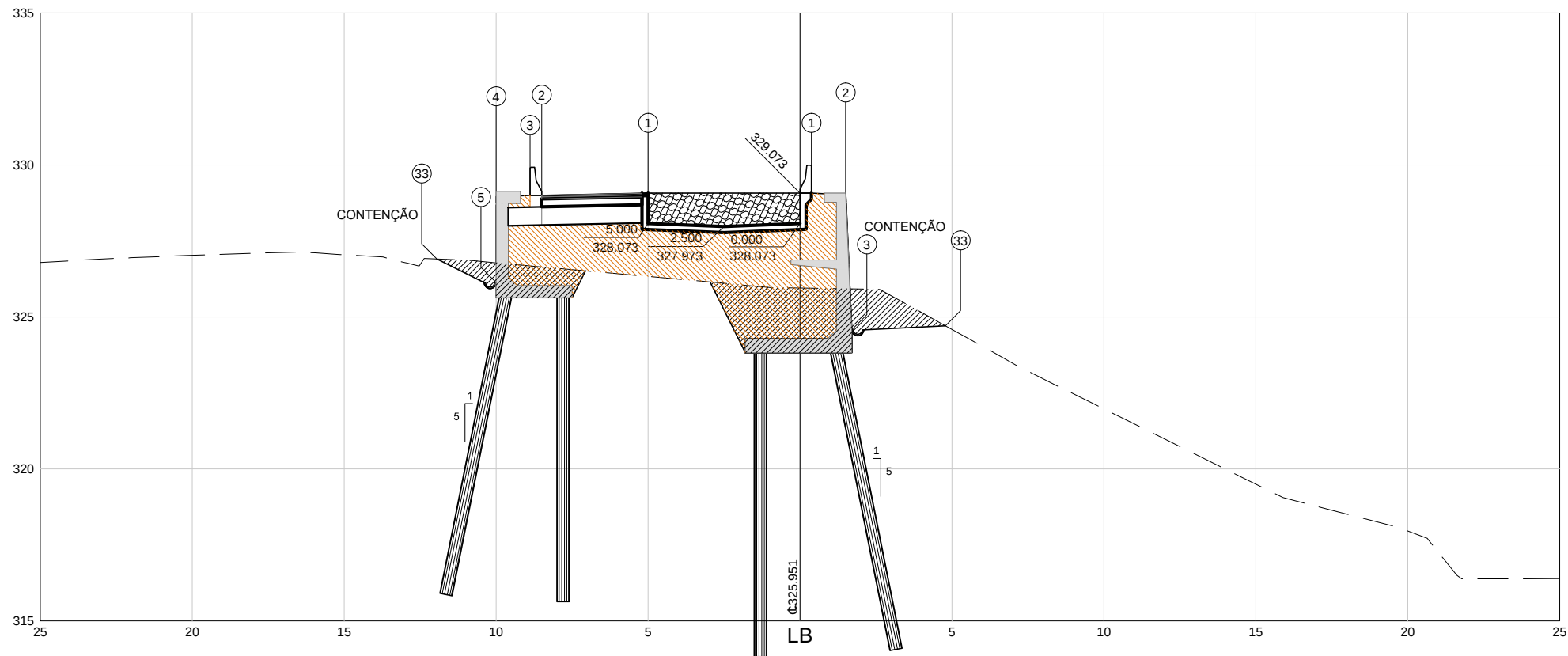
15+0.000

PLATAFORMA ACABADA	PTO.	1	2	3	4	5	33
LADO ESQUERDO	DIST.	5.000	8.500	8.880	10.000	10.000	10.727
	COTA	328.673	328.603	328.603	328.547	327.094	327.258

PLATAFORMA ACABADA	PTO.	1	2	3	33
LADO DIREITO	DIST.	0.380	1.500	1.500	7.451
	COTA	328.673	328.942	325.942	326.220

SET-NS-06-116_SP-353-0-P01_501-R01.dwg

Projetista SETENGE Serviços Técnicos de Engenharia Ltda.	15+0.000	A.corte 1a.=	11.1 m ²	A.rsm=	m ²	NOTAS DE SERVIÇO DE PLATAFORMA ACABADA E SEÇÕES TRANSVERSAIS ÁREA DE ESCAPE - km 353+000 ÁREA DE ESCAPE	 Código: NS-06-116/SP-353-0-P01/501	Rev: A	Escala: 1 : 200	Folha: 22/ 24
		A.corte 2a.=	m ²	A.reat. rachão=	m ²					
	Cota terreno=	A.corte 3a.=	m ²	A.reat. solo=	m ²					
	Cota projeto=	A.aterro=	9.3 m ²	L.raspagem=	m					



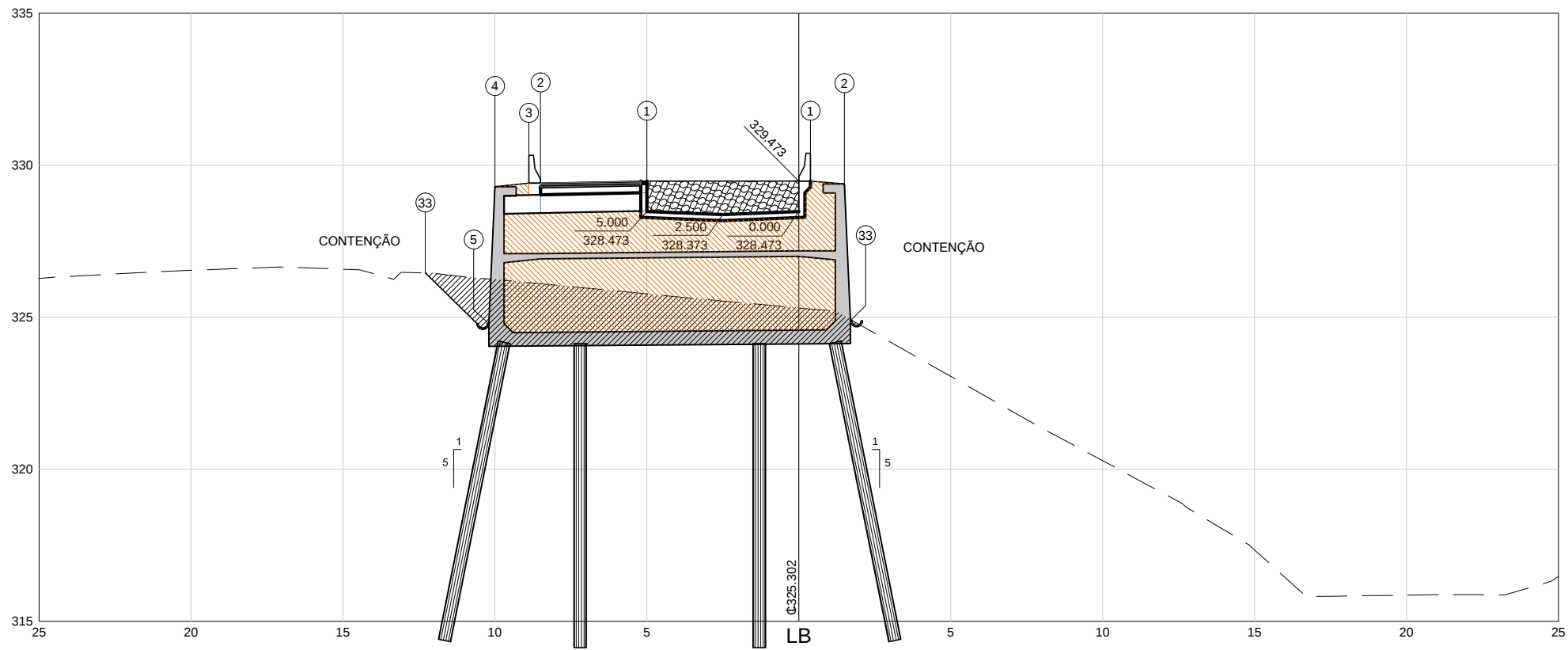
16+0.000

PLATAFORMA ACABADA	PTO.	1	2	3	4	5	33
LADO ESQUERDO	DIST.	5.000	8.500	8.880	10.000	10.000	11.949
	COTA	329.073	329.003	329.003	328.947	326.133	326.908

PLATAFORMA ACABADA	PTO.	1	2	3	33
LADO DIREITO	DIST.	0.380	1.500	1.700	4.781
	COTA	329.073	329.017	324.577	324.711

SET-NS-06-116_SP-353-0-P01_501-R01.dwg

Projetista SETENGE Serviços Técnicos de Engenharia Ltda.	16+0.000	A.corte 1a.=	26.4 m ²	A.rsm=	m ²	NOTAS DE SERVIÇO DE PLATAFORMA ACABADA E SEÇÕES TRANSVERSAIS ÁREA DE ESCAPE - km 353+000 ÁREA DE ESCAPE	 Agência Nacional de Transportes Terrestres	Autopista Régis Bittencourt 	Rev:	Escala:	Folha:
		A.corte 2a.=	m ²	A.reat. rachão=	m ²				A	1 : 200	23/ 24
		A.corte 3a.=	m ²	A.reat. solo=	m ²		Código:				
		A.aterro=	15.1 m ²	L.raspagem=	m		NS-06-116/SP-353-0-P01/501				



17+0.000

PLATAFORMA ACABADA	PTO.	1	2	3	4	5	33
LADO ESQUERDO	DIST.	5.000	8.500	8.880	10.000	10.198	12.293
	COTA	329.473	329.403	329.403	329.292	324.792	326.454

PLATAFORMA ACABADA	PTO.	1	2	33
LADO DIREITO	DIST.	0.380	1.500	1.700
	COTA	329.473	329.381	324.881

SET-NS-06-116_SP-353-0-P01_501-R01.dwg

Projetista	17+0.000		A.corte 1a.=	21.1 m ²	A.rsm=	m ²	NOTAS DE SERVIÇO DE PLATAFORMA ACABADA E SEÇÕES TRANSVERSAIS		Autopista Régis Bittencourt		
			A.corte 2a.=	m ²	A.reat. rachão=	m ²					
	Cota terreno=	325.302	A.corte 3a.=	m ²	A.reat. solo=	m ²	ÁREA DE ESCAPE - km 353+000 ÁREA DE ESCAPE	Código: NS-06-116/SP-353-0-P01/501	Rev:	Escala:	Folha:
	Cota projeto=	329.473	A.aterro=	40.2 m ²	L.raspagem=	m			A	1 : 200	24/ 24



Autopista
Régis Bittencourt
arteris

Código ANTT:
RT-06-101/SP-353-0-C01/501

REV.:
A

Emissão:
09/03/2016

Folha:
1 de 6

Lote:
04

Rodovia:
BR-116 – Régis Bittencourt

Firma Projetista:
ENGETI - Consultoria e Engenharia S/S Ltda.

Trecho:
São Paulo/Curitiba

Concessionária:
Autopista Régis Bittencourt

Objeto:
Projeto Padrão – Barreiras Rígidas em Concreto Armado

ANTT:

Documentos de Referência:

Documentos Resultantes:

Observação:

01	11/03/2016	Engº Júlio Timerman–CREA-0600647519	Autopista Fluminense	
0	09/03/2016	Engº Júlio Timerman–CREA-0600647519	Autopista Fluminense	
REV.	Data	Responsável Técnico – Firma Projetista	Concessionária	ANTT

FIRMA PROJETISTA: ENGETI - Consultoria e Engenharia S/S Ltda.

Nº INTERNO: ENG-RT-06-116/SP-353-0-C01/501

Rev.: 01

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	3
2	BIBLIOGRAFIA.....	3
3	FORMAS	3
4	REQUISITOS A SEREM ATENDIDOS	4
5	CONSIDERAÇÕES	4
5.1	QUANTO A ANCORAGEM	4
5.2	QUANTO A ARMADURA DA BARREIRA.....	4
6	MATERIAIS E QUANTIDADES	5
6.1	POR METRO LINEAR DE BARREIRA (SEM CONSIDERAR A BROCA)	5
6.2	POR BROCA.....	5

1 INTRODUÇÃO

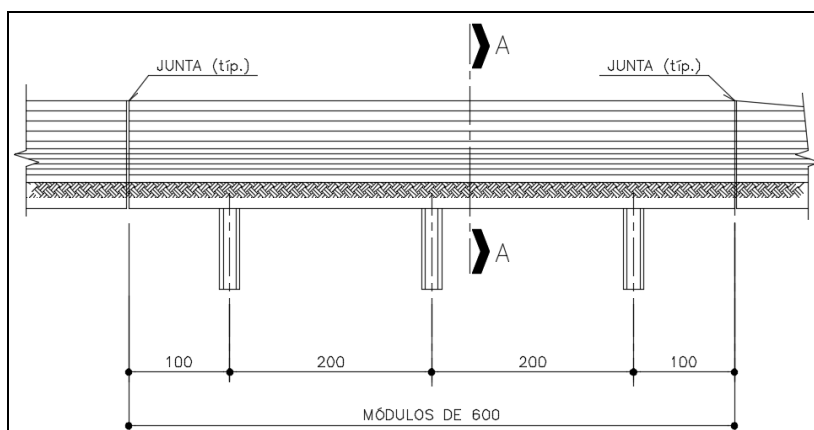
Tem o presente trabalho o objetivo de apresentar o projeto padrão das Barreiras Rígidas padrão ABNT.

2 BIBLIOGRAFIA

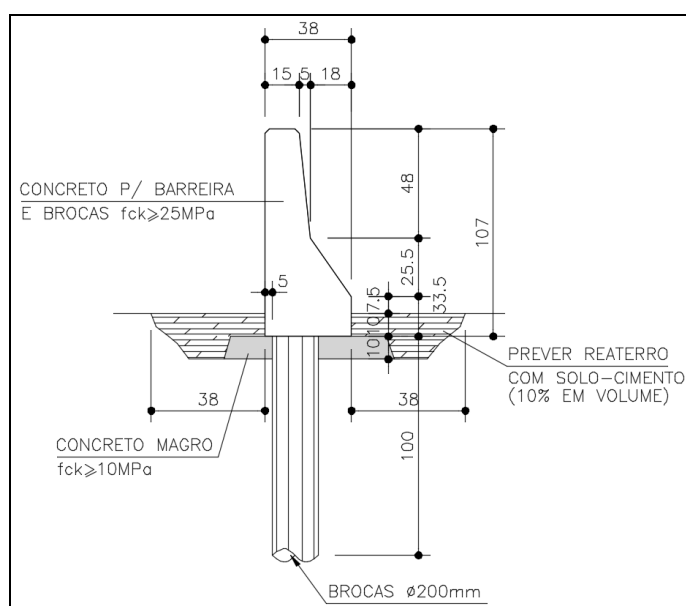
1. “Barreiras de Segurança” – ABNT NBR14885
2. “Barreiras de Segurança” – Salvador Eugênio Giammusso – ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland.
3. “Concrete Median Barrier Research” – Federal Highway Administration – Vol. I e II – Final Report.

3 FORMAS

Elevação:



Corte A-A (típico):



4 REQUISITOS A SEREM ATENDIDOS

Os requisitos a serem atendidos pelas barreiras de segurança são (2):

- a) Evitar danos as pessoas fora do veículo;
- b) Fazer com que o impacto sofrido pelos ocupantes do veículo se mantenham dentro de limites seguros para a sua integridade física;
- c) Impedir que os veículos leves e, se economicamente possível, os veículos pesados penetrem em áreas perigosas;
- d) Desviar o veículo que atinja a barreira, obrigando-o a seguir uma trajetória sensivelmente paralela à direção da barreira de segurança;
- e) Minimizar o custo dos danos;
- f) Resistir ao impacto de um veículo que se choque contra a barreira, sem que este veículo e a própria barreira se convertam em uma ameaça para o tráfego.
- g) Proteger elementos estruturais existentes junto as faixas de tráfego (pilares, paredes, etc.)

5 CONSIDERAÇÕES

5.1 Quanto a ancoragem

Conforme experiências efetuadas com barreiras sem ancoragem e relatadas nos livros citados na bibliografia (2) e (3) não foi notado nenhum deslocamento significativo nas mesmas.

Não obstante, e procurando atender as normas internas vigentes no DER/SP e DERSA, foram previstas brocas moldadas “*in loco*” com diâmetro de 20cm e profundidade de 100cm espaçadas a cada 2,0m.

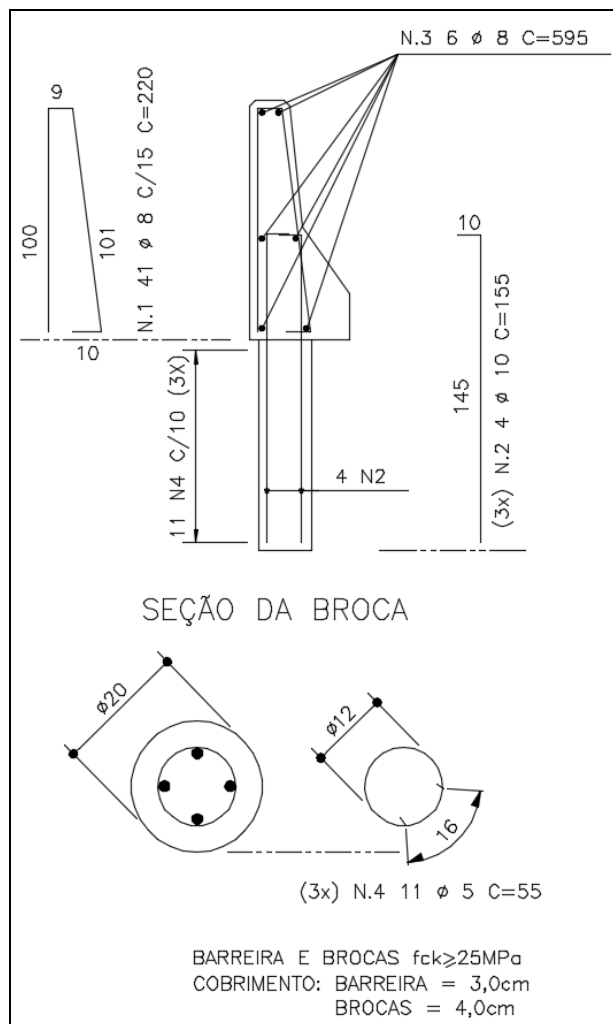
As brocas não tem a função estrutural de resistir diretamente ao impacto de veículos, mas tão somente proporcionar uma rigidez horizontal maior, reduzindo os deslocamentos horizontais em função dos eventuais impactos na barreira.

5.2 Quanto a armadura da barreira

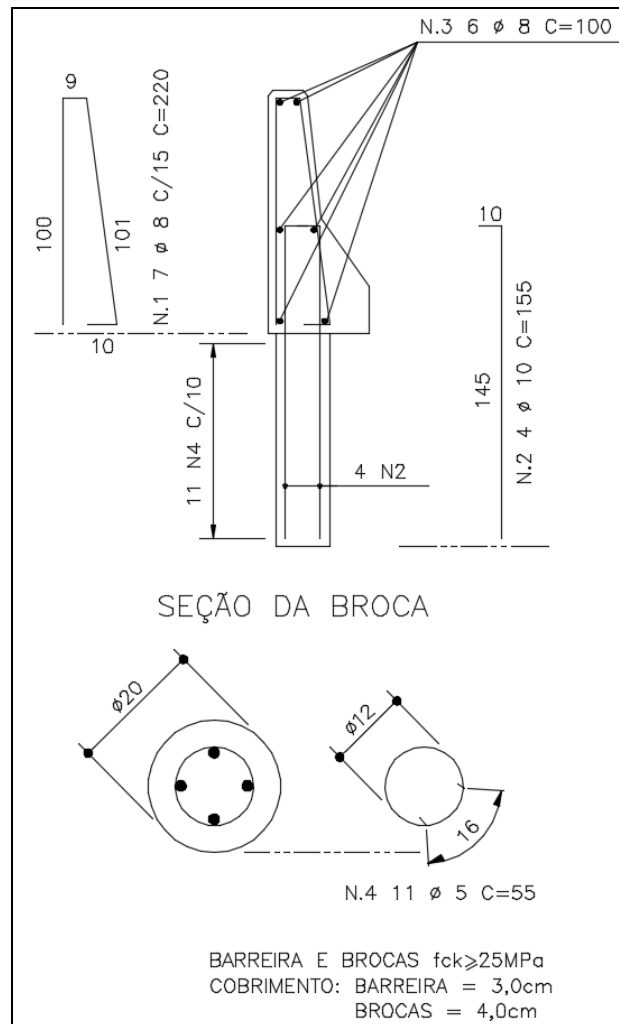
Existem observações sobre barreiras sem qualquer armadura, com excelente desempenho conforme descrito no livro citado na bibliografia (3).

Com o intuito de promover ductilidade na peça, evitando o “lasqueamento” do concreto e “expulsão” de parte dele quando do impacto, além de evitar o surgimento de grandes fissuras devido a retração e a variação de temperatura, reduzindo assim o surgimento de patologias e custos com manutenção, sugerimos a armação indicada abaixo.

Detalhe para módulo de 6,0m (3 brocas)



Detalhe por metro de barreira e uma broca



6 MATERIAIS E QUANTIDADES

6.1 POR METRO LINEAR DE BARREIRA (SEM CONSIDERAR A BROCA)

- Reaterro com solo-cimento: 0,152m³/m
- Forma comum de madeira: 2,28m²/m
- Concreto Magro: 0,068m³/m
- Concreto fck 25MPa: 0,224m³/m
- Aço CA-50: 8,5kg/m

6.2 POR BROCA

- Concreto fck 25MPa: 0,032m³/broca
- Aço CA-50: 3,9kg/broca
- Aço CA-60: 0,94kg/broca



Código	REV.
MD-06-116/SP-353-0-E01/501	A

Emissão	Folha
22/08/2018	01 DE 21

Lote : 04	Rodovia : Régis Bittencourt BR - 116	Firma Projetista: JP Manutenção Elétrica
--------------	--	---

Trecho : São Paulo - Curitiba Iluminação da Área de Escape do km 353 + 000m	Concessionária: AUTOPISTA RÉGIS BITTENCOURT
---	--

Objeto : MEMORIAL DESCRITIVO DE ILUMINAÇÃO	ANTT:
---	-------

Documentos de Referência:

DE-06-116/SP-353-0-E01/501 - TRAÇADO EM PLANTA

Documentos Resultantes:

Observação:

0	22/08/2018			
Rev.	Data	Projetista	Concessionária	ANTT

FIRMA PROJETISTA:	JP Manutenção Elétrica
Nº INTERNO:	JP-MD-06-116/SP-353-0-E01/501
	Rev. 0

SUMÁRIO

1- APRESENTAÇÃO.....	03
2- MAPA DE LOCALIZAÇÃO.....	04
3- ELABORAÇÃO DE PROJETO.....	05
4- DETALHAMENTO BASICO DE IMPLANTAÇÃO.....	05
4.1- ESPECIFICAÇÕES DA IMPLANTAÇÃO.....	05
4.2 –ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS.....	07
4.3-PROJETO LUMINOTECNICO.....	10
5- LISTA DE MATERIAIS.....	11
6- PLANEJAMENTO DA OBRA.....	12
7- ESQUEMA OPERACIONAL.....	13
8- PLANO BÁSICO AMBIENTAL.....	14
9- LICENCIAMENTO AMBIENTAL.....	18
10-CRONOGRAMA.....	18
11-ART.....	19
12-REFERÊNCIAS TÉCNICAS.....	21

1. APRESENTAÇÃO:

A Autopista Régis Bittencourt S/A entrega nesta oportunidade o presente **Projeto Executivo de Implantação do Sistema de Iluminação da Área de Escape do km 353+000 m, Município de Miracatu – SP.**

O Projeto é composto por 2 volumes conforme descrito abaixo:

- Desenho;
- Projeto, Esquema Construtivo e Plano Básico Ambiental.

O presente volume refere-se ao Projeto, Esquema Construtivo e Plano Básico Ambiental.

2. MAPA DE LOCALIZAÇÃO:

Iluminação da Área de Escape do km 353+000 m no Município de Miracatu – SP.

Localização Geográfica

24°06'54.81" S

47°23'62.23" O



3. ELABORAÇÃO DO PROJETO:

O projeto foi elaborado considerando-se todas as informações técnicas oriundas do levantamento de campo realizado.

O levantamento executado em campo considerou todas as interferências existentes de outras Concessionárias (Estruturas físicas atuais, Drenagens, Telecom, Gás, Água e Esgoto, etc.), a fim de minimizar os riscos de possíveis acidentes na estrutura a ser implantada durante a execução dos serviços.

Foram adotados os critérios luminotécnico exigidos nas Normas ABNT 5410, Normas das Concessionárias de Energia e Normas DNIT.

Estabelecidos os parâmetros acima, foi alocada a rede com toda sua estrutura, definindo todos os detalhes e métodos construtivos considerando o local de implantação.

4. DETALHAMENTO BASICO DE IMPLANTAÇÃO

4.1. ESPECIFICAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO

4.1.1. Levantamento de Cargas

As cargas novas, exclusivamente com luminárias de LED de 150 W com fator de potência médio de 0,93, totalizará no trecho 1.612 W.

4.1.2. Alimentação de Energia

A alimentação de energia será fornecida pela concessionária de energia elétrica local, porém o eventual custo da ampliação e/ou reforço da rede de distribuição primária será cobrado da Autopista Régis Bittencourt juntamente com a construção de 01 padrão de energia bifásico, categoria B1.

Após um levantamento de carga dos circuitos, foi determinado que a iluminação a implantar fosse atendida em um circuito pela rede de baixa tensão existente e projetada.

4.1.3. Projeto Luminotécnico

O cálculo luminotécnico foi elaborado seguindo as NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS, NORMAS TÉCNICAS DA ELEKTRO, o que determinou os tipos de luminárias, altura dos postes, espaçamento dos vãos e todas as características inerentes ao projeto.

4.1.4. Comandos

As luminárias projetadas serão acionadas por comando em grupo acionado por Relé Fotoelétrico.

4.1.5. Condutores

Os condutores aplicados serão do tipo aéreo com cabo de alumínio tríplex e isolamento para 750 V, instalados aéreos entre os postes e ligando as luminárias com cabo de cobre com isolamento para 0,6/1kV.

Obs.: Para o melhor funcionamento do sistema será necessário equilibrar as cargas de cada circuito nas fases distribuídas no trecho, especificadas no projeto elétrico.

4.1.6. Aterramento

Aterrando o sistema, ou seja, ligar intencionalmente um condutor fase nu, o que é mais comum, o neutro à terra, tem por objetivo controlar a tensão em relação à terra dentro de limites previsíveis. Esse aterramento também oferece um caminho para a circulação de corrente que irá permitir a detecção de uma ligação indesejada entre os condutores vivos e a terra.

4.1.7. Luminárias

As luminárias contempladas neste projeto serão tipo pública de LED com potência de 150 W modelo pétala;

4.1.8. Postes

Os postes de iluminação adotados serão dos tipos Ornamentais tele cônicos metálicos em Aço Galvanizado.

4.1.9. Rede de Distribuição

A rede de distribuição que atenderá a iluminação está dimensionada e prevista neste projeto, conforme orientações do setor de análise de redes da mesma.

4.2. ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS

4.2.1. Aterramento

Para atender o aterramento será utilizada haste de cobre tipo copperweld com conector haste/cabo de 5/8"x 2,4m, conforme especificação no projeto.



4.2.2. Postes das Luminárias

Os postes de iluminação adotados serão dos tipos Ornamentais tele cônicos metálicos em Aço Galvanizado, com 10 metros de altura engastados no solo ou fixados na barreira Jersey através de chumbadores, para 01 luminária.



4.2.3. Conjunto de Iluminação

4.2.3.1. Luminária c/ Reator Incorporado

Luminária publica LED tipo pétala, LEDs de alta Potência, possui elevada eficiência Luminosa > 100lm/W e robusta fixação tipo flip-chip, o que garante maior resistência de solda e maior eficiência na dissipação de calor.

As lentes PMMA de Alta Performance da luminária pública, garantem a melhor distribuição luminosa, altos Índices de Uniformidade e sem ofuscamento.

4.2.3.2. Rele Fotoelétrica

O relê fotoelétrico será do Modelo RM-10, com base e tampa injetado em polipropileno preto estabilizado contra irradiações UV resistente a intempéries e choques mecânicos, lente da fotocélula injetada em polipropileno transparente, proteção eletrônica com Varistor, acionamento eletromagnético e capacidade de carga de 1000 W (220V) ou 1800VA(220V)



4.2.4. Condutor

- **Rede**
Cabo de Alum. Isolado Bitola 2x16(16) mm² (fases)
- **Poste**
Cabo 2 x 1,5 mm (fases)
- **Poste padrão**
Cabo cobre 16 mm² isolado para o padrão
- **Aterramento**
Cabo de cobre nu 10 mm² (padrão de energia).



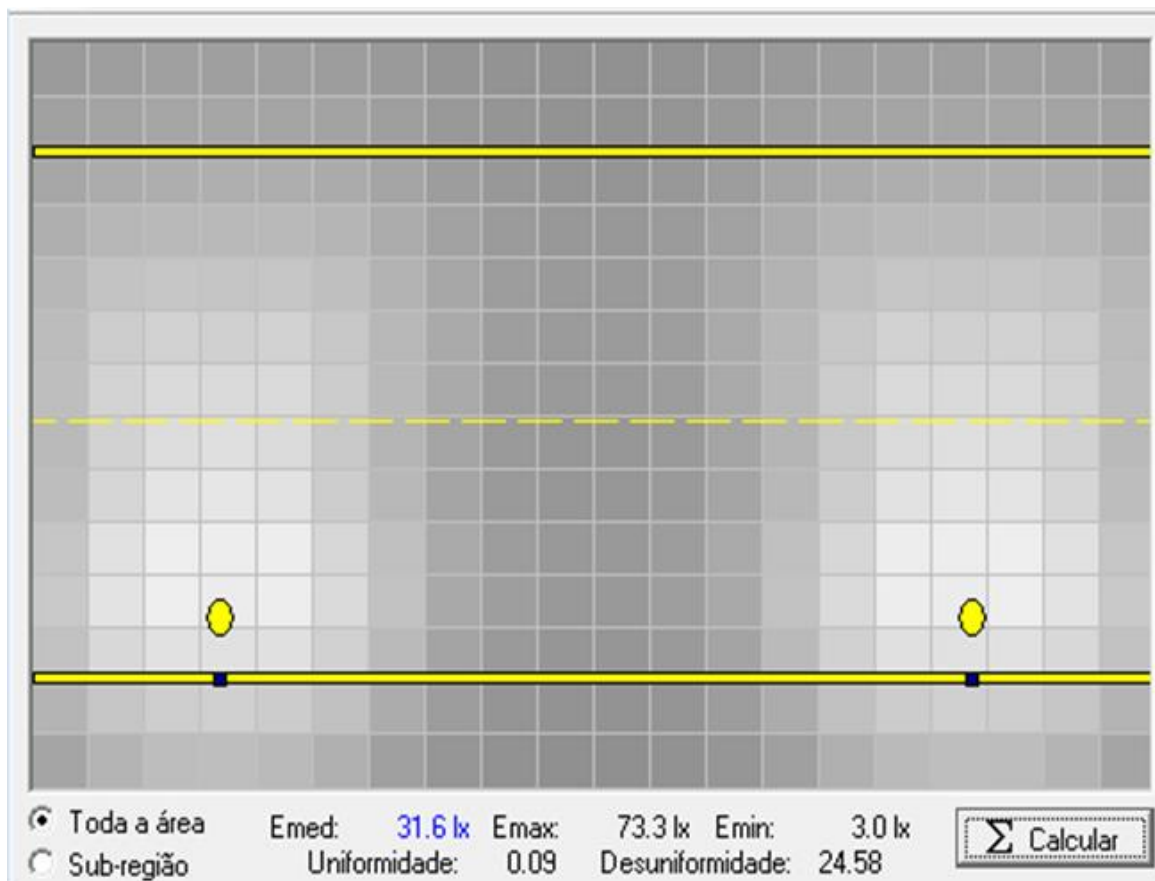
4.2.8. Poste Padrão

Para atender a iluminação da via da Área de Escape não será construção de um padrão de energia, pois o mesmo será atendido pelo padrão de entrada tipo B.1 do Dispositivo de Retorno do km 353+000. Os detalhes desse padrão se encontram no projeto



4.3 Projeto Luminotécnico

4.3.1. Situação 1 – Poste com 01 Luminária



PLANILHA DE ILUMINÂNCIA																	
Y / X (m)	1.50	4.50	7.50	10.50	13.50	16.50	19.50	22.50	25.50	28.50	31.50	34.50	37.50	40.50	43.50	46.50	49.50
12.15	11.3	13.2	14.6	14.6	14.3	12.6	10.4	7.0	5.0	4.0	4.0	5.0	7.0	10.4	12.6	14.3	14.6
11.25	15.4	17.7	19.3	19.5	18.8	17.1	14.1	9.5	6.6	5.2	5.2	6.6	9.5	14.1	17.1	18.8	19.3
10.35	20.5	23.9	25.5	25.9	25.1	23.0	18.7	12.8	8.7	6.8	6.8	8.7	12.8	18.7	23.0	25.1	25.5
9.45	26.5	32.0	33.7	33.6	33.4	30.5	24.0	16.7	11.0	8.8	8.8	11.0	16.7	24.0	30.5	33.4	33.6
8.55	32.4	41.0	43.2	43.4	43.0	38.4	29.4	20.5	13.0	10.5	10.5	13.0	20.5	29.4	38.4	43.0	43.2
7.65	38.1	48.8	52.3	51.1	52.2	44.9	33.2	22.7	13.7	11.2	11.2	13.7	22.7	33.2	44.9	51.1	52.3
6.75	37.1	52.9	58.7	58.2	58.1	47.6	33.3	22.2	12.7	10.4	10.4	12.7	22.2	33.3	47.6	58.1	58.2
5.85	34.5	52.1	60.7	62.1	59.3	45.7	30.9	18.9	10.3	8.4	8.4	10.3	18.9	30.9	45.7	59.3	62.1
4.95	36.5	55.6	65.6	67.1	64.0	48.4	32.6	18.9	10.4	8.2	8.2	10.4	18.9	32.6	48.4	64.0	67.1
4.05	43.7	68.9	73.3	72.6	72.5	56.4	39.0	22.4	12.8	9.7	9.7	12.8	22.4	39.0	56.4	72.5	72.6
3.15	45.9	65.2	73.3	71.7	72.8	58.4	40.4	22.0	13.2	9.7	9.7	13.2	22.0	40.4	58.4	71.7	73.3
2.25	40.3	57.0	63.6	63.6	62.8	51.9	34.4	18.2	10.7	7.8	7.8	10.7	18.2	34.4	51.9	62.8	63.6
1.35	29.6	43.4	49.3	50.8	47.9	39.9	24.2	12.3	7.0	5.1	5.1	7.0	12.3	24.2	39.9	47.9	49.3
0.45	18.7	30.0	36.4	37.1	34.4	27.2	14.7	7.5	4.3	3.0	3.0	4.3	7.5	14.7	27.2	34.4	36.4

Área total:		Sub-região:	
Iluminância média: 31.6 lx	Fator de uniformidade: 0.09	Iluminância média: 0.0 lx	Fator de uniformidade: 0.00
Iluminância mínima: 3.0 lx	Fator de desuniformidade: 24.58	Iluminância mínima: 0.0 lx	Fator de desuniformidade: 0.00
Iluminância máxima: 73.3 lx		Iluminância máxima: 0.0 lx	

5. LISTA DE MATERIAIS

ORÇAMENTO DE MATERIAIS			
ILUMINAÇÃO DA ÁREA DE ESCAPE			
RODOVIA	BR - 116		
TRECHO	Serra do Cafezal - Miracatu/SP		
LOCAL	KM 353 + 000 m		
REFERÊNCIA	PROJETO ILUMINAÇÃO DA ÁREA DE ESCAPE		
ITENS	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QTDE
01	ALÇA PREF. DSTB AL 16 mm ²	pç	02
02	ARMAÇÃO SECUNDÁRIA A/ZQ 150 mm 01 ESTRIBO	pç	10
03	LUMINÁRIA PÚBLICA DE LED 150 W	pç	10
04	POSTE DE AÇO GALV. 10 m CURVO SIMPLES LEVE ENGASTADO	pç	10
05	CABO PP 2 x 1,5 mm ²	m	50
06	CABO DE ALUM. ISOLABO BITOLA 2x16(16) mm ²	m	340
08	RELÊ FOTOELRÔNICO 220V	pç	
09	LAÇO ROLDANA P/ CABO ALUM. BITOLA 16,0 mm ²	pç	08
10	ISOLADOR ROLDANA	pç	10
11	PADRÃO DE ENTRADA TIPO B1	pç	
12	PARAF CAB QUAD A/ZQ M16 X 125 mm (5/8 x 5")	pç	10
13	ARRUELA QUADRADA DE 50x50	pç	10
17	CABO DE COBRE COM ISOLAÇÃO EPR/XLPE 10 mm ²	m	20
18	ELETRODUTO CORRUGADO DE DIÂM. 1.1/4"	m	
19	CAIXA DE PASSAGEM DE 20 x 20 cm	pç	01

6. PLANEJAMENTO DA OBRA:

O planejamento da obra consiste na apresentação de todas as fases executivas do empreendimento:

- 1 – Serviços Preliminares
- 2 – Etapas de Implantação
- 3 – Serviços Complementares

Os serviços informados são alvos de detalhamento no referido projeto, estando dispostos, quanto a sua execução, em conformidade com o cronograma previamente apresentado.

1- Serviços Preliminares:

Definição dos locais de implantação dos postes de iluminação, de forma a otimizar o sistema obtendo a maior eficiência possível em campo. Consulta a empresa concessionária de energia a fim de levantar as condições dos circuitos elétricos disponíveis para a energização do ramal de iluminação a ser construído.

2- Etapas de Implantação:

A construção desta infraestrutura atenderá às especificações e normas da ANTT, bem como às normas técnicas aplicáveis e vigentes para este fim.

A construção do sistema de iluminação pública atenderá, entre outras, as seguintes condições:

- Distância entre postes será de até 35 metros;
- Sistema de iluminação composto por luminárias de LED 150 W;
- Sistema de transformação de energia independente da rede atualmente existente na localidade.

O processo de implantação consiste em plantar os postes, interligá-los através dos cabos adequados e conectar o sistema de luminárias em cada poste, tal tarefa será executada com o sistema de cabeamento totalmente desconectado do sistema de energia. A ligação do sistema será executada em conjunto com a ELEKTRO, empresa concessionária de energia que atende ao município de Miracatu – SP.

3- Serviços Complementares:

Após a implantação, serão executados testes de comutação e colocação do sistema em carga através da ligação das chaves comutadoras. Qualquer alteração no terreno será recomposto na fase de acabamento de obra.

Depois de concluída a aceitação caberá à empresa executora a o fornecimento de projeto As – Built, dentro dos padrões exigidos pela ANTT e onde constarão além do encaminhamento definitivo, os perfis da rede implantada.

7- ESQUEMA OPERACIONAL:

A sinalização dos trabalhos na Área de Escape do km 353+000, no Município de Miracatu – SP, para a execução da obra seguirá o manual de sinalização adotado pelo departamento de Tráfego da Autopista Régis Bittencourt SA, permitirá ao usuário da via a identificação das intervenções de obra em distância segura para frenagem e diminuição de velocidade nos diversos pontos de execução.

A obra não promoverá interrupção de tráfego no dispositivo de retorno Rodovia Régis Bittencourt, BR – 116 São Paulo/Curitiba, uma vez que os serviços serão executados na Área de Escape do km 353+350 m, Serra do Cafezal no Município de Miracatu–SP.

Sequencialmente apresenta-se uma relação de equipamentos que deverão ser disponibilizados e utilizados para a execução da obra.

- Caminhão;
- Caminhão Munk;
- Cesto aéreo;

8- PLANO BÁSICO AMBIENTAL:

Devido a obra ser de baixa complexidade e praticamente nenhum impacto ambiental, não existe um Plano Básico Ambiental obrigatório para sua execução, porém as seguintes ações vão ser tomadas em respeito ao Meio Ambiente:

- Instrução Geral de Controle Ambiental de Obras;
- Instruções para Treinamento Ambiental da Mão-de-obra.
- Diretrizes de Meio Ambiente padrão Arteris

• **Responsabilidades:**

A plena observância de todas as medidas para conservação do meio ambiente serão de responsabilidade do Empreendedor, e terá força contratual, podendo resultar na suspensão de pagamento em casos de não conformidade.

Caberá a Concessionária vigiar a correta implantação de todas as medidas pertinentes.

a. INSTRUÇÃO GERAL DE CONTROLE AMBIENTAL DE OBRAS:

i. **Controle de Poluição do Ar**

- Visando minimizar as emissões de poluentes dos veículos e equipamentos, deverão ser executadas manutenções periódicas.

ii. **Controle de Contaminação da Água**

CONTROLE DE VAZAMENTOS DE COMBUSTÍVEIS, LUBRIFICANTES E ÁGUAS RESIDUAIS DE CONCRETAGEM.

- Todos os equipamentos devem apresentar boas condições de funcionamento e não apresentar vazamentos, aquele que não atender, será retirado da frente de obra.

iii. Controle de Fontes de Poluição Sonora

- Deverá ser dada prioridade à escolha de equipamentos que apresentem baixos índices de ruído. Trabalhos em áreas próximas a receptores sensíveis ao ruído serão executados observando as restrições de horário que venham a ser estabelecidos.

iv. Gestão de Resíduos Sólidos

- O lixo comum deve ser encaminhado para os locais tradicionais de disposição do lixo, e realizada segregação de materiais específicos. O lixo de oficina como pneumáticos e baterias, deve ser devolvido aos fornecedores, óleos usados devem ser encaminhados para recicladoras, peças podem ser geridas como sucata.

v. Interferências com a Comunidade

- Não aplicável, não existe assentamentos populacionais na área de implantação do sistema de iluminação em pista dupla proposto por esse documento.

vi. Medidas de Controle de Erosão e Assoreamento

- Não aplicável, a obra se dará em canteiro central na rodovia.

vii. Procedimentos de Desativação e Recuperação

Na desativação de cada frente de obra será observada, a conformidade com os seguintes aspectos:

- Limpeza geral de todas as áreas afetadas;
- Desmobilização, demolição e recuperação das áreas de apoio;
- Remoção de sinalização de obra.

b. INSTRUÇÃO PARA TREINAMENTO AMBIENTAL DA MÃO-DE-OBRA

Todos os funcionários receberão treinamento logo no início das obras. Serão incluídos os seguintes temas:

- Instruções de Controle Ambiental, explicadas em linguagem simples e direta;
- Código de Posturas;
- Fundamentos de educação ambiental;
- Importância e cuidados com a vegetação nativa, os animais silvestres e o patrimônio histórico;
- Reconhecimento de animais peçonhentos;
- Prevenção e combate a incêndios florestais;
- Breve síntese da legislação ambiental pertinente, destacando as restrições e penalidades (por exemplo, corte de vegetação, caça de animais silvestres, coleta de plantas, contaminação de corpos d' água, etc.);
- Uso de equipamentos de proteção individual (EPI's) e principais procedimentos de trabalho seguro;
- Orientação sobre como proceder nas situações de emergência, como primeiros socorros, combate a incêndios, etc.

i. Código de Posturas para os Trabalhadores

- Todo trabalhador é obrigado a observar rigorosamente as normas de segurança do trabalho. Qualquer inobservância dessas normas poderá ser considerada falta grave a critério do coordenador de segurança do trabalho da empresa;
- É obrigatória a realização de exame médico no ato da admissão, na troca de função ou na demissão. Todo trabalhador que apresente sintomas de doença é obrigado a comunicar o fato imediatamente;
- É terminantemente proibida a caça de animais silvestres e a derrubada não autorizada de vegetação. Qualquer trabalhador que incorra nestas faltas será sumariamente demitido;
- É proibida a perambulação dentro de remanescentes florestais fora dos limites de intervenção autorizados;
- Qualquer resto ou vestígio arqueológico, paleontológico ou histórico encontrado porventura durante a execução da obra deverá ser preservado e o achado informado imediatamente ao supervisor da obra;

- Todo trabalhador deverá seguir práticas adequadas de higiene pessoal. Não será admitido o lançamento de lixo fora dos recipientes apropriados. É obrigatória a utilização das instalações sanitárias da obra;
- É terminantemente proibido acender fogueiras ou fazer queimadas;
- São terminantemente proibidos o porte de armas e o consumo de bebidas alcoólicas ou entorpecentes;
- Os motoristas de máquinas e equipamentos que circulem fora da obra deverão respeitar rigorosamente os itinerários traçados e as normas de trânsito;
- Na utilização de vias internas de acesso deverão ser sempre observados os limites de velocidade assim como todas as instruções constantes na sinalização;
- É proibida toda forma de discriminação em função de condição social, raça, sexo ou idade;
- A conduta dos trabalhadores fora dos horários de trabalho deverá ser exemplar;
- Deverá ser mantida uma relação educada e respeitosa com todos, não sendo admitidas condutas hostis à comunidade.

c. DIRETRIZES DE MEIO AMBIENTE PADRÃO ARTERIS

- Trata-se de um dos anexos constante em contrato, que descreve todas as obrigações que a empresa mobilizada para a execução da implantação do sistema de iluminação deverá respeitar na execução de suas atividades. Tal documento prevê todas as obrigações em respeito ao meio ambiente que deverão ser seguidas e também estabelece as sanções de punição no caso de não conformidades.

9- LICENCIAMENTO AMBIENTAL:

A obra e serviço da implantação do sistema de iluminação da Área de Escape do km 353+000, Miracatu - SP se encontra totalmente dentro da área rural do município, informamos que se trata de área antro pisada e que a execução da obra se dará sem nenhuma supressão vegetal.

Esclarecemos ainda, que a implantação do sistema não está usando terreno de Áreas de Preservação Ambiental APA.

10- Cronograma de implantação do sistema de iluminação da Área de Escape do km 353+000 – Miracatu-SP

ATIVIDADES	DIAS																													
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Mobilização																														
Abertura de Buracos																														
Equipar Postes																														
Implantação de Poste																														
Lançamento de Cabo																														
Interligações da Rede																														
Testes																														

11- ART

Resolução nº 1.025/2009 - Anexo I - Modelo A
Página 1/2



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
CREA-SP
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado de São Paulo

ART de Obra ou Serviço
28027230181042521

1. Responsável Técnico

ADILSON LEVI CORREA

Título Profissional: Engenheiro Eletricista

RNP: 2603538764

Registro: 0601395403-SP

Registro: 0772820-SP

Empresa Contratada: J.P. MANUTENÇÃO ELÉTRICA LTDA.

2. Dados do Contrato

Contratante: AUTOPISTA RÉGIS BITTENCOURT S/A

Endereço: Rodovia SP 139

Complemento:

Cidade: Registro

Contrato:

Valor: R\$ 1.200,00

Ação Institucional:

Celebrado em: 20/08/2018

Tipo de Contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado

Bairro: São Nicolau

UF: SP

Vinculada à Art nº:

CPF/CNPJ: 09.336.431/0001-06

Nº: 226

CEP: 11900-000

3. Dados da Obra Serviço

Endereço: Rodovia Régis Bittencourt km 353+000

Complemento: Pista Sul

Cidade: Miracatu

Data de Início: 20/08/2018

Previsão de Término: 30/08/2018

Coordenadas Geográficas:

Finalidade:

Bairro:

UF: SP

Nº:

CEP: 11850-000

Código:

CPF/CNPJ:

4. Atividade Técnica

Elaboração

1

Projeto

Iluminação

Quantidade

Unidade

1,00000

unidade

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

Esta ART refere-se a elaboração do projeto de iluminação da área de escape da Rodovia Régis Bittencourt no km 353+000 m Serra do Cafezal.

6. Declarações

Acessibilidade: Declaro atendimento às regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

Resolução nº 1.025/2009 - Anexo I - Modelo A

Página 2/2

7. Entidade de Classe

45 - REGISTRO - ASSOCIAÇÃO DOS ENGENHEIROS E ARQUITETOS
DO VALE DO RIBEIRA

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Local _____ de _____ data _____

ADILSON LEVI CORREA - CPF: 026.046.158-00

AUTOPISTA RÉGIS BITTENCOURT S/A - CPF/CNPJ: 09.336.431/0001-06

9. Informações

- A presente ART encontra-se devidamente quitada conforme dados constantes no rodapé-versão do sistema, certificada pelo Nosso Número.

- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creasp.org.br ou www.confea.org.br

- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

www.creasp.org.br
tel: 0800-17-18-11



Valor ART R\$ 82,94

Registrada em: 29/08/2018

Valor Pago R\$ 82,94

Nosso Número: 28027230181042521

Versão do sistema

Impresso em: 30/08/2018 08:25:37

12- REFERÊNCIAS TÉCNICAS

ABNT NBR 5101 / 1992 - Iluminação Pública - Fixa requisitos mínimos necessários a iluminação de vias públicas, os quais são destinados a propiciar algum nível de segurança aos tráfegos de pedestres e veículos;

ABNT - NBR IEC 62722-2-1 / 2016- Luminárias;

ABNT NBR - IEC 62260/2013 - Lâmpadas LED;

ABNT NBR - 5123 / 1998 - Rele fotoelétrico e tomada para iluminação;

ABNT NBR 5410 / 2004 – Instalações elétricas de baixa tensão.