



AVENIDA ANTÔNIO SCODELER
REQUALIFICAÇÃO VIÁRIA
DIAGNÓSTICO E MEMORIAL DE
CÁLCULO

JANEIRO DE 2020

Referências Cadastrais

Cliente	Prefeitura Municipal de Pouso Alegre
Localização	Pouso Alegre, Minas Gerais
Título	Avenida Antônio Scodeler
Contato	Rinaldo Oliveira
E-mail	rinaldololiveira@gmail.com
Líder do Projeto:	Aloísio Caetano Ferreira
Coordenador:	Denis de Souza Silva
Projeto/centro de custo:	26/2019-60
Data do documento:	21/02/2019 – R02

Elaborador/Autor	Flávia Cristina Barbosa	Engenheira Civil
Verificador/aprovador	Denis de Souza Silva	Coordenador do projeto

Isenção de Responsabilidade:

Este documento é confidencial, destinando-se ao uso exclusivo do cliente, não podendo ser reproduzido por qualquer meio (impresso, eletrônico e afins) ainda que em parte, sem a prévia autorização escrita do cliente.

Este documento foi preparado pela Dac Engenharia com observância das normas técnicas de Pouso Alegre e em estrita obediência aos termos do pedido e contrato firmado com o cliente. Em razão disto, a Dac Engenharia isenta-se de qualquer responsabilidade civil e criminal perante o cliente ou terceiros pela utilização deste documento, ainda que parcialmente, fora do escopo para o qual foi preparado.



Equipe Técnica

Responsável Técnico – Projetos Cíveis

Flávia Cristina Barbosa Engenheira Civil	
Nº CREA: MG 187.842/D	Nº ART: 5940421

Responsável Técnico – Projeto de Drenagem

Aloisio Caetano Ferreira Engenheiro Hídrico	
Nº CREA: MG 127.216/D	Nº ART: 5940368

Coordenação

Denis de Souza Silva Engenheiro Hídrico	
Nº CREA: MG 97.132/D	Nº ART: 5940137

Elaboração

Mara Lucy	Engenheira Civil
Geraldo Lúcio Tiago Filho	Engenheiro Mecânico
Rafael Carrera	Arquiteto
Érika Prudente	Engenheira Ambiental
Thales Tito Borges	Engenheiro Ambiental
Adriano Marcelo de Campos	Engenheiro Eletricista
Rodrigo Rennó	Engenheiro Mecânico
German Lozano	Engenheiro Mecânico
William Baradel Lari	Engenheiro Civil
Fabiana Yoshinaga	Engenheira Civil



Camila Andrade	Engenheira Civil
Thais Coimbra	Engenheira Civil
Jonas Guerreiro	Engenheiro Civil
Diego Moutinho Caetano	Engenheiro Civil
Felipe Guimarães Alexandre	Engenheiro Civil
Paulo Lemes	Engenheiro Civil
Antônio Galvão Jr	Design de Interiores
Reinaldo Correa Cardoso Jr	Biólogo
Igor Paiva Lopes	Analista de Drenagem
Henrique Passos Biasi	Estag. Engenharia Hídrica
Rafael Mesquita	Estag. Engenharia Hídrica
Pedro Justiniano	Estag. Engenharia Civil
Bianca Baruk	Estag. Engenharia Civil
Sabrina Paro	Estag. Engenharia Civil
Victorien Gerard	Estag. Engenharia Hídrica
Isabela Couto	Estag. Engenharia Civil
Pedro Costa	Estag. Engenharia Mecânica
Larissa Rafael Neira Munoz	Estag. Administração



Índice

1.	DIAGNÓSTICO	2
2.	ESTUDO GEOTÉCNICO	9
2.1.	CARACTERÍSTICAS PEDOLÓGICAS E GEOLÓGICAS DO LOCAL	9
3.	ESTUDOS HIDROLÓGICOS	11
3.1.	METODOLOGIA APLICADA	11
3.2.	MÉTODO RACIONAL	11
3.2.1.	Coeficiente de Escoamento Superficial.....	12
3.2.2.	Tempo de Concentração e Período de Retorno	12
3.2.3.	Intensidade de Precipitação	13
3.2.4.	Vazão.....	13
4.	PROJETO DE DRENAGEM	14
4.1.	VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE DE ESCOAMENTO DA SARJETA	14
4.2.	DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DAS GALERIAS	16
4.2.1.	Posicionamento	16
4.2.2.	Diâmetro Mínimo	16
4.2.3.	Cálculo da Vazão na Galeria.....	16
4.2.4.	Velocidade de Escoamento.....	16
4.2.5.	Capacidade Máxima da Galeria	17
4.2.6.	Recobrimento Mínimo da Galeria.....	18
4.2.7.	Descarte	18
5.	RECONSTRUÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO	19
5.1.	MÉTODO UTILIZADO	19
5.2.	PARÂMETROS DO DIMENSIONAMENTO	19
5.2.1.	Número “N”	19
5.2.2.	Índice de Suporte do Subleito (CBR)	20
5.3.	DETERMINAÇÃO DAS ESPESSURAS DAS CAMADAS DOS PAVIMENTOS	20
5.3.1.	Especificações de Serviços.....	24
6.	PROJETO DE SINALIZAÇÃO	25
6.1.	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	25
6.1.1.	Linha de Retenção (LRE)	25
6.1.2.	Linhas de Separação de Fluxo de Sentidos Opostos	26
6.1.3.	Linhas de Separação de Fluxo de Mesmo Sentido	26
6.1.4.	Linha de Bordo (LBO).....	27
6.1.5.	Zebrado de Preenchimento da Área de Pavimento Não Utilizável (ZPA)	28
6.1.6.	Faixa de Travessia de Pedestre (FTP)	28
6.1.7.	Legenda “PARE”	29
6.1.8.	Setas indicativas de posicionamento na pista para a execução de movimentos (PEM)	29



6.2.	SINALIZAÇÃO VERTICAL	30
6.2.1.	Regulamentação de Velocidade (R19)	30
6.2.2.	Proibido Estacionar (R6a)	30
6.2.3.	Saliência ou Lombada (A-18).....	31
6.2.4.	Advertência de Passagem Sinalizada de Pedestre (A-32B).....	31
7.	TERRAPLENAGEM	33
7.1.	TALUDES PROJETADOS	33
7.2.	RESUMO DAS QUANTIDADES	33
7.3.	MÉTODO DE CÁLCULO UTILIZADO	34
7.4.	ORIENTAÇÕES DE PROJETO	34
7.4.1.	Serviços Topográficos	35
7.4.2.	Desmatamento, Destocamento e Limpeza	35
7.4.3.	Corte do Terreno	35
7.4.4.	Aterro	36
7.4.5.	Material de Aterro	37
8.	REFERÊNCIAS	38

Lista de Tabelas

Tabela 3.1 – Coeficiente de escoamento superficial.....	12
Tabela 4.1 – Coeficiente de rugosidade para diferentes materiais	17
Tabela 5.1 – Tráfego por Classificação Funcional da Via.....	19
Tabela 5.2 – Tipo de revestimento em função de tráfego.....	20
Tabela 5.3 – Coeficientes k	22

Lista de Figuras

Figura 1 – Demonstração dos Carregamentos num Pavimento Flexível.2	
Figura 2 – Trincas tipo “couro de jacaré” oriundas da fadiga de pavimento.....	3
Figura 3 - Pavimento deteriorado por fadiga de pavimento.....	3
Figura 4 – Aberturas, “Painéis”	4
Figura 5 – Trechos.	5
Figura 6 - Imagem Representativa do Pavimento no Trecho 1	6
Figura 7 – Imagem Representativa do Pavimento no Trecho 2	6
Figura 8 – Imagem Representativa do Pavimento no Trecho 3	7
Figura 9 - Desnível entre a pista e o meio fio onde será realizado um serviço de nivelamento em concreto para acertar a sarjeta.	7
Figura 2.1 – Mapa Geológico de Pouso Alegre.....	9



Figura 2.2 – Mapa pedológico de Pouso Alegre	10
Figura 4.1 – Sarjeta tipo B.....	14
Figura 4.2 – Características hidráulicas da sarjeta	15
Figura 4.3 – Cálculo da vazão na sarjeta.....	15
Figura 5.1 – Ábaco de determinação da espessura do pavimento	22
Figura 6.1 – Posicionamento de Linha de Retenção (LRE)	25
Figura 6.2 – Exemplo de Faixa LFO-3	26
Figura 6.3 – Linha Simples Contínua (LMS-1).....	27
Figura 6.4 – Linha de Bordo (LBO)	27
Figura 6.5 – Exemplo de ZPA.....	28
Figura 6.6 – Faixa de travessia de pedestre do projeto	28
Figura 6.7 – Legenda “PARE”	29
Figura 6.8 – Placas de Regulamentação.	30
Figura 6.9 – Placas de Regulamentação.	31
Figura 6.10 – Placas de Advertência.....	31
Figura 6.11 – Placas de Advertência.....	32

Lista de Equações

Equação 3.1 – Método Racional	11
Equação 3.2 – Equação de chuva intensa de Pouso Alegre	13
Equação 4.1 – Método de Izzard/Manning	14
Equação 4.2 – Cálculo da velocidade de escoamento.....	16
Equação 4.3 – Cálculo do raio hidráulico.....	17
Equação 4.4 – Determinação da vazão máxima	17



Apresentação

O Projeto de Requalificação da Avenida Antonio Scodeler envolve a implantação de sistema de drenagem, pavimentação e sinalização viária.

A Avenida Antonio Scodeler liga os bairros Fatima III, Loteamento São Pedro, Faisqueira, Monte Azul e Bella Itália, que estão localizados à nordeste da rodovia BR 459, ao restante da cidade.

Os moradores dos bairros supracitados encontram problemas diariamente com o tráfego nesta via de acesso. O tráfego compromete a segurança dos cidadãos que ali residem, uma vez que acidentes são frequentes no local e não há sinalização adequada na via.

Além do grande fluxo gerado pelos próprios moradores dos bairros em estudo, há também uma parcela significativa de veículos pesados que utilizam a via devido a existência de empresas e médias indústrias instaladas no bairro, o que sobrecarrega a via e deteriora o pavimento implantado.

Para elaboração do projeto foi realizado diagnóstico *in loco* a fim de se conhecer as características do mesmo e prever os serviços necessários para sua recuperação.

Em dois dias de vistoria foi possível identificar os gargalos da drenagem, pontos em que ocorrem empoçamentos e pontos de descarte irregular que acarretam em danos para os proprietários das edificações limítrofes a avenida.

Para o diagnóstico do pavimento foi realizada vistoria com planilha de Levantamento Visual Contínuo – LVC desenvolvida pela DAC Engenharia e apresentada no Anexo IV. A planilha de LVC foi desenvolvida em 2012 e foram levantados e recuperados 12.000 km de rodovia no estado de São Paulo.

1. DIAGNÓSTICO

A qualidade de um pavimento impacta diretamente no desempenho de mobilidade e economia de uma determinada região. Um pavimento deteriorado aumenta o custo operacional de transporte, reduz o conforto e a segurança dos passageiros e das cargas, além de causar prejuízos ambientais, como o assoreamento de cursos d'água com material solto nos períodos de chuva.

A má qualidade dos pavimentos implantados são oriundas de subdimensionamentos, escolha inadequada de materiais e até mesmo falta de controle na execução.

Com a passagem de um veículo pesado sob um pavimento, as camadas do pavimento ficam submetidas a um estado variável de tensões que se caracteriza por ser dinâmico e repetitivo ao longo da vida útil da via. O pavimento flexível é submetido a deformações de tração (ϵt) nas camadas asfálticas e tensão de compressão (σz) no subleito/camada final de terraplenagem.



Figura 1 – Demonstração dos Carregamentos num Pavimento Flexível.

A repetição dessas solicitações na faixa tempo é responsável pelo aparecimento das patologias na estrutura do pavimento, por isso, o pavimento é dimensionado para um período, o que chamamos de vida útil, que é normatizada em 5 anos.

As patologias mais comuns são: a deformação permanente, que tem como efeito a manifestação de trilhas-de-roda, e a fadiga, responsável pelo trincamento da mistura asfáltica que resulta, em seu estágio final, no aparecimento de buracos e “panelas”.

Na vistoria realizada na Avenida Antonio Scodeler foi possível observar que as patologias predominantes são a fadiga de pavimento e “panelas”. O primeiro estágio do início desta ruptura é caracterizado pelo aparecimento de trincas longitudinais isoladas no sentido do tráfego (as deformações de tração transversais tendem a serem maiores que as longitudinais). Posteriormente, a união de trincas transversais e longitudinais forma um reticulado conhecido no meio rodoviário como “couro de jacaré”. Neste estágio, ainda se tem certa transferência de tensões entre as interfaces das trincas.



Figura 2 – Trincas tipo “couro de jacaré” oriundas da fadiga de pavimento.



Figura 3 - Pavimento deteriorado por fadiga de pavimento.

Com a contínua ação do tráfego e em presença de água nas trincas, tem-se a erosão das placas, como ilustra a Figura 4. Com essa erosão, as placas ficam sem confinamento, sendo facilmente arrancadas pela ação do tráfego, notadamente quando em presença de água, originando os buracos e “panelas”.



Figura 4 – Aberturas, “Painéis”.

Esse fenômeno de fadiga pode ser descrito como um processo de deterioração estrutural que um material sofre quando submetido a um estado de tensões e de extensões repetidas, resultando no aparecimento de fissuras no material que evoluem para trincas ou ruptura completa, após um número suficiente de repetições de carregamento. Ou seja, é a deterioração do material quando solicitado repetidamente por um carregamento.

No caso específico da Avenida Antônio Scodeler, que tem boa parte do pavimento lançado sob paralelepípedo, o caso é ainda mais crítico. O paralelepípedo como base, se não travado corretamente, se movimenta gerando as trincas no pavimento.

Outro agravante é a falta de um sistema de drenagem eficiente que não impede a percolação de água sob o pavimento, desestabilizando a base, gerando movimentações no pavimento e assim, trincando a capa.

Na estrutura ilustrada na Figura 1, quanto maior o nível da deformação a que o revestimento estiver submetido, tanto pela magnitude do carregamento atuante ou pela deficiência estrutural das camadas inferiores, menor será o número de ciclos de carregamento necessários para a manifestação da ruptura por fadiga da mistura.

Assim, o que ocorre na Av. Antônio Scodeler é resultante de grande volume de tráfego pesado atrelado a uma estrutura deficiente.

Partindo disto, voltou-se para a análise da estrutura do pavimento implantado. Assim, através do diagnóstico, foi possível dividir a via em 3 trechos, conforme Figura 5:



Figura 5 – Trechos.

No trecho 1 (Figura 6) não foi possível identificar base ou sub-base granular ou qualquer tipo de mistura para suporte, o que nos leva a crer que o revestimento foi implantado sob base única de solo compactado ou até mesmo sob a camada final de terraplenagem apenas compactada. A camada de revestimento executada possui cerca de 3,0 cm. Esta estrutura não é usualmente dimensionada por engenheiros rodoviários, mas comumente utilizada em vias de tráfego local, de baixo acesso e para um subleito de capacidade elevada.

Em pavimentos bem dimensionados, o padrão de trincamento da Av. Antônio Scodeler será observado entre o nono e décimo ano do ciclo de vida e em cerca de 10 a 15% da superfície.



Figura 6 - Imagem Representativa do Pavimento no Trecho 1

No trecho 2 foi possível identificar que a base do pavimento é em paralelepípedo. A camada de revestimento executada varia de 2,0 a 3,0 cm.



Figura 7 – Imagem Representativa do Pavimento no Trecho 2

No trecho 3 foi possível identificar que o pavimento também é composto por paralelepípedo e revestimento asfáltico. No entanto, já foram executados diversos recapeamentos sobre este, portanto a capa varia de 8 a 12 cm.



Figura 8 – Imagem Representativa do Pavimento no Trecho 3

Com base em todas as considerações levantadas é possível concluir que o pavimento dos trechos 1 e 2, independente da causa, está fadigado, e necessita de troca total de revestimento e implantação de base e sub-base para suportar o tráfego. No trecho 3, será realizado apenas fresagem com recapeamento e a recuperação de patologias pontuais, além da implantação de sarjetas.

Da drenagem, será realizada a limpeza da galeria do ribeirão das mortes e serão adequadas as sarjetas de concreto nas laterais da pista do trecho 3, para compatibilização entre a pista e o meio fio, tendo em vista que o desnível pelos diversos recapeamentos está muito alto, podendo acarretar acidentes (Figura 9).



Figura 9 - Desnível entre a pista e o meio fio onde será realizado um serviço de nivelamento em concreto para acertar a sarjeta.



Nos trechos 1 e 2 foi realizado estudo hidrológico e aproveitando a abertura completa do pavimento serão implantadas as redes e dispositivos necessários para o adequado funcionamento do sistema de drenagem.

Duas ruas serão incluídas para o sistema de drenagem: José Camilo Luis da Rocha e Onilia Pedrosa, onde as valas serão abertas. Implantadas as redes e posteriormente será realizada a recomposição dessas valas.

Do sistema de sinalização serão mantidas as sinalizações que forem cabíveis de aproveitamento, adaptadas quando possível e serão implementados novos dispositivos de sinalização horizontal e vertical para a maior segurança dos usuários da via. As lombadas existentes, quando servidas de calçada em suas laterais serão transformadas em faixas elevadas conforme padronização do Contran. Os dispositivos existentes foram diagnosticados no Relatório Fotográfico de Sinalização apresentado no Anexo V.

A indicação dos serviços a serem executados é apresentada no Projeto de Demolição. Os serviços de implantação de rede e dispositivos especiais de drenagem são apresentados no projeto de drenagem.

O material demolido será enviado a bota-foras distintos. O resíduo de construção será enviado a uma usina de reciclados que receberá sem custo o material. O solo será encaminhado para a cerâmica Pouso Alegre, que também não cobrará para receber o solo descartado. As licenças ambientais desses locais são apresentadas no Anexo VI.

Fotografias de toda a pista são apresentadas no Anexo III.

2. ESTUDO GEOTÉCNICO

Os estudos geotécnicos têm como objetivo a caracterização das formações geológicas ocorrentes, no sentido de definir as condições de subleito para implantação da via.

2.1. CARACTERÍSTICAS PEDOLÓGICAS E GEOLÓGICAS DO LOCAL

Com relação à geologia, o município de Pouso Alegre – MG possui predominantemente depósitos aluviais (ENa), uma pequena parcela de rochas metassedimentares que compõem a Formação Pouso Alegre (NP3pa) e grandes complexos gnáissicos em seu entorno (NP2cm e NP2sjm).

Os depósitos aluviais possuem como característica – Aquíferos granulares, livres, com espessura de até 10-15m, permeabilidade entre 5 e 10 m/dia e porosidade efetiva da ordem de 10%. Águas um pouco salobras em algumas áreas.

A Formação Pouso Alegre apresenta um Aquífero granular superficial. Capacidade de produção variável em função da sua espessura e composição granulométrica. Gnássico-Granítico – Sistema aquífero em meio fissurado. Baixas permeabilidade e porosidade. Pouco explotados através de poços. Apresentam baixa a média capacidade de produção. Águas alcalinas e com dureza elevada.

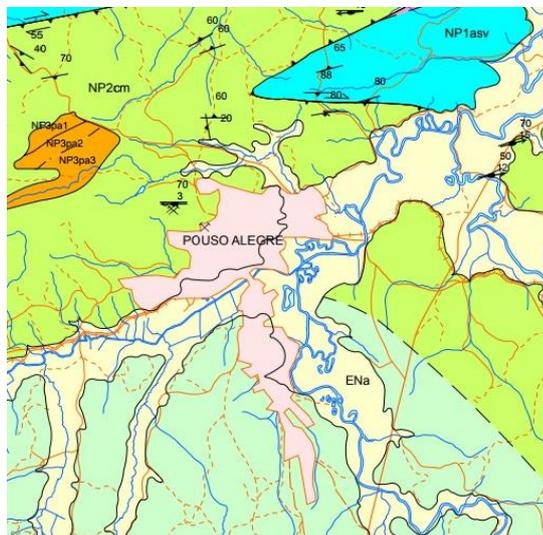


Figura 2.1 – Mapa Geológico de Pouso Alegre
Fonte: RIBEIRO, 2011

Onde:

- ENa: Depósitos fluviais, cascalho, areia e lama.
- NP3pa: Formação Pouso Alegre - brecha polimítica; conglomerado polimítico, arenito feldspatolítico e pelito; arenito feldspatolítico e arcóseo.
- NP2cm: Complexo gnáissico Cachoeira de Minas - ortognaisses granodioríticos a tonalíticos. Localmente fácies migmatítica, ortopiroxênio, granulito máfico com

3. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os estudos hidrológicos irão determinar as descargas máximas nas áreas em estudo, a fim de dar base ao dimensionamento das estruturas hidráulicas do sistema de drenagem em questão. Para isso, é necessário o diagnóstico do regime pluvial e da natureza das precipitações intensas da região, como é apresentado a seguir.

3.1. METODOLOGIA APLICADA

Para a determinação da precipitação máxima utilizou-se a equação que correlaciona os parâmetros intensidade, duração e frequência de chuvas. Essa relação permite ainda a obtenção de precipitações máximas para diferentes Tempos de Concentração – t_c , e Períodos de Retorno – TR. Nas estimativas de vazões a partir de dados de chuva a grandeza utilizada é a Precipitação Excedente, pelo fato de esta contribuir efetivamente para a formação do escoamento superficial

As vazões de projeto podem ser estimadas através de métodos estatísticos diretos e indiretos. Estas metodologias são determinadas de acordo com as dimensões das áreas de drenagem, da seguinte forma:

- Sub-bacias com áreas de até 5 km²: utiliza-se o Método Racional;
- Sub-bacias com áreas entre 5 km² e 10 km²: utiliza-se o Método Racional Corrigido;
- Sub-bacias com área acima de 10 km²: utiliza-se o Método de Ven Te Chow.

Desta forma, como a bacia de projeto possui uma área menor que 5km², utilizou-se o método racional.

3.2. MÉTODO RACIONAL

O método mais utilizado para o cálculo da vazão a partir da transformação de chuva em vazão para análise em pequenas bacias hidrográficas é o método racional, devido à simplicidade de aplicação e facilidade do conhecimento e controle dos parâmetros necessários.

Admite-se, na sua aplicação, que a chuva apresente uma intensidade constante, uniformemente distribuída sobre a superfície da bacia, e que sua duração seja maior ou igual ao tempo de concentração na bacia. Como a intensidade de chuva decresce com o aumento da duração, a descarga máxima resulta de uma chuva com duração igual ao tempo de concentração da bacia.

Este método, descrito matematicamente pela Equação 4.1, representa uma relação entre a vazão máxima de escoamento superficial e a intensidade de precipitação, dependendo das seguintes variáveis para a sua determinação: tipo de solo e do uso da terra, duração e intensidade da chuva e características físicas da rede de drenagem existente.

$$Q = 0,00278 \cdot C \cdot i \cdot A$$

Equação 3.1 – Método Racional



Onde:

- Q: Vazão de projeto (m^3/s);
- C: Coeficiente de escoamento superficial (adimensional);
- I: Intensidade da chuva de projeto (mm/h);
- A: Área de drenagem (ha).

3.2.1. Coeficiente de Escoamento Superficial

Coeficiente também denominado por deflúvio superficial ou coeficiente de “runoff”. Variável determinada em função de uma série de fatores, como o tipo do solo, ocupação da bacia, umidade antecedente, intensidade da chuva e outros. Assim, devido às diversas condições e combinações dos fatores citados, apenas parte do volume precipitado sobre a bacia atinge a seção sob a forma de escoamento superficial. Portando adotou-se um coeficiente de escoamento superficial de 0,75, para a área urbanizada e 0,35 para a área que contém pastagem, conforme valores indicados na Tabela 4.1.

Tabela 3.1 – Coeficiente de escoamento superficial

Descrição das Áreas das Bacias Tributáveis	Coeficiente de Deflúvio “C”
Ruas	
Asfalto	0,70 a 0,95
Concreto	0,80 a 0,95
Gramados; solos arenosos	
Plano, 2%	0,05 a 0,10
Médio, 2 a 7%	0,10 a 0,15
Íngreme, 7%	0,15 a 0,20
Gramados; solo compacto	
Plano, 2%	0,13 a 0,17
Médio, 2 a 7%	0,18 a 0,22
Íngreme, 7%	0,19 a 0,35

3.2.2. Tempo de Concentração e Período de Retorno

O tempo de concentração é considerado o período, em minutos, que uma gota de água de chuva cai no ponto mais distante da bacia, demora a chegar até a seção de análise. Devido às características das curvas de intensidade, duração e frequência da chuva, o tempo de concentração inicial mínimo adotado para as bacias é de 10 minutos.

O tempo de retorno ou período de retorno de uma chuva representa o risco que o empreendimento ou projeto está assumindo no dimensionamento de uma obra hidráulica. Ou seja, qual é o grau de segurança que se deseja proporcionar ao empreendimento, sendo que ele é o inverso da frequência com que a chuva ou vazão venha a ser igualada ou ultrapassada num ano qualquer.

Para escolher qual o tempo de retorno que irá utilizar no dimensionamento do projeto hidráulico é importante analisar os prejuízos tangíveis e intangíveis que possam a vir a ser



causados por eventos extremos de chuva. Portanto, para o empreendimento em questão foi adotado o período de retorno (TR) igual a 10 anos.

3.2.3. Intensidade de Precipitação

Para determinar a intensidade máxima de chuva de um determinado local há uma equação que correlaciona os parâmetros como intensidade, duração e frequência (IDF) das chuvas, e ainda permite obter valores de para diferentes tipos de tempos de concentração e tempos de retorno. Estes são definidos por uma série histórica de dados de chuvas, de mais ou menos 30 anos, do local em questão.

No empreendimento em questão, utilizou a equação de chuva do município de Pouso Alegre gerada pela interpolação de dados do software *Plúvio 2.1*. Assim, obteve-se a seguinte equação de chuva:

$$i = \frac{667,338 \cdot T^{0,184}}{(tc + 20,869)^{0,635}} = 115,478 \text{ mm/h}$$

Equação 3.2 – Equação de chuva intensa de Pouso Alegre

Onde:

- i – Intensidade da chuva (mm/h);
- tc – tempo de concentração (min);
- T – Período de retorno (anos).

3.2.4. Vazão

A vazão calculada sintetiza as considerações e cálculos realizados em relação ao tempo de concentração do escoamento e à intensidade de chuva, ao coeficiente de escoamento superficial e a área de contribuição de cada sub- bacia do projeto.

4. PROJETO DE DRENAGEM

O projeto de drenagem objetiva definir os dispositivos de coleta, condução e deságue das águas superficiais que precipitam sobre o terreno, bem como sobre os taludes e áreas que convergem ao mesmo.

4.1. VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE DE ESCOAMENTO DA SARJETA

Para assegurar o bom funcionamento do escoamento superficial, as guias e sarjetas das vias públicas serão limitadas por uma lâmina d'água de largura máxima igual a 1,67 metros e a sarjeta adotada será do tipo B, conforme Figura 4.1.

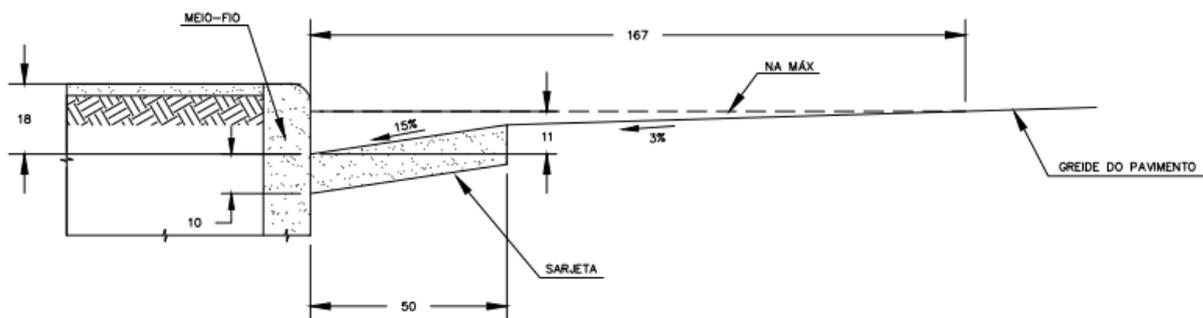


Figura 4.1 – Sarjeta tipo B

Sua vazão pode ser calculada pelo método de Izzard/Manning, conforme a Equação 4.1 a seguir:

$$Q = 0,375 \frac{Z}{n} * y^{\frac{8}{3}} * \sqrt{i}$$

Equação 4.1 – Método de Izzard/Manning

Onde:

- Q= vazão (m³/s);
- Z= inverso da declividade transversal;
- I= declividade longitudinal (m/m);
- y= profundidade junto à linha de fundo (m);
- n= coeficiente de rugosidade.

Considerando as características hidráulicas da sarjeta (Figura 4.2), a vazão pode ser calculada pela soma algébrica em cada uma das seções triangulares (seção da sarjeta mais seção da via, descontando sua interseção), conforme Figura 4.3.

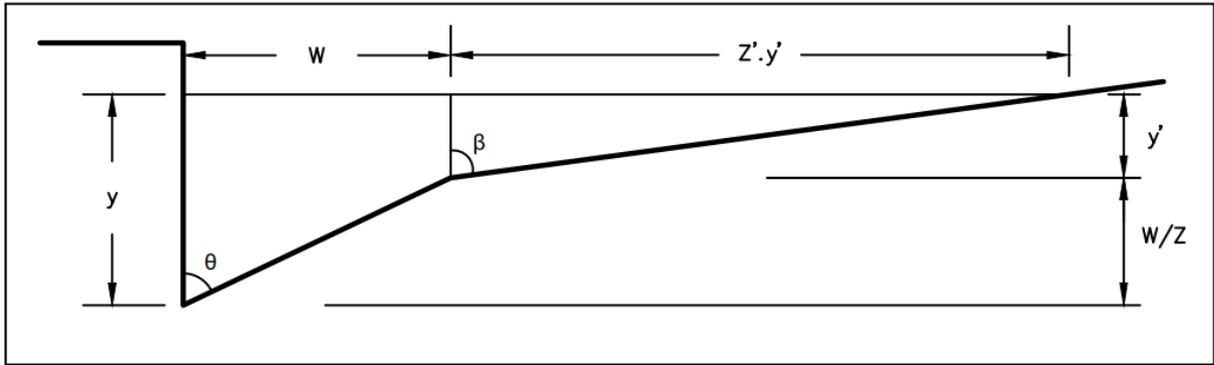


Figura 4.2 – Características hidráulicas da sarjeta

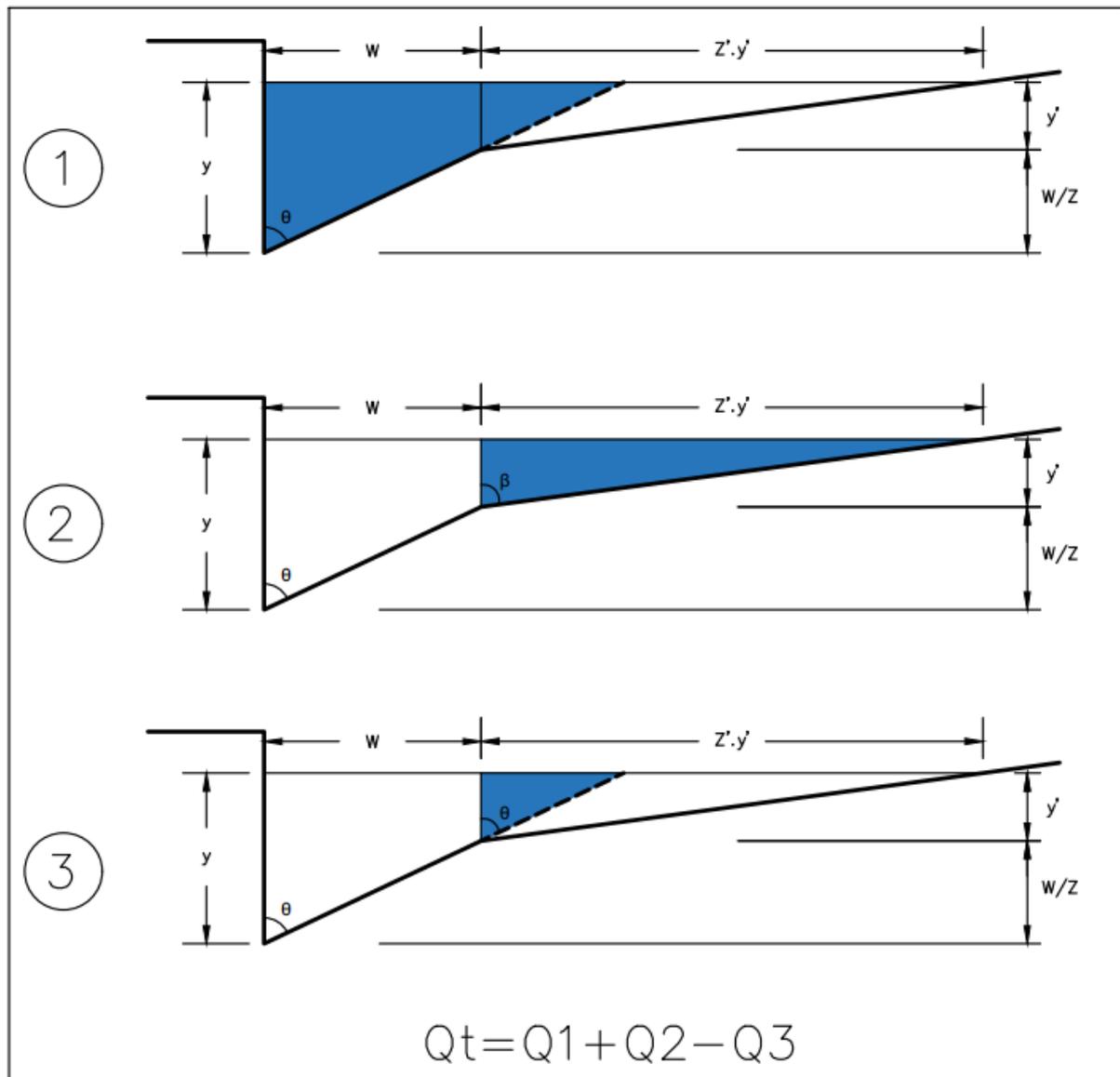


Figura 4.3 – Cálculo da vazão na sarjeta

A verificação da capacidade de escoamento da sarjeta foi realizada calculando a área máxima de escoamento que a sarjeta suporta, considerando-se uma faixa de alagamento máxima de 1,67 metros.



4.2. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DAS GALERIAS

O dimensionamento hidráulico é realizado junto à verificação das vias considerando simultaneamente os tópicos a seguir. A tabela de dimensionamento consta no Anexo I.

4.2.1. Posicionamento

As galerias deverão ser posicionadas no eixo das vias públicas, devendo ser previstas sempre que houver pelo menos uma das seguintes situações:

- Vazão contribuinte maior do que a capacidade de escoamento das vias;
- Velocidade de escoamento nas vias maior que 5,00 m/s;
- Existência de pontos baixos, onde deverão ser implantadas bocas de lobo.

Após a locação do primeiro poço de visita com as respectivas bocas de lobo, são distribuídos outros poços de visitas conforme a necessidade de novos pontos de coleta do escoamento superficial, curvas em planta ou alterações de declividade ou diâmetro de tubulação. Cada captador tem um limite de capacidade de esgotamento de acordo com o tipo de boca de lobo utilizada.

4.2.2. Diâmetro Mínimo

Foi adotado como parâmetro de projeto o diâmetro mínimo de 0,80 m para galeria, exceto onde o recobrimento mínimo não foi atendido, utilizou-se 0,6m (PV-12 ao PV-22). Para ligações de ramais entre bocas de lobo e poços de visita adotou-se o diâmetro mínimo de 0,50m.

4.2.3. Cálculo da Vazão na Galeria

Na mesma etapa do projeto, para o dimensionamento, verifica-se a vazão para cada trecho entre PVs, através do somatório de vazões dos captadores (Exemplo: bocas de lobo contribuintes) e dos ramais de galeria à montante.

4.2.4. Velocidade de Escoamento

A velocidade do escoamento é um parâmetro fundamental na definição da galeria a ser projetada ou verificada hidráulicamente. Se, em função da declividade do conduto e de suas dimensões o fluxo na galeria apresentar velocidades baixas, poderá ocorrer assoreamento ao longo de sua extensão. Porém, se a declividade for acentuada e a velocidade ultrapassar o limite máximo recomendado é necessário à adequação da declividade ou o redimensionamento do conduto, de forma a evitar a ocorrência de fenômenos erosivos no interior da galeria, mantendo o tempo de vida útil de seus dispositivos.

Assim, os limites de velocidade d'água no interior das galerias serão os seguintes:

- $V_{\text{mín.}} = 0,75$ (m/s);
- $V_{\text{máx.}} = 7,00$ (m/s) (ou velocidade de seção plena).

A velocidade pode ser calculada através da Equação 4.2.

$$v = \frac{R_h^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{I}}{n}$$

Equação 4.2 – Cálculo da velocidade de escoamento



Onde:

- v – Velocidade (m/s);
- l – Declividade do conduto (m/m);
- R_h – Raio hidráulico (m);
- n – Coeficiente de rugosidade (adimensional).

O raio hidráulico (R_h) é obtido por meio da Equação 4.3:

$$R_h = \frac{A_m}{P_m}$$

Equação 4.3 – Cálculo do raio hidráulico

Em que:

- A_m – Área da seção molhada (m²);
- P_m – Perímetro molhado (m).

O coeficiente de rugosidade é adotado conforme o material empregado no dispositivo, como determinado na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Coeficiente de rugosidade para diferentes materiais

Material	Coeficiente (n)
Tubos em PEAD	0,010
Galerias ou bueiros em concreto	0,014
Canais trapezoidais ou retangulares:	
Em concreto	0,013
Alvenaria de Pedra Argamassada	0,025
Em gabiões	0,029
Em gabiões revestidos com concreto magro	0,018
Sem revestimento	0,030
Asfalto	0,013
Em concreto irregular	0,033
Revestido com grama em placas	0,030
Revestido com enrocamento bem construído	0,030
Concreto para sarjeta	0,015

4.2.5. Capacidade Máxima da Galeria

Para a obtenção do valor máximo suportado pela via e para o dimensionamento das galerias é empregada a equação da continuidade. Assim, a vazão máxima à seção plena nos condutos é obtida pela Equação 4.4 a seguir.

$$Q = v \cdot S$$

Equação 4.4 – Determinação da vazão máxima

Em que:

- Q – Vazão (m³/s);
- v – Velocidade a seção plena.
- S – Área da seção (m²).



Portanto, como critério de dimensionamento, a capacidade máxima da galeria deve ser superior à vazão que se deseja transportar.

4.2.6. Recobrimento Mínimo da Galeria

Nos locais por onde a tubulação passa e que fazem parte do sistema viário, será considerado o recobrimento mínimo de 1,0 metro acima da geratriz superior do tubo, de forma a garantir a segurança estrutural das galerias, exceto nos casos especiais onde o recobrimento mínimo não foi atendido obtendo um valor inferior à 0,7 metros para diâmetros até 1200 mm e inferior a 1,0 metro para diâmetros de 1500mm. Nesses casos haverá um envelopamento dos tubos para garantir segurança estrutural.

4.2.7. Descarte

O descarte será realizado com a implantação de muros de alas e dissipadores de energia em áreas limítrofes a via, as quais foram consentidas através de anuência dos proprietários, conforme indica o projeto.

4.2.8. Nivelamento das Tubulações

O assentamento das tubulações deverá ser obrigatoriamente realizado com nivelamento topográfico a fim de garantir o perfeito funcionamento do sistema.

5. RECONSTRUÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO

O Projeto de Pavimentação foi desenvolvido com o objetivo de fornecer o detalhamento e o dimensionamento de uma estrutura que possa suportar economicamente as repetições de eixo padrão em condições de conforto e segurança para o usuário da via projetada.

O dimensionamento das espessuras das camadas do pavimento foi determinado em conformidade com as condições gerais indicadas pelo Manual de Pavimentação do DNIT.

5.1. MÉTODO UTILIZADO

No dimensionamento do pavimento flexível, foi utilizado o método do DNER, edição 1996, do Eng^o Murilo Lopes Souza, baseado nas características de resistência dos solos de fundação, dos materiais de constituição do pavimento e do volume e do tipo do tráfego solicitante.

Segundo tal procedimento, determina-se a espessura total necessária para o pavimento, em função do material granular, como os dados geotécnicos e das características do tráfego solicitante, este último parâmetro também é utilizado para a determinação da espessura mínima do revestimento betuminoso.

Um projeto de pavimento flexível deve atender limitações de tensões que possam provocar ruptura por cisalhamento, deformações permanentes e deformações recuperáveis ou elásticas.

5.2. PARÂMETROS DO DIMENSIONAMENTO

Na aplicação do método citado, é necessária a obtenção dos seguintes parâmetros:

5.2.1. Número “N”

O pavimento é dimensionado considerando a vida útil de projeto de 10 anos. E o número “N” utilizado para o dimensionamento do pavimento é estabelecido de acordo com a função predominante da via, conforme a Tabela 8.1 apresentado abaixo:

Tabela 5.1 – Tráfego por Classificação Funcional da Via

Função predominante	Tráfego previsto	Vida de projeto	Volume inicial (faixa mais carregada)		Equivalente/ Veículo	N	N característico
			Veículo Leve	Caminhão/ Ônibus			
Via Local	LEVE	10	100 a 400	4 a 20	1,50	2,7x10 ⁴ a 1,4x10 ⁵	10 ⁵
Via Local e Coletora	MÉDIO	10	401 a 1.500	21 a 100	1,50	1,4x10 ⁵ a 6,8x10 ⁵	5x10 ⁵
Vias Coletoras e Estruturais	MEIO PESADO	10	1.501 a 5.000	101 a 300	2,30	1,4x10 ⁶ a 3,1x10 ⁶	2x10 ⁶
	PESADO	12	5.001 a 10.000	301 a 1.000	5,90	1,0x10 ⁷ a 3,3x10 ⁷	2x10 ⁷



	MUITO PESADO	12	> 10.000	1,001 a 2.000	5,90	3,3x10 ⁷ a 6,7x10 ⁷	5x10 ⁷
Faixa Exclusiva de Ônibus	VOLUME MÉDIO	12		< 500		3x10 ⁶	10 ⁷
	VOLUME PESADO	12		> 500		5x10 ⁷	5x10 ⁷

Fonte: Prefeitura de São Paulo, 2004.

A partir da projeção futura de utilização da via após a pavimentação, foi considerado o tráfego de Vias Coletoras e Estruturais (PESADO) $N = 2 \times 10^7$.

5.2.2. Índice de Suporte do Subleito (CBR)

Para o dimensionamento do pavimento da Av. Antônio Scodeler foram utilizadas a sondagem apresentada no Anexo II.

Como há reconstrução completa de pavimento nos trechos 1 e 2, foram analisados os furos SP3, SP4, SP5, SP12 e SP6 para a verificação de CBR. Outro fator analisado é o nível de água, visto que é importante que o pavimento esteja a 1,5 m do nível de água para maior durabilidade do pavimento.

O valor da capacidade de suporte (CBR) do subleito foi estimado a partir dos resultados dos estudos geotécnicos, utilizando as correlações cruzadas com o ensaio SPT. Cabe salientar que esta correlação só é válida para $N < 7$ golpes. A correlação correspondente resulta da seguinte relação:

$$\text{CBR} = \frac{N^4}{186}$$

Onde: N= número de golpes do ensaio SPT.

Observando o ensaio SPT na camada de subleito da via projetada o número de golpes está na ordem de 2 na profundidade do subleito. Estimando-se, assim, um CBR igual a 9%.

5.3. DETERMINAÇÃO DAS ESPESSURAS DAS CAMADAS DOS PAVIMENTOS

A fixação da espessura mínima a adotar para os revestimentos betuminosos é um dos pontos ainda em aberto na engenharia rodoviária, quer se trate de proteger a camada de base dos esforços impostos pelo tráfego, quer se trate de evitar a ruptura do próprio revestimento por esforços repetidos de tração na flexão.

O método do DNIT recomenda as espessuras mínimas apresentadas na Tabela 8.2 que se segue.

Tabela 5.2 – Tipo de revestimento em função de tráfego

N	Espessura mínima de revestimento betuminoso
---	---



$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos Betuminosos com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

Fonte: DNIT, 2006.

As espessuras mínimas do revestimento são obtidas em função do número “N”. Conforme apresentado anteriormente, para o número “N” igual a 2×10^7 , como aponta a estimativa de tráfego, será utilizado uma camada de Revestimento betuminoso com 7,5 cm de espessura, que será adotado de 7 cm para melhor efeito construtivo.

A determinação das espessuras das demais camadas constituintes do pavimento se faz pelas seguintes inequações:

$$R \times KR + B \times KB \geq h20 \quad (1)$$

$$R \times KR + B \times KB + h20 \times Ks \geq Hn \quad (2)$$

$$R \times KR + B \times KB + h20 \times Ks + hn \times KREF \geq Hm \quad (3)$$

Onde:

- R = espessura do revestimento;
- B = espessura da camada de base;
- H20 = espessura sobre a sub-base;
- h20 = espessura da sub-base;
- Hn = espessura sobre o reforço do subleito;
- hn = espessura do reforço do subleito;
- Hm = espessura total do pavimento;
- KR, KB, KS, KREF = coeficientes de equivalência estrutural.

As espessuras Hm, Hn, e H20 são obtidas através do ábaco apresentado na Figura 8.1, onde a espessura é função do número “N” e do valor do CBR do subleito, da sub-base ou do reforço do subleito.

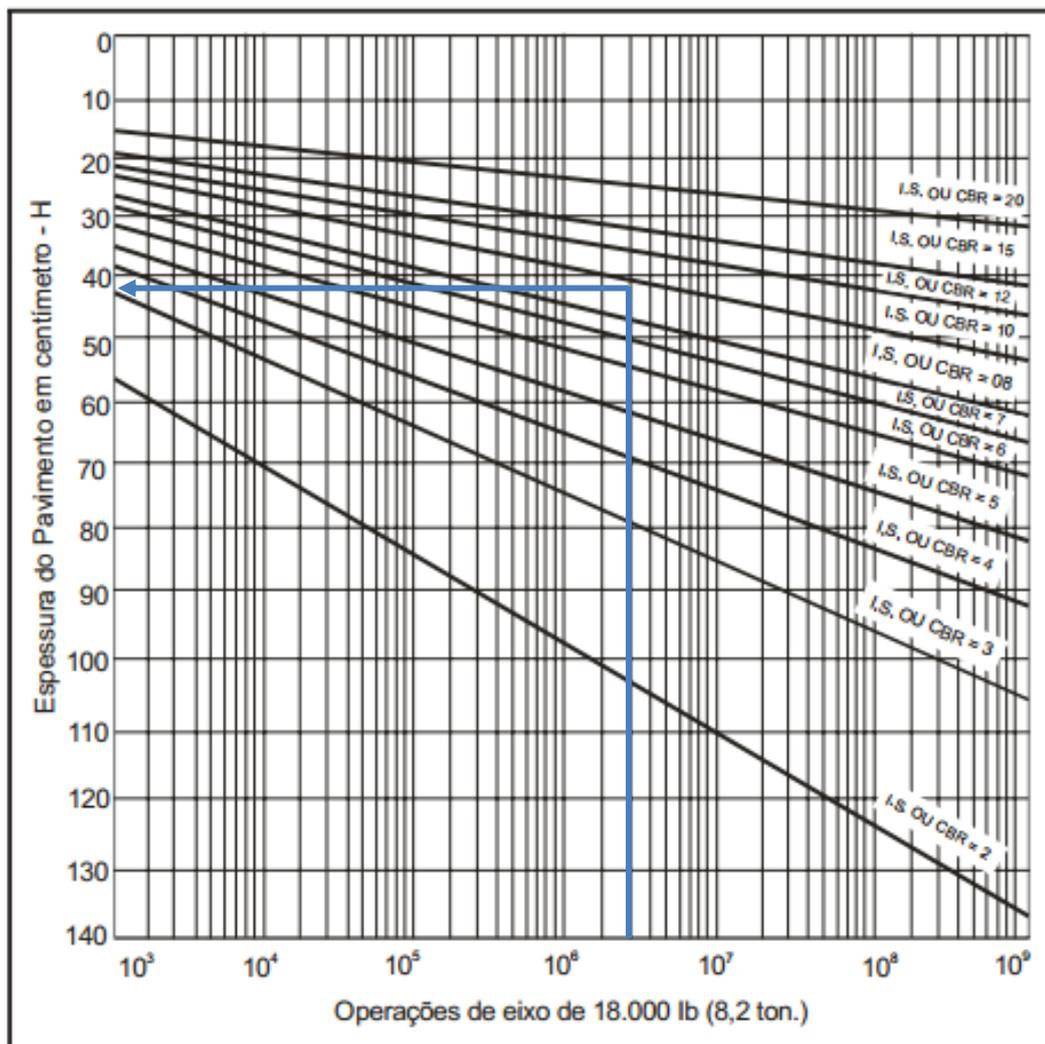


Figura 5.1 – Ábaco de determinação da espessura do pavimento

Fonte: DNIT, 2006.

O método de dimensionamento do DNIT faz algumas recomendações quanto aos coeficientes de equivalência estrutural dos materiais e quanto às espessuras mínimas de revestimento betuminoso.

Os coeficientes estruturais dos materiais utilizáveis nas camadas do pavimento são apresentados na Tabela 8.3 que se segue.

Tabela 5.3 – Coeficientes k

Componentes do Pavimento	Coeficiente k
Base ou revestimento do concreto betuminoso	2
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,7
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,4
Base ou revestimento betuminoso por penetração	1,2
Camadas granulares	1
Solo cimento com resistência a compressão a 7 dias superior a 45 kg/cm ²	1,7



Componentes do Pavimento	Coeficiente k
Idem, com resistência a compressão a 7 dias entre 45 e 28 kg/cm ²	1,4
Idem, com resistência a compressão a dias entre 28 e 21 kg/cm ²	1,2
Bases de Solo-Cal	1,2

Fonte: DNIT, 2006.

Para determinação das espessuras do pavimento das vias serão adotados os seguintes coeficientes:

- Revestimento betuminoso: $K = 2,00$;
- Base granular: $K = 1,0$;
- Sub-base granular: $K = 1,0$;
- CBR do subleito = 10,00%.

Assim, com a resolução das inequações e atentando-se para as espessuras mínimas das camadas indicadas pelas instruções de execução em vigor, têm-se as espessuras das camadas do pavimento dimensionado:

Revestimento:

3,5 cm de Concreto Betuminoso Usinado a Quente – CBUQ (capa)

3,5 cm de Concreto Betuminoso Usinado a Quente – CBUQ (binder)

Base:

15 cm de Base de Solo-Brita 15%/85%. (CBR \geq 80%, Expansão \leq 0,5%, Compactação a 100% Proctor Intermediário).

Sub-Base:

15 cm de bica corrida. (CBR \geq 40%, Expansão \leq 1,0%, Compactação a 100% Proctor Intermediário).

Reforço Subleito:

50 cm de Rachão.

Devido às características diagnosticadas, onde há maior acúmulo de água por toda a via estar em borda exutória das bacias de drenagem, foi adotada uma camada de rachão como reforço do subleito, visando induzir a percolação de água através do rachão minimizando assim a ascendência de umidade na sub-base do pavimento dimensionado. Além do fator drenagem, alguns pontos há presença de matéria orgânica, o que insere a necessidade do reforço com rachão.

Entre as estacas 125 e 150 não foi previsto o reforço com rachão tendo em vista o resultado da sondagem SP06, o nível de água e caracterização visual.



5.3.1. Especificações de Serviços

Para a execução das camadas, devem-se seguir atentamente as seguintes especificações de serviço:

- Pavimento Flexível: Mistura Asfálticas a Quente – DNER – ES 031/06;
- Imprimação Impermeabilizante – DNIT – ES 144/14;
- Pintura de Ligação Impermeabilizante – DNIT – ES 145/12;
- Base Estabilizada Granulometricamente – DNIT – ES 141/10;
- Sub-Base Bica Corrida – ET-DE-P00-010_A;
- Reforço do Subleito – DNIT – ES 138/10;
- Preparo do Subleito – DNIT – ES 299/97.

6. PROJETO DE SINALIZAÇÃO

O Projeto de Sinalização foi elaborado em consonância com os princípios da Engenharia de Tráfego e em observância às determinações do Código Trânsito Brasileiro – CTB.

Foi considerado no projeto a sinalização existente como referência, onde foram previstas as pinturas das faixas elevadas, lombadas e demais demarcações desgastadas.

As placas de sinalização foram posicionadas no projeto após o levantamento dos dados de todas as placas existentes na via, vide memorial fotográfico de sinalização no Anexo V. Devem ser mantidas e substituídas conforme o memorial.

6.1. SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

De acordo com o Manual de Sinalização do Denatran, a sinalização horizontal tem a finalidade de transmitir e orientar os usuários sobre as condições de utilização adequada da via, compreendendo as proibições, restrições e informações que lhes permitam adotar comportamento adequado, de forma a aumentar a segurança e ordenar os fluxos de tráfego.

6.1.1. Linha de Retenção (LRE)

A Linha de Retenção (LRE) tem a função de indicar o limite de parada do veículo. Tem cor branca e largura de 30 cm no projeto. É utilizada em todas as faixas de travessia de pedestres a uma distância mínima de 1,60 m do início desta. A LRE também pode ser utilizada em locais onde houver necessidade por questões de segurança.

A Figura 10.1 apresenta o posicionamento da LRE em relação às faixas de travessia de pedestres.

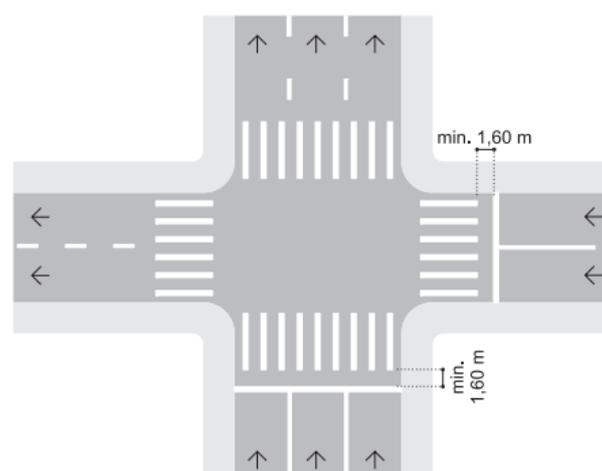


Figura 6.1 – Posicionamento de Linha de Retenção (LRE)

6.1.2. Linhas de Separação de Fluxo de Sentidos Opostos

6.1.2.1. Linha Dupla Contínua (LFO-3)

A Linha Dupla Contínua (LFO-3), apresentada na Figura 10.2, ordena fluxos de sentido oposto na situação em que são proibidas a ultrapassagem e a mudança de faixa, por comprometer a segurança viária. Sua largura de linha varia de acordo com a velocidade regulamentada na via. Para a Av. Antônio Scodeler, onde a velocidade limite é de 30km/h, a largura estabelecida será de 0,10m.

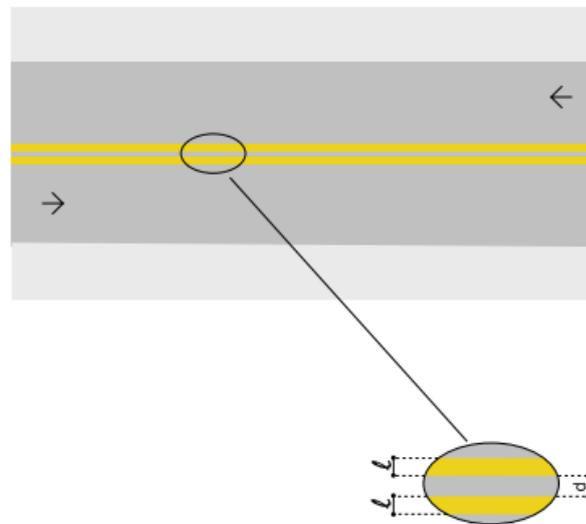


Figura 6.2 – Exemplo de Faixa LFO-3

Fonte: Denatran, 2007

6.1.3. Linhas de Separação de Fluxo de Mesmo Sentido

6.1.3.1. Linha Simples Contínua (LMS-1)

A Linha Simples Contínua (LMS-1), exposta na Figura 10.3, ordena fluxos de mesmo sentido na situação em que a ultrapassagem e a mudança de faixa são proibidas. Sua largura (l) varia de acordo com a velocidade regulamentada na via. Para a Av. Antônio Scodeler, onde a velocidade limite é de 50 km/h, a largura estabelecida será de 0,10 m.

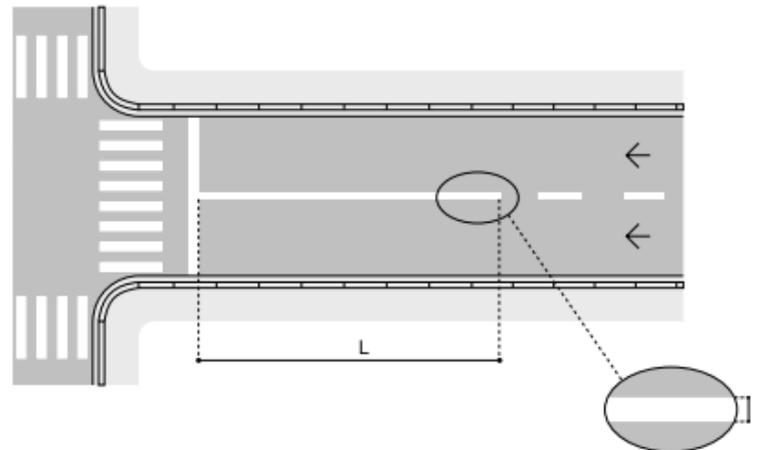


Figura 6.3 – Linha Simples Contínua (LMS-1)

Fonte: Denatran, 2007

6.1.4. Linha de Bordo (LBO)

A Linha de Bordo (LBO), exposta na Figura 10.5, delimita a parte da via destinada ao deslocamento de veículos, estabelecendo seus limites laterais. Sua largura de linha varia de acordo com a velocidade regulamentada na via. Para a Av. Antônio Scodeler, onde a velocidade limite é de 30 km/h, a largura estabelecida será de 0,10 m. Seu afastamento em relação a guia varia de acordo com a situação, quando existir barreira física, esta deverá distar no mínimo 0,30 m de seu limite, do contrário, o distanciamento usual será de 0,10 m em relação ao limite da pista após a sarjeta.

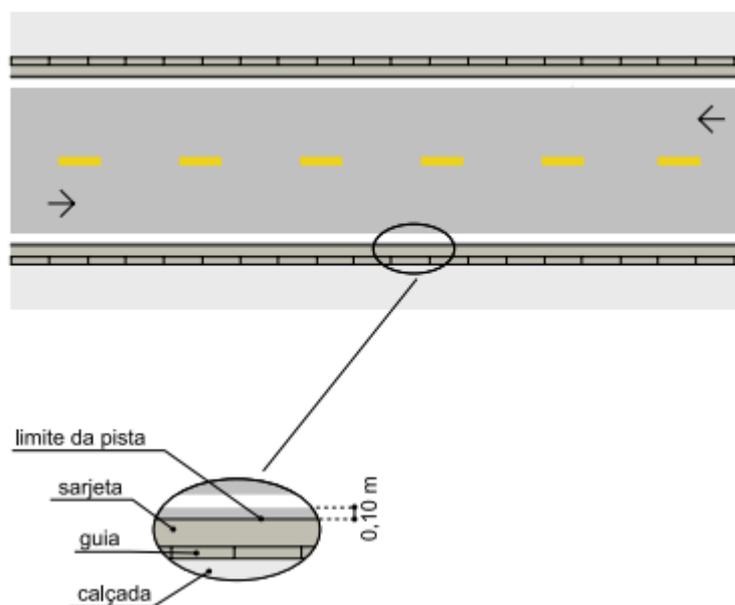


Figura 6.4 – Linha de Bordo (LBO)

Fonte: Denatran, 2007

6.1.5. Zebrado de Preenchimento da Área de Pavimento Não Utilizável (ZPA)

O ZPA é responsável pelo destaque da área interna às linhas de canalização, reforça a ideia de área não utilizável e direciona os condutores para o correto posicionamento na via. Conforme apresentado na Figura 10.6, suas linhas são inclinadas 45° em relação ao tráfego, sua largura de linha interna (A) será de 0,30 m, enquanto a distância entre linhas (B) será de 1,10 metros.

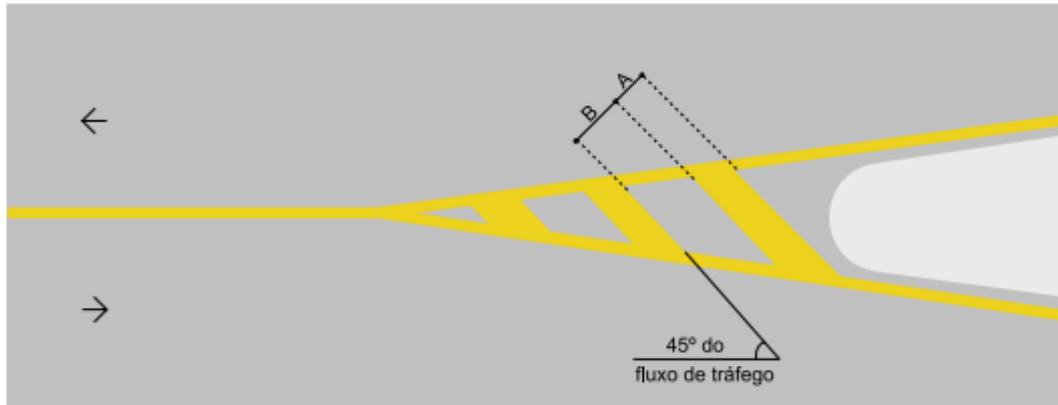


Figura 6.5 – Exemplo de ZPA

Fonte: Denatran, 2007

6.1.6. Faixa de Travessia de Pedestre (FTP)

A Faixa de travessias de Pedestres tem a função de delimitar a área de travessia segura para os pedestres e regulamenta a prioridade de passagem dos mesmos em relação aos veículos. Para o projeto de sinalização da Av. Antônio Scodeler, foi utilizada a FTP do tipo Zebrada (FTP 1), com largura de 30 cm e espaçamento entre elas de 30 cm, conforme exibido na Figura 10.7. A extensão mínima das linhas é de 3,00 m.

As FTPs estão posicionadas, no projeto, nos locais que ofereçam maior segurança para a travessia de pedestres.

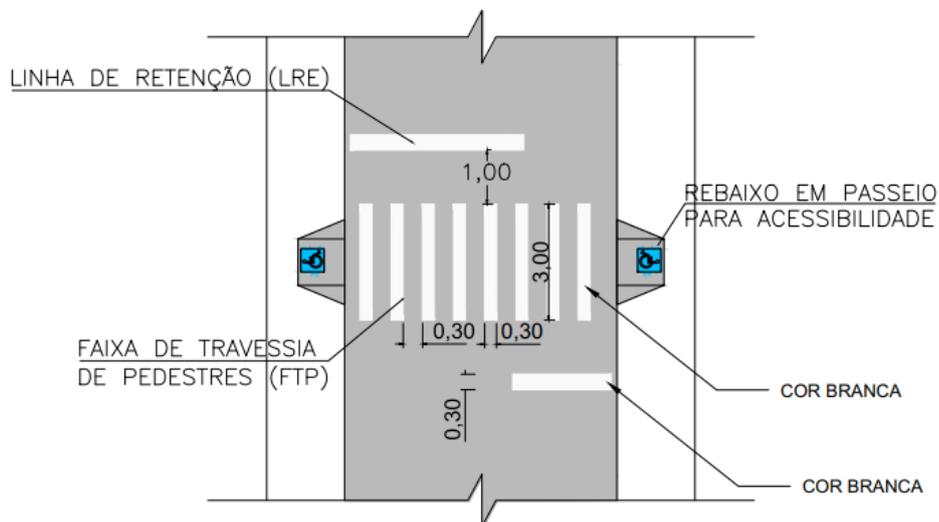


Figura 6.6 – Faixa de travessia de pedestre do projeto

Fonte: Denatran, 2007.

6.1.7. Legenda “PARE”

Colocado em todos os pontos de parada, mesmo aqueles que poderiam dispensar a sinalização pelo baixo fluxo de tráfego. Nos locais indispensáveis é acompanhada de sinalização vertical.

O sinal de pare para cruzamento rodoviários deverá apresentar texto em tamanho 2,40 m. A Figura 10.8 representa uma seção tipo com a legenda de “PARE”.

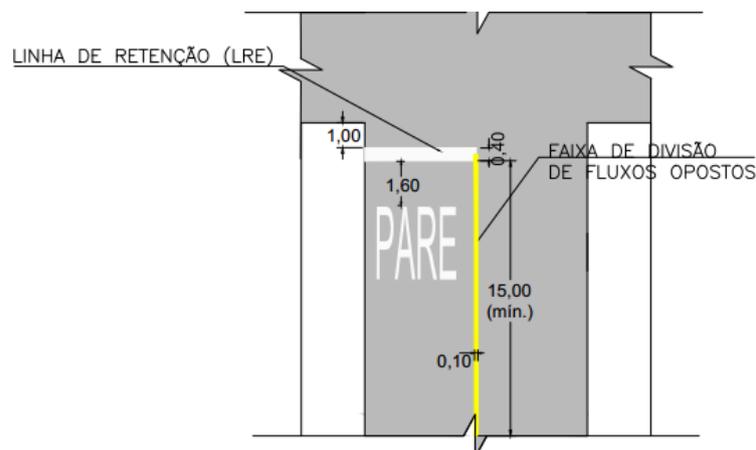


Figura 6.7 – Legenda “PARE”

Fonte: Denatran, 2007.

6.1.8. Setas indicativas de posicionamento na pista para a execução de movimentos (PEM)

As setas e demais demarcações apresentadas no presente projeto devem seguir as dimensões mínimas propostas no “Manual de Sinalização Horizontal do CONTRAN de 2007”.

6.2. SINALIZAÇÃO VERTICAL

A sinalização vertical tem a função de indicar, regulamentar e advertir sobre as movimentações de tráfego através de dispositivos verticais alocadas nas laterais das pistas.

São implantadas no lado direito da via, salvo casos em que é necessário a colocação ao lado esquerdo, no sentido do fluxo de tráfego que devem regulamentar. Devem ser inseridas na posição vertical, fazendo um ângulo de 93° a 95° em relação ao sentido do fluxo de tráfego, voltadas para o lado externo da via. Esta inclinação tem por objetivos assegurar boa visibilidade e leitura dos sinais, evitando o reflexo especular que pode ocorrer com a incidência de faróis de veículos ou de raios solares sobre a placa. O afastamento lateral das placas, medido entre a borda lateral da mesma e da pista, deve ser, no mínimo, de 30 cm em trechos retos e 40 cm em trechos curvos.

Os itens a seguir apresentam os dispositivos de sinalização vertical que estão sendo utilizados no projeto referente à Av. Antônio Scodeler.

O detalhamento com as medidas principais estão dispostos em projetos.

6.2.1. Regulamentação de Velocidade (R19)

A Placa de regulamentação de velocidade (R-19) tem como função determinar a velocidade máxima permitida na via.

6.2.2. Proibido Estacionar (R6a)

A Placa de regulamentação “Proibido Estacionar” (R-6a) tem como função a proibição de estacionamento.

Placas de Regulamentação

Forma		Cor	
 Obrigação/ restrição	 Proibição	Fundo	Branco
		Simbolo	Preta
		Tarja	Vermelha
		Orla	Vermelha
		letra	Preta
Via	Diâmetro (m)	Tarja (m)	Orla (m)
Urbana	0,40	0,040	0,040

Figura 6.8 – Placas de Regulamentação.

Fonte: Denatran, 2007.

PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO R-19
SEM ESCALA

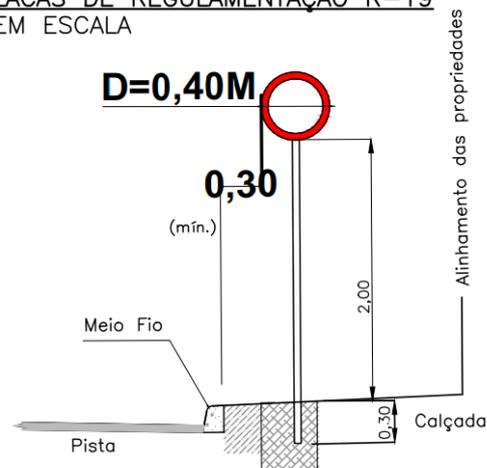


Figura 6.9 – Placas de Regulamentação.

Fonte: Denatran, 2007.

6.2.3. Saliência ou Lombada (A-18)

A Placa de advertência “Saliência ou Lombada” (A-18) tem como função informar a presença do obstáculo. Pode ser do tipo losango ou retangular.

6.2.4. Advertência de Passagem Sinalizada de Pedestre (A-32B)

O sinal adverte o condutor do veículo da existência, adiante, de local sinalizado com faixa de travessia de pedestres.

Na faixa elevada deve ser adicionada a indicação de texto para faixa elevada, auxiliando os motoristas a reduzir a velocidade.

Placas de Advertência

Sinal		Cor	
Forma	Código		
	A32b	Fundo	Amarelo
		Orla interna	Branca
		Orla externa	Preta
		Letra	Preta
Via	Lado (m)	Orla interna (m)	Orla externa (m)
Urbana	0,45	0,045	0,045

Figura 6.10 – Placas de Advertência.

Fonte: Denatran, 2007.

PLACA DE ADVERTÊNCIA A32B
SEM ESCALA

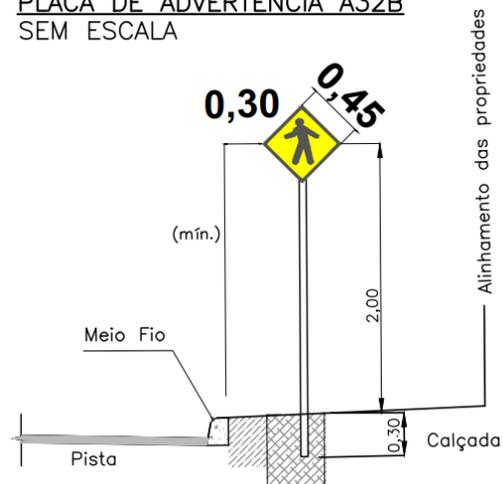


Figura 6.11 – Placas de Advertência.

Fonte: Denatran, 2007.



7. TERRAPLENAGEM

Entre as estacas 101 e 139 será realizado terraplenagem para acerto de greide, a fim de melhorar as condições de drenagem.

O cálculo de volume de terraplenagem foi executado através da modelagem tridimensional do terreno acabado, elaborada a partir dos perfis longitudinais das vias e notas de serviço do pavimento acabado.

Neste documento são apresentadas recomendações construtivas e métodos antierosivos necessários para garantir a estabilidade dos taludes projetados.

7.1. TALUDES PROJETADOS

Os taludes em corte deverão ter inclinação máxima de 45° ou razão de 1 por 1 (vertical e horizontal). Os taludes em aterro deverão ter inclinação máxima de +/- 34° ou razão de 1 por 1,5 (vertical e horizontal).

Nos taludes serão executadas obras de proteção contra erosão, com o plantio de grama pelo processo de plantio de placas.

Os cálculos dos volumes de movimentação de terra foram desenvolvidos através do método computacional com modelagem tridimensional.

7.2. RESUMO DAS QUANTIDADES

Definidas as características geométricas dos segmentos, das seções tipos e através do programa computacional *Autocad Civil 3D*, são geradas automaticamente superfícies de projeto e seções transversais com áreas de cortes e aterros calculadas, sendo assim geradas automaticamente as planilhas de Volumes para cortes e aterro, apresentadas na prancha de terraplenagem.

A seguir apresenta-se o resumo de quantidades do projeto de terraplenagem:

- Corte de material de 1ª categoria, carga, transporte, descarga e espalhamento, medido no corte..... 8.213,52 m³
- Compactação de aterro em camadas de 0,20 m de espessura, com grau de compactação maior ou igual à 100% P.N., medido no aterro compactado..... 81,77 m³
- Volume de bota-fora..... 8.131,75 m³
- Área de plantio de grama para recobrimento dos taludes..... 1.900,00 m³

Para elaboração de quantitativo, é considerado para fins de medição e acerto financeiro os empolamentos de materiais escavados e/ou desmontados, conforme valores apresentados a seguir:

- Argilas: 22 a 27%
- Areias: 11 a 16%
- Rocha: 60 a 70%



Neste projeto foi considerado o valor de 27%, por se tratar de material argiloso.

7.3. MÉTODO DE CÁLCULO UTILIZADO

Todos os elementos analíticos foram calculados através de microprocessador programável, com erro máximo tolerável de +/- 0,05 m, tendo como fundamento teórico o estudo econômico e as normativas técnicas em vigor.

7.4. ORIENTAÇÕES DE PROJETO

O projeto de terraplenagem somente poderá ser executado após o levantamento das informações obtidas através do Levantamento Planialtimétrico Cadastral, do Projeto Geométrico, que fixa os elementos geométricos básicos, e dos Estudos Geotécnicos, que fornecem especificações de materiais e executivas.

Os serviços de terraplanagem consistirão da limpeza da faixa de movimentação de terra, extração e remoção de materiais inadequados para fundação dos aterros, execução de cortes e aterros, operação de acabamento da plataforma e dos taludes dos cortes e aterros, execução de drenagem superficial e profunda, conforme recomendações do projeto.

Tendo em vista a topografia do terreno, o projeto de terraplanagem teve os seguintes condicionantes, que deverão ser seguidos durante a execução.

- Por ocasião da execução das obras de terraplenagem deverá ser observado atentamente o comportamento do terreno.
- Todas as árvores e arbustos existentes que não impeçam os trabalhos serão devidamente protegidos e conservados.
- Os transportes serão efetuados através de meios apropriados, evitando sujar ruas e estradas e, em caso de inobservância ou acidente deverá ser providenciada a imediata remoção do material e a limpeza da via de circulação.
- O número de ensaios tecnológicos sob os aterros e cortes será o necessário e suficiente para permitir um controle estatístico das características geotécnicas do material compactado. Serão realizados no mínimo os ensaios geotécnicos recomendados pela ABNT.
- Depois de lograda a inclinação definitiva dos taludes, a superfície será aplainada e retirado o material solto e compactado.
- A via projetada deverá obedecer às cotas apresentadas na planta de terraplanagem.
- Os taludes em corte deverão ter inclinação máxima de +/- 45° ou razão de 1 por 1 (vertical e horizontal),
- Os taludes em aterro deverão ter inclinação máxima de +/- 34° ou razão de 1 por 1,5 (vertical e horizontal), recomenda-se que sua execução tenha uma sobrelargura de ao menos um metro e que após sua execução seja executado corte com motoniveladora de forma que este aterro seja formado exatamente com inclinação de 34 graus.
- Em todos os taludes, serão executadas obras de proteção contra erosão, com plantio de grama, em toda extensão do talude.
- Os serviços deverão ser executados obedecendo as Normas e Especificações Gerais das normativas vigentes.



7.4.1. Serviços Topográficos

Os serviços topográficos consistirão de implantação de referência de nível, locação da área a ser aterrada, nivelamento de cortes e de plataforma.

A locação deverá ser executada conforme projeto executivo, cabendo à fiscalização realizar as verificações para o real cumprimento da geometria de projeto.

7.4.2. Desmatamento, Destocamento e Limpeza

O desmatamento compreende o corte e a remoção e toda a vegetação, qualquer que seja a sua densidade e tipo. O destocamento e limpeza compreendem as operações de remoção total dos tocos e raízes, de escavação e remoção da camada de solo orgânico, na profundidade indicada pela fiscalização, e dos matacões encontrados nessa profundidade.

Compreende-se, ainda, como operação de limpeza, a demolição de alicerces de construções existentes dentro da faixa de serviço e a remoção conveniente dos entulhos resultantes, desde que tal demolição possa ser processada através da utilização de tratores de esteiras.

O material proveniente do desmatamento, destocamento e limpeza, será removido para bota-fora ou estocado. A remoção ou estocagem dependerá de eventual utilização, a critério da fiscalização, não sendo permitida a permanência de entulhos nas adjacências do corpo da obra, nem a sua deposição nos locais de aterros. É proibido proceder à queima do material em referência.

No caso de jazidas de empréstimos, o material proveniente do desmatamento, destocamento e limpeza deverá ser estocado em local determinado pela fiscalização ou constante do projeto, podendo eventualmente ser retransportado para as áreas de onde for retirado o material de empréstimo, após seu conveniente acabamento e acerto.

Nas áreas destinadas a cortes, a camada correspondente à média de 30 (trinta) centímetros abaixo do perfil natural deverá ficar isenta de tocos e raízes.

Os locais de bota-fora dos materiais provenientes do desmatamento, destocamento e limpeza, salvo no caso de reutilização, serão indicados pela fiscalização e/ou no projeto executivo.

Nenhum movimento de terra na área destinada à implantação dos aterros poderá ser iniciado enquanto as operações de desmatamento, destocamento e limpeza nas áreas devidas não tenham sido totalmente concluídas.

7.4.3. Corte do Terreno

Os trabalhos deverão ser executados com a cautela e segurança indispensáveis à preservação da vida dos operários e de forma a não colocar em perigo propriedades vizinhas.

O excesso de material, quando não aproveitado, deverá ser enviado ao bota-fora determinado no projeto.



Nenhuma escavação poderá ser executada com profundidade tal que cause desconfinamento do terreno de fundação de prédios vizinhos seja por diferença de nível, seja por efeito de percolação de água.

O talude deverá ser imediatamente protegido após a sua execução.

Em casos de presença de veios de água ou de ser atingido a nível freático e não previsto no projeto, será requerida de imediato a presença de especialista para não vir a ser comprometida a estabilidade do maciço.

7.4.4. Aterro

Os materiais a serem utilizados no aterro devem ter características uniformes e permitir a obtenção do grau de compactação mínimo especificado para o trabalho em causa.

Em caso algum deve ser admitida a utilização de turfas, argilas orgânicas nem materiais com matéria orgânica, micáceas ou diatomácias devendo ainda ser evitado o emprego de materiais expansivos. Igualmente, não será permitida a inclusão de troncos, tocos e raízes nos aterros.

O material dos cortes locais, que venham a ser utilizados para aterro, deve passar por processo de exame e aprovação.

Deverão ser observadas as recomendações da ABNT NB-501 (projeto) que estabelece o controle tecnológico obrigatório na execução de aterros em qualquer dos seguintes casos:

- Aterros com responsabilidade de suporte de fundações, pavimento ou estrutura de contenção;
- Aterros com altura superiores a 1 metro;
- Aterros com volumes superiores a 1.000 m³.

Os aterros e/ou reaterros, independentemente de sua área e volume, serão executadas em camadas com espessura máxima de 20 cm de terra empolada.

Em qualquer das circunstâncias, o corpo de aterro deverá atingir 98% de grau de compactação em relação ao ensaio do Proctor Normal. Para confirmação da observância desta forma, a Fiscalização recolherá amostras e procederá aos testes necessários.

A camada final de terraplenagem (CFT) deve apresentar grau de compactação de 100% do Ensaio de Proctor Normal, desvio de umidade em relação a ótima de +/- 1% (sendo a umidade ótima de 23,9%), CBR \geq 11% e expansão \leq 3%.

Somente será aceita a compactação mecânica, independentemente do volume ou dimensões da área de aterro ou reaterro.

Quando os aterros e/ou reaterros forem executados junto a prédios, vizinhos, muro de arrimo, cortinas de concreto ou taludes existentes, a compactação deverá ser feita por processo que evite fortes vibrações que ocasionarão abalos ou solapamentos nos prédios vizinhos ou terrenos limítrofes.



7.4.5. Material de Aterro

Fica a critério da contratante a escolha da jazida de material de aterro ou mesmo a utilização do material proveniente do corte, desde que o material atenda as seguintes condicionantes:

- No caso de compactação de solos com mais de 20% passante na peneira nº 200 (siltes e argilas) deverão ser utilizados rolos compactadores tipo pé-de-carneiro e a espessura da camada compactada deverá ser menor que 30 cm (após a compactação). Nos locais sem acesso a rolos, deverão ser empregados “sapos” mecânicos e espessura máxima da camada de 20 cm.
- Quando o aterro for constituído por solos grossos (areias e pedregulhos) com menos de 12% passante na peneira nº 200, deverão ser utilizados rolos vibratórios e/ou placas vibratórias (nos locais sem acesso a rolos). Recomenda-se frequência de vibração entre 25 e 40 Hz. A máxima espessura de camada compactada deverá ser de 40 cm.
- Deverão ser ainda adequadamente seleccionadas e controladas as seguintes variáveis: peso mínimo do rolo compactador, comprimento da pata dos rolos pé-de-carneiro, velocidade de passagem do rolo (sempre inferior a 8 km/h) e número de passagens do rolo.



8. REFERÊNCIAS

BH TRANS. Roteiro para Elaboração de Relatório de Impacto na Circulação - RIC. Belo Horizonte: Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, 2007. 19 p

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de hidrologia básica para estruturas de drenagem. 2 ed. Rio de Janeiro, 2005. 133 p.

CEPAGRI. Disponível em <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_569.html>

DENATRAN – DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. Manual de Sinalização. Volumes I, II, III e IV. Brasília-DF, 2007.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Manual de Contagem de Tráfego. Publicação IPR-719. Ministério dos Transportes. 2006.

DYER, K.R. Estuaries - A Physical Introduction. 2 ed. Chichester, England, John Wiley & Sons. 1997.

GOOGLE EARTH – Programa Google Earth. 2017.

HIDROWEB - ANA - Sistema de Informações Hidrológicas. Disponível em <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>.

Mapa de solos do Estado de Minas Gerais: legenda expandida /Universidade Federal de Viçosa; Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais; Universidade Federal de Lavras; Fundação Estadual do Meio Ambiente. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. 49p.

PORTUGAL, L. S. GOLDNER, L. G., (2003). Estudo de Polos Geradores de Tráfego e de seus Impactos nos Sistemas Viários de Transportes. Editora Edgard Blücher.

RIBEIRO, André et al. Mapa geológico: folha Pouso Alegre. 2011.

SANTOS, L. C. C. Estimativa de vazões máximas de projeto por métodos determinísticos e probabilísticos. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2010. 173 p.



ANEXO I. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DA GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS





ANEXO II. SONDAgens





ANEXO III. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO GERAL





ANEXO IV. PLANILHA DE LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO - LVC





ANEXO V. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DE SINALIZAÇÃO EXISTENTE





ANEXO VI. LICENÇAS AMBIENTAIS DAS ÁREAS DE BOTA FÓRA

