

PROJETO TÉCNICO

1. APRESENTAÇÃO

O Relatório a seguir visa a Elaboração do Projeto Básico para pavimentação de via urbana do Município de Bandeirante/SC.

O presente projeto prevê a pavimentação em pedras irregulares de basalto em trechos parciais da Rua Gastão Benetti e da Rua Querino Scaravonatti.

O Projeto Básico foi elaborado em volume único, compreendendo os seguintes tópicos:

1. Apresentação
2. Planta de Localização
3. Estudos Básicos
4. Projetos
5. Memória Fotográfica das Áreas de Intervenção
6. Memorial Descritivo da Pavimentação
7. Orçamento e Cronograma Físico- Financeiro

2. PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

A planta de localização foi elaborada em uma prancha, denominada "Planta de Localização", conforme cópia em anexo, com a finalidade de demonstrar onde se situam as vias a serem pavimentadas.

3. ESTUDOS BÁSICOS

3.1. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

3.1.1. Considerações Gerais

Os estudos topográficos foram fornecidos pela empresa contratada pelo município, sendo desenvolvidos basicamente a partir da execução das seguintes atividades:

- Locação dos Eixos das ruas objeto de intervenção;
- Nivelamento do Eixo;
- Seções Longitudinais;
- Seções Transversais;
- Amarrações do Eixo; e.
- Levantamentos Especiais, Cadastro, Drenagem, Pavimento Existente, etc;

3.1.2. Metodologia

A metodologia utilizada para o levantamento topográfico teve como base o processo convencional de topografia. Os serviços foram executados pela equipe de topografia contratada pela prefeitura municipal, de acordo com o que será comentado a seguir:

a) **Locação do Eixo**

A locação do eixo e as medidas lineares foram efetuadas com o emprego de Estação Total. O estaqueamento foi feito de 20 em 20 metros, ou menos, onde se fez necessário, de modo que fosse possível a determinação de todos os pontos notáveis de interesse no projeto.

b) **Nivelamento**

O nivelamento geométrico foi efetuado em todos os pontos locados, utilizando-se níveis de precisão.

c) **Seções Longitudinais**

As seções longitudinais foram levantadas nos eixos das vias, locadas e materializadas de forma a se obter o detalhamento longitudinal da faixa de interesse ao projeto.

d) **Seções Transversais**

As seções transversais foram levantadas em todos os pontos da linha do eixo locado e materializadas de forma a se obter o detalhamento transversal da faixa de interesse ao projeto.

e) **Levantamentos Especiais**

Como levantamento especial foi realizado um cadastro geral das benfeitorias e imóveis ao longo de toda a extensão dos acessos, sujeito às interferências do projeto de remodelação.

3.1.3. Apresentação dos Resultados

Os resultados dos levantamentos topográficos realizados estão consubstanciados, nas Plantas do Projeto Geométrico, apresentadas neste Relatório.

3.1.4. Estudos Geotécnicos

De acordo com as características apresentadas e a prática usual consagrada no município não se fez necessária a realização de ensaios de capacidade de carga, tendo em vista que o solo da Rua Gastão Benetti e da Rua Querino Scaravonatti apresentam boas condições para a execução desse tipo de intervenção, uma vez que apresentam-se bastante compactados em função do tráfego contínuo ao longo do tempo.

4. PROJETOS

4.1. PROJETO GEOMÉTRICO

O projeto geométrico planialtimétrico foi detalhado tendo como base às condições de urbanização encontrada na via componente do sistema viário.

As vias em questão possuem as seguintes características:

- Rua Gastão Benetti, trecho compreendido entre a Rua Querino Scaravonatti e a Rua do Comércio, com área a pavimentar de 1.097,00 m²;



- Rua Querino Scaravonatti, trecho compreendido entre a Rua Gastão Benetti e a Rua Caçador, com área a pavimentar de 1.098,00 m²;

Perfazendo em conjunto uma área total a pavimentar de 2.195,00m².

O greide projetado para a via corresponde ao melhor ajuste à sua topografia de acordo com as possibilidades apresentadas.

4.2. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

4.2.1. Generalidades

No presente estudo foram utilizados os elementos colhidos a partir da análise das observações efetuadas em campo, sendo definido o revestimento em pedras irregulares de basalto como a opção a ser adotada para as vias.

4.2.2. Dimensionamento da Espessura do Pavimento pela fórmula empírica de PELTIER

Não existe, realmente, um estudo de dimensionamento dos pavimentos de pedras irregulares, e as considerações que vamos fazer baseiam-se principalmente em dados práticos colhidos da farta experiência existente com esse tipo de pavimento, associada a alguns conceitos teóricos. Essa associação é possível porque, de fato, existem pavimentos já bem antigos (até de mais de um século), executados com base em conhecimentos essencialmente práticos, e de cujo comportamento nada se pode criticar. No presente estudo adotou-se a fórmula empírica de PELTIER, para determinação da espessura total do pavimento.

As cargas aplicadas sobre um bloco de pedra são integralmente transmitidas ao subleito, através das camadas intermediárias porventura existentes, pois a descontinuidade física entre um bloco e outro, teoricamente impede a transmissão lateral, apesar do eventual rejuntamento entre as peças, motivo pelo qual ao paralelepípedo não se atribui valor estrutural, sendo, teoricamente, considerado apenas um revestimento.

As saliências e reentrâncias das faces laterais, assim como o atrito provocado pelo material de rejuntamento, não são efetivamente considerados para o cálculo no que se refere a distribuição tangencial das cargas aplicadas sobre o bloco e retransmitidas ao subleito imediatamente abaixo.

Essa distribuição de cargas através das faces laterais tem o seu aproveitamento justificado no método BRIPAR de M. Dantas (3), em que o material de rejuntamento é uma mistura de brita e areia ou pedrisco, não sendo, entretanto, considerado pela maioria absoluta dos autores.

A descontinuidade entre os blocos rígidos de pedra, de dimensões médias e pequenas, garante, todavia, um comportamento semi-flexível que admite grandes deformações.

Não existe um método para o projeto de pavimento de paralelepípedo cuja aceitação seja consensual e de ampla difusão, motivo pelo qual não se apresentará aqui nenhum método de projeto como uma alternativa definida para esse tipo de pavimento.

É justamente, na possibilidade de se adequar as soluções desse tipo de pavimento, às disponibilidades locais de materiais que reside um dos grandes méritos desta alternativa de pavimentação.



A determinação da espessura dos pavimentos construídos em pedra sempre foi uma questão essencialmente prática. A experiência em cada região, com suas características de solos e clima é que permite, depois de mais de uma centena de anos em emprego sistemático desses pavimentos, que se estabeleça relações empíricas entre o tráfego, o tipo de solo do subleito e a espessura total do pavimento.

A associação de alguns conceitos teóricos, com a observação de pavimentos, cujo comportamento em nada se pode criticar, é que emprestam um grau de aceitação bastante bom ao que prescrevem as Normas Rodoviárias nº 71 do DER/SP, que fixam como 23 cm, no mínimo, a soma das espessuras da base de areia e do revestimento de pedra.

Também é adotado o método apresentado pelos Engenheiros Colucci Filho e Santos (2), baseado em estudos desenvolvidos pelo Corpo de Engenheiros dos E.U.A., onde as espessuras são fixadas a partir de correlações entre a espessura necessária de sub-base e o CBR do sub-leito e, a espessura necessária de base e a maior carga por eixo simples, não sendo atribuído qualquer valor estrutural à camada de assentamento ou à camada de revestimento.

A experiência no Estado do Paraná revela que as Normas Rodoviárias nº 71 propõem uma alternativa mais próxima das necessidades práticas dos pavimentos em pedra, que poderão vir a ser construídos, principalmente os urbanos.

Adotando-se o valor de 23cm como fixo, e aplicando a fórmula empírica do CER utilizada pelos franceses (Peltier), que fornecem valores semelhantes aos dos gráficos comumente utilizados, e, assumindo ainda que a carga, por roda, de 6 toneladas, abrangendo portanto, praticamente todas as possibilidades de tráfego, teremos:

$$e_p = \frac{100 + 150\sqrt{p}}{I_s + 5}$$

onde e = espessura total do pavimento em centímetros
is = Índice de suporte Califórnia (CBR) do subleito, em %
P = Carga por roda, em toneladas

Substituindo pelos valores adotados, teremos:

$$23 = \frac{100 + 150\sqrt{6}}{I_s + 5}$$

$$I_s = \frac{100 + (150 \times 2,45) - 5}{23} = 15,3\%$$

Deste resultado se conclui que, se o subleito tiver um suporte menor que 15,3% a espessura total do pavimento será maior que 23cm.

Evidentemente que o aumento da espessura do pavimento não será realizado mediante o aumento da espessura do bloco ou do colchão de assentamento, pois além do custo elevado, seriam criados problemas de instabilidade, além de dificuldades na conciliação da geometria (cotas) das guias e sarjetas da via. Esta situação se resolve com a execução de uma sub-base ou

reforço do subleito, na espessura exigida pelo dimensionamento, cujo CBR será, necessariamente, superior a 15%, conforme se demonstra no exemplo a seguir:

$I_s = 6\%$ e $P = 6 \text{ ton}$

$$e_p = \frac{100 + 150 \sqrt{p}}{I_s + 5} = \frac{100 + 150 \sqrt{6}}{6 + 5} = \frac{467}{11}$$

$$e_p = 42,45 \text{ cm}$$

A espessura da sub-base a ser utilizada neste caso é de 19,45cm (42,45-23,0) e o CBR mínimo desse material é o obtido anteriormente, isto é, 15%.

Para efeitos práticos, convém lembrar que, em vias de tráfego leve e pouco intenso, como é o caso do tráfego urbano, na maioria das ruas, não se cumpre a condição $P = 6 \text{ ton}$, não havendo necessidade de se cogitar em dimensionamento para esse tipo de tráfego, bastando o calçamento direto das peças sobre o colchão de assentamento. No entanto, cabe assinalar que subleitos constituídos por solos argilosos de baixo suporte e alta expansão devem ser dotados de um reforço, representados por solos de características geotécnicas conhecidas, dependendo do tráfego. Acrescente-se a isso, que para os casos mais frequentes de ruas de cidades, onde já existem construções e, portanto, limitações quanto às cotas das guias e do pavimento, a necessidade de reforço no subleito ou da sub-base implica necessariamente em rebaixo do subleito. Quando ocorre o inverso, isto é, a geometria recomenda a adição de material (aterro), para atingir o greide final da rua, este material deverá ser selecionado e não deverá apresentar suporte (CBR) inferior a 1%, nos 0,40m finais da camada.

Como fechamento do que foi até aqui apresentado podemos tecer os seguintes comentários conclusivos:

- Quando o subleito se constituir de material cujo índice de suporte seja superior a 15%, o pavimento em pedra (colchão de assentamento + revestimento) pode ser executado diretamente sobre o subleito regularizado (escarificado e compactado), sendo desnecessária a adição de qualquer camada a título de reforço ou sub-base;
- Caso a base de pó de pedra tenha uma espessura de valor alto (acima de 6cm), se utilizará uma sub-base de material com $\text{CBR} > 15\%$, para se evitar instabilidade na fundação do pavimento. Como o terreno natural apresenta um CBR da ordem de 20%, optou-se por utilizar um colchão de pó de pedra de 10cm, como o revestimento e o colchão de assentamento possuem espessuras e suportes adequados.

4.3. Memória de Cálculo de Quantitativos

Os memórias de cálculo com todos os quantitativos foram elaborados individualmente para as ruas em questão e encontram-se em anexo.

5. MEMÓRIA FOTOGRÁFICA DAS ÁREAS DE INTERVENÇÃO

A seguir apresentamos relatório fotográfico identificando todos os trechos de vias a pavimentar, conforme segue:





Foto 01 – Rua Gastão Benetti, vista da Querino Scaravonatti em direção à Rua do Comércio.



Foto 02 – Rua Gastão Benetti, vista da Rua do Comércio em direção à Rua Querino Scaravonatti.



Foto 03 – Rua Querino Scaravonatti, vista da Rua Gastão Benetti em direção à Rua Caçador.



Foto 04 – Rua Querino Scaravonatti, vista da Rua Caçador em direção à Rua Gastão Benetti.



Foto 05 – Curso d'água sem denominação, afluente da Sanga Caçador, travessia na Rua Querino Scaravonatti, vista da foz em direção a nascente.



Foto 06 – Curso d'água sem denominação, afluente da Sanga Caçador, travessia na Rua Querino Scaravonatti, vista da nascente em direção a foz.

6. MEMORIAL DESCRITIVO DE PAVIMENTAÇÃO

6.1. INTRODUÇÃO

O presente memorial descritivo tem por finalidade especificar a execução dos serviços e o emprego dos materiais que farão parte das obras de pavimentação com pedras irregulares sobre base de pó de pedra na Rua Gastão Benetti, trecho compreendido entre a Rua Querino Scaravonatti e a Rua do Comércio, com área a pavimentar de 1.097,00 m² (Mil e noventa e sete metros quadrados), e na Rua Querino Scaravonatti, trecho compreendido entre a Rua Gastão Benetti e a Rua Caçador, com área a pavimentar de 1.098,00 m² (Mil e noventa e oito metros quadrados). Perfazendo em conjunto uma área a pavimentar total de 2.195,00 m² (Dois mil, cento e noventa e cinco metros quadrados).

Será fornecido ao empreiteiro um jogo completo e aprovado dos projetos e especificações técnicas dos serviços a serem executados na obra, sendo que o mesmo está obrigado a executar os serviços de perfeito acordo com os projetos e detalhes.

Poderá a fiscalização paralisar ou mandar refazer alguma das etapas da obra, quando as mesmas não se apresentarem de acordo com as especificações, detalhes ou normas técnicas.

Todo o material empregado na obra deverá receber aprovação da fiscalização antes de ser utilizado e deverá estar de acordo com as especificações dos projetos, deste memorial e das normas técnicas aplicáveis. Caso algum material não esteja especificado, fica implícito que o mesmo deve seguir aos padrões de qualidade exigidos pelas normas da ABNT aplicáveis a cada caso. É de responsabilidade do empreiteiro da obra solicitar ao setor de engenharia da Prefeitura Municipal de Bandeirante a vistoria dos materiais antes de sua utilização na obra. Caso esse pedido não seja feito, a fiscalização poderá solicitar a demolição de parte ou toda etapa que tenha sido executada com materiais não conformes.

O valor total do orçamento engloba **todos** os materiais e serviços necessários e suficientes para a perfeita execução da obra. Portanto, caso algum serviço ou material necessário para execução da obra não esteja especificado no orçamento fica implícito que o mesmo está orçado no valor global da obra acima descrito, não sendo permitido, em hipótese alguma, que a empresa vencedora da licitação requeira aditivo por não concordar com os quantitativos mencionados nas planilhas orçamentárias.

6.2. TERRAPLANAGEM E LIMPEZA DA RUA

A terraplanagem será executada pela Prefeitura Municipal de Bandeirante com motoniveladora e rolo compactador, obedecendo aos níveis do projeto. Quando houver aterro, o mesmo deverá ser executado em camadas sucessivas de 20,00 centímetros, devidamente compactadas com rolo para evitar futuros recalques do solo.

A Prefeitura Municipal de Bandeirante realizará os serviços de limpeza e nivelamento da rua. A limpeza consiste na remoção de toda e qualquer matéria orgânica, com cuidado de permitir o fácil escoamento das águas pluviais. Toda e qualquer camada vegetal nas áreas que receberão aterro deverão também ser retiradas.

Cabe ao empreiteiro vencedor da licitação locar no terreno a posição da caixa de rua e meios-fios, conforme projeto em anexo.



O movimento de terra previsto será executado pela Prefeitura Municipal de Bandeirante e deverá ser executado com rigorosa atenção, observando as cotas e perfis constantes no projeto, deixando-se a rua com abaulamento de 2,0%.

6.3. DRENAGEM PLUVIAL

Antes da execução dos serviços de pavimentação com pedras irregulares deverão ser executados os serviços de drenagem pluvial que devem estar de acordo com o projeto anexo.

A drenagem pluvial compreende os serviços de escavação mecânica das valas, assentamento dos tubos, reaterro das valas e construção das bocas de lobo.

Os serviços de escavação de valas, reaterro e compactação de valas serão executados pela Prefeitura Municipal de Bandeirante. É de responsabilidade do empreiteiro a execução dos demais serviços de drenagem pluvial (fornecimento e assentamento de tubos, construção das bocas-de-lobo, etc).

As valas deverão obedecer, rigorosamente os projetos, no que se refere ao diâmetro dos tubos e níveis de assentamento. Após a abertura das valas deverão ser lançados os tubos cuja declividade deverá ser igual a da rua ou, no mínimo 2,0%, sendo os mesmos aterrados com material cuja capacidade de suporte seja adequada ao fim a que se destina e apiloados em camadas sucessivas de 20,00 centímetros.

As caixas coletoras com boca-de-lobo deverão ser executadas com tijolos maciços, de 21 furos ou blocos de concreto, formando parede com espessura de 10,0 centímetros. Deverão ser rebocadas internamente tendo no fundo uma camada de 5,0 centímetros de brita e uma camada de 10,0 centímetros em concreto. Deverão ainda ter uma verga construída na parte superior.

O sentido normal das escavações será sempre de jusante para montante. Quando a coesão do solo for muito baixa, deverá ser executado o escoramento da vala de maneira a evitar possível desmoronamento.

A reposição da terra na vala será executada da seguinte forma: deverá ser colocado material de granulometria fina de cada lado dos tubos, o qual irá sendo cuidadosamente apiloado. Até a altura de 60,0 centímetros acima da tubulação é recomendado que a compactação seja feita nas laterais para evitar danos aos tubos.

Para a perfeita compactação, o solo deverá estar na umidade ótima e jamais ser executada em camadas superiores a 20,0 centímetros.

6.4. PAVIMENTAÇÕES

A base será feita com uma camada de pó de pedra com 10,0 cm de espessura, de forma nivelada e de modo a criar as condições necessárias para o assentamento das pedras. A pavimentação deverá ser executada com pedras irregulares sem arestas vivas e colocadas de forma a evitar que se desprendam da base futuramente, evitando ondulações e irregularidade na pista de rolamento. Após a colocação, as pedras serão compactadas com utilização do rolo compactador, devendo para isso a base estar com grau de umidade ótima.

Tanto a base para o assentamento das pedras como o rejuntamento entre as pedras serão executados em pó de pedra. Antes de executar o rejuntamento das pedras deverá ser efetuada a limpeza dos estilhaços de pedra e ou outros materiais que porventura possam estar sobre o pavimento.

6.5. MEIO-FIO

O meio-fio será em concreto simples, com resistência mínima de 15MPa, devendo ser obrigatoriamente pré-moldado. Poderá a fiscalização da Prefeitura Municipal de Bandeirante exigir ensaio de laboratório para verificar a resistência do concreto usado na confecção dos meio-fios. As dimensões do meio-fio serão de 10,0 centímetros de largura por 30,0 centímetros de altura e deverão ter o canto superior voltado para a rua arredondado com raio de 3,0 cm, conforme detalhe em projeto. Deverão ser colocados de modo a formar um espelho de 15,0 centímetros em relação ao nível do pavimento e estar perfeitamente alinhados.

As peças deverão ser rejuntadas entre si com argamassa de cimento, cal e areia média no traço 1:2:6 (cimento:cal:areia média).

Nas entradas e saídas de veículos o espelho deverá ter altura máxima de 5,0 centímetros e serão executadas com meio-fio com dimensões de 10,0 centímetros de largura por 20,0 centímetros de altura e deverão ter o canto superior voltado para a rua arredondado com raio de 3,0 cm.

6.6. GRELHAS

As grelhas das bocas-de-lobo deverão ser em ferro fundido com barras chatas 3/16" fixadas na vertical, respeitando-se um espaçamento livre entre elas de 2,5 centímetros. Não será permitido espaçamento menor, para não prejudicar a eficiência hidráulica do sistema de drenagem, nem espaçamento maior para evitar acidentes com pedestres.

6.7. SINALIZAÇÃO VIÁRIA

6.7.1 Sinalização Horizontal

Por se tratar de pavimentação com pedras irregulares, a sinalização horizontal não é pertinente, ficando dispensada.

6.7.2 Sinalização Vertical

A sinalização vertical será efetivada através da disposição de placas verticais, com posicionamento e dimensões definidas, transmitindo mensagens, símbolos e/ou legendas normalizadas. Seu objetivo é a regulamentação das limitações, proibições e restrições que governam o uso das ruas urbanas.

As placas serão projetadas e posicionadas em locais tais que permitam sua imediata visualização e compreensão, observando-se cuidadosamente os requisitos de cores, dimensões e posição.

A sinalização vertical é composta pelos seguintes elementos:

Base de fixação e coluna vertical

- a. Escavação e preparação da área para execução da base em concreto e recebimento do suporte de sustentação (coluna vertical) das placas.
- b. O suporte de sustentação deverá ser chumbado simultaneamente à execução da base de fixação em concreto.

- c. A base para fixação das placas deverá ser executada em concreto magro com resistência mínima de 20MPa e consiste em um bloco de dimensões 30,0x30,0x30 cm (largura x comprimento x altura). Poderá a fiscalização da Prefeitura Municipal de Bandeirante exigir ensaio de corpo de prova para dirimir quaisquer dúvidas sobre a resistência do concreto. Caso isso venha a ser solicitado, fica a cargo do empreiteiro as despesas de elaboração dos relatórios de resistência de corpos de prova.

Suporte de sustentação

- a. O suporte de sustentação consiste em um tubo de aço galvanizado a fogo (interna e externamente) com diâmetro de 2" onde, na sua parte inferior (parte que será chumbada no bloco da base), deverão ser soldadas aletas cuja função é evitar o movimento de rotação da placa.
- b. O tubo de aço galvanizado deverá atender as especificações dos tubos de condução pretos e galvanizados descritos nas normas NBR 5580, ABNT EB 182, DIN - 2440/2441 e ASTM A-36. Poderá a fiscalização da Prefeitura Municipal de Bandeirante exigir laudo de comprovação de qualidade do material usado na confecção dos tubos, inclusive solicitando ensaio de laboratório, cujas despesas correrão por conta da empresa executora da obra.
- c. O suporte de sustentação deverá manter-se rígido e em posição permanente e apropriada evitando que as placas girem.

Placas

- a. As placas (totalmente refletiva) serão fixadas ao suporte de sustentação com parafusos de 5/16" galvanizados, tipo francês, com porcas e arruelas.
- b. As chapas utilizadas para confecção das placas devem ser em aço galvanizado na espessura mínima de 1,25 mm. A superfície posterior deverá ser preparada com tinta preta fosca. A superfície que irá receber a mensagem deverá ser preparada com primer. Poderá a fiscalização da Prefeitura Municipal de Bandeirante exigir laudo de comprovação de qualidade do material usado na confecção das chapas, inclusive solicitando ensaio de laboratório, cujas despesas correrão por conta da empresa executora da obra.
- c. As películas refletivas devem ser no grau técnico alta-intensidade, permitir corte em ploter e apresentar a mesma visibilidade tanto diurna quanto noturna dos faróis dos veículos à noite.
- d. As cores das películas deverão estar de acordo com os valores descritos na tabela de coordenadas de cromaticidade especificada pela ABNT, conforme norma ASTM D 4956.
- e. A película deverá manter-se inalterada mantendo suas características originais quanto à tonalidade, aderência e retrorefletância, por um período mínimo de sete anos em exposição normal, vertical e estacionária.



6.8. LIMPEZA GERAL

A obra deverá ser entregue limpa e com a pista de rolamento em perfeitas condições de tráfego.

7. ORÇAMENTO E CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

Os orçamentos seguem os referenciais de preço das tabelas SINAPI e SICRO, como estes referenciais apenas consideram o custo da obra incidem sobre eles os Índices de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI), para remunerar os serviços em relação as taxas de impostos e o Lucro do empreendimento.

Os orçamentos e cronogramas encontram-se em planilhas específicas do programa em anexo.

Bandeirante/SC, 10 de abril de 2018.


Juliana Menegatti
Engª Civil – CREA/SC nº 059.807-B


Celso Biegelmeier
Prefeito Municipal