PROJETO DE INFRAESTRUTURA
RUA ÓLEOS DA BOA VISTA

Projeto de Pavimentação

1.0 INTRODUÇÃO

Este memorial tem a finalidade de descrever os elementos e processos de execução da infraestrutura viária da Rua Óleos da Boa Vista, em Serrania/MG. Tem como finalidade especificar os requisitos necessários para execução da estrutura viária projetada.

Antes do inicio das atividades para execução da obra deverá ser colocado em local visível a Placa de Obra, com 3,0m de largura por 1,50m de altura, em chapa galvanizada e suporte em eucalipto autoclavado, contendo todas as informações a serem passadas pela Contratante.

2.0 PROJETO 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, de pois 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. O projeto aqui apresentado fora elaborado de acordo com as recomendações do Manual de Pavimentação do DNIT (2006), da Instrução de Serviço IS-211 (Projeto de Pavimentos Flexíveis) contida no Manual de Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários do DNIT (2006).

2.1 DIMENSIONAMENTO

O pavimento é dimensionado em função da estimativa de tráfego, utilizado nos métodos de dimensionamento empregados (Número "N" de repetições do eixo simples padrão de rodas duplas de 8,2 t).

O número "N" equivalente de operações do eixo padrão de 8,2 t é um parâmetro que representa as solicitações das cargas sobre o pavimento durante um determinado período de projeto. Para o dimensionamento do pavimento considerou-se uma utilização de 10 anos.

O valor utilizado de N traz um tráfego característico de ruas que não prevê o tráfego fluentes de ônibus, mas podendo existir, ocasionalmente a passagem de caminhões ou ônibus em número não superior a 20 por dia na faixa de tráfego mais solicitada, caracterizado por um número "N" típico de 105 solicitações do eixo simples padrão (80 KN) para o período de projeto conforme mencionado acima de 10 anos.

De acordo com o "Método de Dimensionamento MT-01.15", a espessura de cada camada do pavimento, é calculada em função do tráfego e do ISC do subleito, considerando: A espessura total do pavimento (Hx), por meio do ábaco abaixo em função do N e de ISC ou CBR da camada ser protegida por ele. Para o dimensionamento das camadas, utilizaremos o método do DNER, conforme manual do DNIT.

Os materiais empregados nas camadas devem atender os requisitos mínimos exigidos na Norma, como:

Os materiais do subleito devem apresentar uma expansão, medida no ensaio CBR menor ou igual a 2% e um CBR≥2%.

O CBR para subleitos deverá ser maior ou igual a 2 %, sendo que no caso de valores inferiores a esses, deverá ser administrado reforço do subleito com matéria com ISC maior que 2%.

Sendo assim fica adotado uma camada de 3,5cm de CBUQ, sendo a base de 20cm.

2.2 ESPECIFICAÇÕES BÁSICAS DE MATERIAIS E SERVIÇOS E OCORRÊNCIA DE MATERIAIS INSTALAÇÕES

Sintetizam-se a seguir as especificações básicas de materiais e serviços a serem empregadas na execução dos pavimentos, bem como a localização das ocorrências de materiais/instalações indicadas.

2.2.1 REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO

2.2.1.1 Objetivo

Regularizar o leito estradal, transversal e longitudinalmente, obedecendo às larguras e cotas constantes das notas de serviço de regularização de terraplenagem do projeto, compreendendo cortes ou aterros até 20 cm de espessura.

2.2.1.2 Definição

A regularização resume-se a corrigir algumas falhas da superfície terraplenada, pois, no final da terraplenagem, a superfície já deve apresentar bom acabamento. As operações devem compreender até 20 cm de espessura, onde o que exceder esta altura será considerado como terraplenagem.

2.2.1.3 Equipamentos Necessários

Para a execução da regularização, poderão ser utilizados os seguintes equipamentos:

- Motoniveladora pesada, com escarificador;
- Carro-tanque distribuidor de água;
- Rolos compactadores dos tipos pé-de-carneiro, liso vibratório e pneumático;
- Grade de discos, arados de discos e tratores de pneus;
- Pulvi-misturador
- Placas vibratórias, sapos mecânicos ou rolos compactadores de pequeno porte para a compactação;
- Ferramentas manuais para a regularização, aeração e/ou umedecimento do material.

2.2.1.4 Materiais

Os materiais empregados na regularização do subleito serão os do próprio subleito. No caso de substituição ou adição de material, este deverá ser proveniente de ocorrências indicadas no projeto ou em laboratório (ensaios) no caso de restauração de pavimento existente, devendo satisfazer as seguintes exigências:

- Ter um diâmetro máximo de partícula igual ou inferior a 76 mm;
- Ter um índice de suporte Califórnia, determinado com a energia de compactação do método DNIT 172/2016-ME igual ou superior ao do material empregado no dimensionamento do pavimento, como representativo do trecho em causa;
- Ter expansão inferior a 2 %;
- Eventual adição e homogeneização de cimento ou cal, em um percentual máximo de 3%, para se elevar o Índice de Suporte Califórnia. O ISC para subleitos em pavimentos urbanos deverá ser maior ou igual a 4 %, sendo que no caso de valores inferiores a esses, deverá ser administrado reforço do subleito com matéria com ISC maior que 4% ou adição de cal ou cimento conforme especificado.

2.2.1.5 Execução

A regularização do subleito deverá ser executada de acordo com os perfis transversais e longitudinais indicados no projeto e a compactação será realizada com o equipamento apropriado. Toda a vegetação e material orgânico, porventura existentes no leito da via, serão removidos previamente. Após a execução de cortes ou

aterros, operações necessárias para atingir o greide de projeto (serviço este que ficara a cargo da CONTRATANTE), será realizado uma escarificação geral na profundidade de 20 cm, seguida de pulverização, umedecimento ou aeração, compactação e acabamento.

A regularização deve ser executada prévia e isoladamente da construção de outra camada do pavimento. (DNIT 137/2010-ES). Não será permitida a execução dos serviços em dias de chuva. (DNIT 137/2010-ES). É responsabilidade da CONTRATADA a proteção dos serviços e materiais contra a ação destrutiva das águas pluviais, do tráfego e de outros agentes que possam danificá-los. (DNIT 137/2010-ES). No caso de cortes em rocha ou de material inservível para subleito, deverá ser executado o rebaixamento na profundidade estabelecida em projeto e substituição desse material. O grau de compactação deverá ser, no mínimo, 100% em relação à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio DNIT 164/2013-ME e o teor de umidade deverá ser a umidade ótima do ensaio citado ±2 %. Quando se tratar de serviços de recomposição de valas de drenagem ou de execução de remendos em pavimentos já existentes, será admitido o uso de equipamentos de menor porte para a compactação do subleito, desde que a área da vala ou do remendo a ser trabalhado não permita o uso dos equipamentos usuais, a critério da FISCALIZAÇÃO. As camadas devem apresentar uma espessura máxima de 10 cm e as valas dever ser reaterradas em comprimentos, por segmento, de no máximo 10 m. Deverá também apresentar o grau de compactação, no mínimo, 100 % em relação à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio DNIT 164/2013-ME e o teor de umidade deverá ser a ótima do ensaio citado ±2 %. Esta especificação aplica-se também a situações em que não há possibilidade do emprego de equipamentos convencionais, em razão dos locais de acentuada declividade, espaços exíguos para operação dos mesmos e ainda pequenas áreas a serem trabalhadas, como os entornos de poços de visita, caixas de boca-de-lobo e outros eventuais obstáculos à operação de equipamento pesado.

2.2.1.6 Critérios de Medição e Aceitação

Os serviços considerados conformes devem ser medidos de acordo com as seguintes disposições gerais:

a) a regularização do subleito deve ser medida em metros quadrados, considerando a área efetivamente executada. Não devem ser motivos de medição em separado: mão-de-obra,

materiais, transporte, equipamentos e encargos, devendo os mesmos ser incluídos na composição do preço unitário;

b) no cálculo da área de regularização devem ser consideradas as larguras médias da plataforma obtidas no controle geométrico;

c) não devem ser considerados quantitativos de serviço superiores aos indicados no projeto;

2.2.2 BASE

2.2.2.1 Objetivo

Camada de pavimentação destinada a resistir aos esforços verticais oriundos dos veículos, distribuindo os adequadamente à camada subjacente, executada sobre subleito ou reforço do subleito devidamente regularizado e compactado.

2.2.2.2 Definição

Base é a camada destinada a resistir aos esforços verticais oriundos do tráfego e distribuí-los, e consiste na utilização de materiais ou misturas, que ofereçam, após umedecimento e compactação, boas condições de estabilidade.

2.2.2.3 Equipamentos Necessários

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para execução da base:

• Motoniveladora pesada, com escarificador;

• Carro tanque distribuidor de água;

• Rolos compactadores tipos pé-de-carneiro, liso vibratório e pneumático;

• Grade de discos;

• Pulvi-misturador. Sendo inviável o uso de equipamento convencional, poderão ser utilizados os seguintes: placas vibratórias, sapos mecânicos ou rolos compactadores de pequeno porte para a compactação;

• Pá carregadeira;

• Arado de disco;

• Central de mistura

• Rolo vibratório portátil ou sapo mecânico;

2.2.2.4 MATERIAIS

Entende-se por brita de bica corrida, o produto total oriundo do britador primário ou secundário, o qual não é objeto de peneiramento e classificação, sendo transportado diretamente para estocagem ou aplicação em pista. São normalmente empregadas em vias de tráfego médio e baixo. Para os fins da presente especificação, não se exige que o material esteja isento de contaminação por solos residuais, sendo até mesmo desejável que haja frações argilosas presentes, de modo a proporcionar-lhe certa plasticidade (IP da ordem de 4 %).

2.2.2.5 EXECUÇÃO

Compreende as operações de espalhamento, pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento dos materiais importados, realizadas na pista devidamente preparada na largura desejada, nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura constante do projeto. Como a camada de base possui espessura final de 20 cm, ela deverá ser subdivididas em camadas parciais, sempre com espessura máxima de 10 cm, após a compactação.

2.2.2.6 CONTROLE GEOMÉTRICO

Após a execução da base, será realizada a relocação e o nivelamento do eixo e dos bordos, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- + 10 cm, para cada lado, quanto à largura de projeto da plataforma;

- Até 20% em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta;

Na determinação serão utilizados pelo menos 9 valores de espessuras individuais X, obtidas por nivelamento do eixo de 20 em 20 m antes e depois das operações de espalhamento e compactação. Existindo meios-fios, o nivelamento será feito no eixo e junto aos meios-fios. Não se tolerará nenhum valor individual de espessura fora do intervalo de ±2 cm, em relação à espessura do projeto. No caso de se aceitar, dentro das tolerâncias estabelecidas, uma camada de base com espessura média inferior à do projeto, o revestimento será aumentado de uma espessura estruturalmente equivalente a diferença encontrada. No caso de aceitação de camada da base dentro das tolerâncias com espessura média superior à do projeto, a diferença não será deduzida da espessura do projeto da camada de revestimento.

2.2.2.7 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E ACEITAÇÃO

A base deve ser medida em metros cúbicos, considerando o volume efetivamente executado. No cálculo dos volumes da base devem ser consideradas as larguras e espessuras médias da camada obtidas no controle geométrico;

2.3 IMPRIMAÇÃO E PINTURA DE LIGAÇÃO

2.3.1 DEFINIÇÃO

A) Imprimação

Consiste na aplicação de uma camada de material asfáltico, com ligante de baixa viscosidade, sobre a superfície de uma base concluída, antes da execução de um revestimento betuminoso qualquer, objetivando o aumento da coesão na superfície da base, através da penetração do material asfáltico, promovendo uma impermeabilização da base e também aderência entre a base e o revestimento.

B) Pintura de ligação

A pintura de ligação consiste na aplicação de uma camada de material asfáltico sobre a superfície de uma base ou de um pavimento, antes da execução de um revestimento betuminoso qualquer, objetivando promover a aderência entre este revestimento e a camada subjacente.

2.3.2 EQUIPAMENTOS

Para a varredura da superfície da base usam-se, de preferência, vassouras mecânicas rotativas, podendo, entretanto, ser manual esta operação, ou, a jato de ar comprimido.

A distribuição do ligante deverá ser efetuada por carros equipados com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento, que permitam a aplicação do material betuminoso em quantidade uniforme.

As barras de distribuição devem ser de tipo de circulação plena, com dispositivo que possibilite ajustamentos verticais e larguras variáveis de espalhamento do ligante.

Os carros distribuidores devem dispor de tacômetro, calibradores e termômetros, em locais de fácil observação e, ainda, de um espargidor manual para tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas.

O depósito de material betuminoso, quando necessário, deve ser equipado com dispositivo que permita o aquecimento adequado e uniforme do conteúdo do recipiente. O depósito deve ter uma capacidade tal, que possa armazenar a quantidade de material betuminoso a ser aplicado em, pelo menos, um dia de trabalho.

2.3.3 MATERIAIS

Todos os materiais devem satisfazer às especificações em vigor conforme normatização DNIT.

Imprimação

Podem ser empregados asfaltos diluídos (tipo CM-30 e CM-70), escolhidos em função da textura do material de base. A taxa de aplicação é aquela que pode ser absorvida pela base em 48 horas, devendo ser determinada experimentalmente, no canteiro da obra. A taxa de aplicação varia de 0,8 a 1,6 l/m2, conforme o tipo e textura da base e do material betuminoso escolhido.

Pintura de ligação

Podem ser empregados os materiais betuminosos seguintes:

• Emulsões asfálticas, tipo RR-1C, RR-2C, RM-1C, RM-2C e RL-1C, diluídas com água na razão de 1:1;

• Asfalto diluído CR-70, exceto para bases absorventes ou betuminosas, com taxa de aplicação em torno de 0,5 l / m2.

2.3.4 EXECUÇÃO

É competência da FISCALIZAÇÃO autorizar ou não a execução da pintura de ligação nos casos onde tenha havido trânsito sobre a superfície imprimada, ou, ainda, tenha sido a imprimação recoberta com areia, pó-de-pedra etc. Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deverá ser examinado pela FISCALIZAÇÃO, devendo estar de acordo com esta especificação para ser dada a ordem para o início do serviço. Após a perfeita conformação geométrica da base, será realizada a varredura da sua superfície, de modo a eliminar o pó e o material solto existentes. Aplica-se, a seguir, o material betuminoso adequado, na quantidade certa e de maneira mais uniforme. O material betuminoso não deve ser distribuído quando a temperatura ambiente estiver abaixo de 10°C, ou em dias de chuva, ou ainda, quando esta estiver iminente. A temperatura de aplicação do material betuminoso deverá ser fixada

para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura-viscosidade. Deverá ser escolhida a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento. As faixas de viscosidades recomendadas para espalhamento são:

• Para asfaltos diluídos: de 20 a 60 segundos, Saybolt-Furol;

• Para emulsões asfálticas: de 25 a 100 segundos, Saybolt-Furol. Deve-se evitar a formação de poças de ligantes na superfície da base. Caso isto aconteça, o excesso de ligantes deve ser removido para não danificar o revestimento a ser colocado. A fim de evitar a superposição, ou excesso, nos pontos inicial e final das aplicações, devem-se colocar faixas de papel transversalmente na pista, de modo que o início e o término da aplicação do material betuminoso situem-se sobre essas faixas, as quais serão, a seguir, retiradas. Qualquer falha na aplicação do material betuminoso deve ser, imediatamente, corrigida. Quando da utilização de distribuidores manuais (canetas ou similar), a uniformidade dependerá essencialmente da experiência do operador da mangueira.

2.3.4.1 Imprimação

Deve-se imprimar a pista inteira em um mesmo turno de trabalho e deixá-la, sempre que possível, fechada ao trânsito. Quando isto não for possível, trabalhar-se-á em meia pista fazendo-se a imprimação da adjacente, assim que à primeira for permitida a abertura ao trânsito. O tempo de exposição da base imprimada ao trânsito será condicionado pelo comportamento da primeira, não devendo ultrapassar a 30 dias. Na ocasião da aplicação do material betuminoso, a base deve se encontrar levemente úmida para o uso do CM-30 e para o CM-70 a superfície deve se encontrar seca.

2.3.4.1 Pintura de Ligação

Antes da aplicação do material betuminoso, no caso de bases de solo-cimento ou concreto magro, a superfície da base deve ser irrigada, a fim de saturar os vazios existentes, não se admitindo excesso de água sobre a superfície. Quando o ligante betuminoso utilizado for emulsão asfáltica diluída, recomenda-se que a mistura (água – emulsão) seja preparada no mesmo turno de trabalho; deve-se evitar o estoque da mesma por prazo superior a 12 horas.

2.4 CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE

2.4.1 DEFINIÇÃO

Concreto betuminoso usinado a quente é o revestimento flexível resultante da mistura a quente, em usina apropriada, de agregado mineral graduado, material de enchimento (filler) e material betuminoso, espalhado e comprimido a quente sobre a superfície imprimada e/ou pintada.

2.4.2 EQUIPAMENTOS

Acabadora

O equipamento para espalhamento e acabamento deverá ser constituído de pavimentadoras automotrizes, capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento requeridos. As acabadoras deverão ser equipadas com parafusos sem fim, para colocar a mistura exatamente nas faixas, e possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para a frente e para trás. As acabadoras deverão ser equipadas com alisadores e dispositivos para aquecimento dos mesmos, à temperatura requerida, para colocação da mistura sem irregularidades

Equipamento para a compressão

O equipamento para compressão será constituído por rolo pneumático e rolo metálico liso, tipo Tanden, ou outro equipamento aprovado pela FISCALIZAÇÃO. Os rolos compressores, tipo Tanden, devem ter uma carga de 8 a 12 t. Os rolos pneumáticos auto-propulsores devem ser dotados de pneus que permitam a calibragem de 35 a 120 libras por polegada quadrada. O equipamento em operação deve ser suficiente para comprimir a mistura à densidade requerida, enquanto está se encontrar em condições de trabalhabilidade.

Caminhões para Transporte da Mistura

Os caminhões, tipos basculantes, para o transporte do concreto betuminoso, deverão ter caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafínico, ou solução de cal, de modo a evitar a aderência de mistura às chapas.

2.4.3 MATERIAIS

Cimentos Asfálticos de Petróleo (CAP) são produtos básicos provenientes da destilação do petróleo bruto. São semissólidos à temperatura ambiente, de modo que exigem aquecimento para serem manuseados e aplicados. Exigem também o aquecimento dos agregados com os quais vão ser misturados. Apresentam propriedades aglutinantes e impermeabilizantes, possui características de flexibilidade, durabilidade e alta resistência à ação da maioria dos ácidos, sais e álcalis. Os cimentos asfálticos classificam-se de acordo com a sua consistência, que é medida pelo ensaio de penetração, nas seguintes categorias de resistência à penetração, de acordo com a Resolução nº 19 de 11/07/2005 da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis:

- CAP-30/45;
- CAP-50/70;
- CAP-85/100.

Podem ser modificados pela associação com polímeros para se obter maior durabilidade e redução da suscetibilidade térmica do produto. Comumente é necessário o emprego de "dope" para a correção da acidez do agregado e melhoria da adesividade do ligante ao agregado.

Agregado graúdo

O agregado graúdo é constituído de pedra britada, escória britada, seixo rolado com pelo menos uma face britada, ou outro material indicado nas especificações complementares e previamente aprovado pela FISCALIZAÇÃO, e deve obedecer às seguintes condições:

- Ser predominantemente de rocha Gnaisse;
- Fragmentos duráveis, sãos, de superfície rugosa e forma angular;
- Inexistência de torrões de argila, matéria orgânica e substâncias nocivas;
- Abrasão "Los Angeles" inferior a 50 %;
- Ter boa adesividade com o asfalto utilizado, atendendo a norma DNER-ME 078/94;
- Não ter, em excesso, pedras lamelares alongadas, a fim de não prejudicar a trabalhabilidade da mistura e a inalterabilidade da

granulometria, limitando-se assim o índice de lamelaridade inferior a 35 %;

• Índice de forma superior a 0,5 (DNER-ME 086/94);

• No caso de emprego de escória, esta deve ter uma massa específica aparente igual ou superior a 1100 kg/m3.

Agregado miúdo

O agregado miúdo pode ser constituído de areia, pó de pedra ou mistura de ambos. Suas partículas individuais deverão ser resistentes, apresentar moderada angulosidade, livres de torrões de argila e de substâncias nocivas. Deve apresentar equivalente de areia igual ou superior a 55 % (DNER-ME 054/97).

Material de enchimento (Filler)

Quando da aplicação deve estar seco e isento de grumos, e deve ser constituído por materiais minerais finamente divididos, tais como cimento Portland, cal extinta, pós-calcários, cinza volante, etc; de acordo com a Norma DNER-EM 367/97.

Tabela 3 - Faixas granulométricas para material de enchimento (Filler)

Peneira	Abertura, mm	Porcentagem mínima, passando
nº 40	0,42	100
nº 80	0,18	95-100
nº 200	0,075	65-100

2.4.4 EXECUÇÃO

A temperatura de aplicação do cimento asfáltico deve ser determinada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura-viscosidade. A temperatura conveniente é aquela na qual o asfalto apresenta uma viscosidade, situada dentro da faixa de 75 a 150 segundos, Saybolt-Furol. Entretanto, não devem ser efetuadas misturas a temperaturas inferiores a 107 °C e nem superiores a 177 °C. Os agregados devem ser aquecidos a temperatura de 10 °C a 15 °C, acima da temperatura do ligante betuminoso. Recomenda-se obedecer aos limites toleráveis de temperatura de compactação de 150 °C a 165 °C, ± 5 °C (ligante 50/70). Caso a temperatura não atenda essa faixa de trabalho, a mistura deverá ser descartada, em local adequado e com

acompanhamento da FISCALIZAÇÃO. O concreto betuminoso deverá ser transportado da usina ao ponto de aplicação, nos veículos basculantes e quando necessário, para que a mistura seja colocada na pista à temperatura especificada, cada carregamento deverá ser coberto com lona ou material similar, para proteger a mistura com total segurança. As misturas de concreto betuminoso devem ser distribuídas somente através de máquinas acabadoras e quando a temperatura ambiente se encontrar acima de 10 °C e com tempo não chuvoso. Caso ocorram irregularidades na superfície da camada, as mesmas deverão ser sanadas pela adição manual de concreto betuminoso, sendo esse espalhamento efetuado por meio de ancinhos e rodos metálicos. Imediatamente após a distribuição do concreto betuminoso, tem início a rolagem. Como norma geral, a temperatura de rolagem é a mais elevada que a mistura betuminosa possa suportar, sendo recomendável, aquela na qual o ligante apresenta uma viscosidade SayboltFurol, de 140 ± 15 segundos, para o cimento asfáltico. Caso sejam empregados rolos de pneus, de pressão variável, inicia-se a rolagem com baixa pressão (60 lb/ pol 2), aumenta-se em progressão aritmética, à medida que a mistura betuminosa suporte pressões mais elevadas. A pressão dos pneus deve variar a intervalos periódicos (60, 80, 100, 120 lb/pol 2), adequando um conveniente número de passadas, de forma a obter o grau de compactação especificado. A compressão será iniciada pelos bordos, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista. Nas curvas, de acordo com a superelevação, a compressão deve começar sempre do ponto mais baixo para o mais alto. Cada passada do rolo deverá ser recoberta pela seguinte, de, pelo menos, a metade da largura anterior. Em qualquer caso, a operação de rolagem perdurará até o momento em que seja atingida a compactação especificada.

Durante a rolagem não serão permitidas mudanças de direção e inversões bruscas de marchas, nem estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém compactado. As rodas do rolo deverão ser umedecidas adequadamente, de modo a evitar a aderência da mistura.

Os revestimentos recém acabados deverão ser mantidos sem trânsito, até o seu completo resfriamento. Quaisquer danos decorrentes da abertura ao trânsito sem a devida autorização prévia, aplicação incorreta, aplicação em tempo chuvoso ou qualquer situação da não autorização da aplicação pela FISCALIZAÇÃO, deverão ser removidos e refeitos.

3.0 PROJETO DE DRENAGEM

O sistema proposto prevê a instalação de descida d'água, meio fio de concreto, bocas de lobo, poço de visita e tubos de concreto, destinando as águas pluviais coletadas na via para um lançamento respeitando as condições do terreno natural. O sistema de drenagem é composto por:

- Meio Fio de Concreto;
- Chaminé dos Poços de Visita – CPV;
- Poço de Visita Tipo "A";
- Boca de Lobo Simples Combinada com Concreto – BLS;
- Rede Tubular de Concreto – RTC;
- Tampão de Ferro Fundido Cinzento;
- Tubo de Concreto;
- Berço e Dente para Assentamento de Bueiro;

3.1 INTENSIDADE DA CHUVA DE PROJETO

Para a determinação da intensidade pluviométrica foi empregada a seguinte equação IDF:

Equação1-EquaçãoIDF

$$I = \frac{K \times T^{a}}{(\tau + b)^{C}}$$

Onde:

- I é a estimativa da intensidade da chuva no local "i" associada ao período de retorno "T" (mm/h);
- K . a . b e c são parâmetros ajustados com base nos dados pluviométricos da localidade (horas);
- T é a duração da precipitação em minutos;
- T é período de retorno, em anos.

3.1.1 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (TC)

O valor de tc é dado pela expressão do "Califórnia Cuverts Practice Califórnia Higways And Public Works":

Equação2-Tempode Concentração

$$t_c = 57\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385}$$

Onde:

- Tc é o tempo de concentração em minutos;
- L é a extensão do talvegue principal em Km;
- H é a elevação média em metros;
- Valor mínimo para tc foi fixado em 10minutos.

3.1.2 TEMPO DE RECORRÊNCIA

O tempo de recorrência, medido em anos, define o fator de probabilidade de ocorrência de determinada chuva, dadas as condições deste projeto, foram adotados os valores:

- T = 10 anos para drenagem superficial (sarjetas e bocas de lobo);
- T = 10 anos para galerias tubulares;
- T = 25 anos para bueiros e canalização do córrego.

3.1.3 DIMENSIONAMENTO – MÉTODO RACIONAL

Adotamos o método racional para este dimensionamento. As vazões foram calculadas com base nas precipitações pluviométricas e dados físicos das sub-áreas a partir da expressão:

$$Q = 0,00278.C.i.A$$

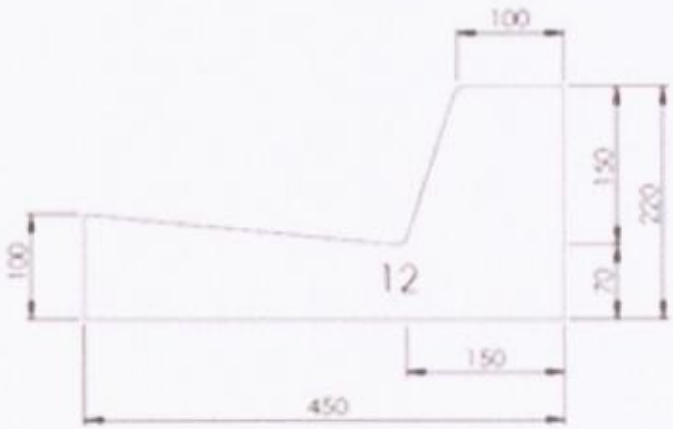
Sendo:

- Q = a vazão que se deseja calcular em m3/s;
- C = o coeficiente de deflúvio superficial ou Run-off;
- i = precipitação pluviométrica em mm/h;
- A = é a área da sub-bacia em hectares.

O Coeficiente de Escoamento Superficial foi determinado pela expressão: C = f x C2/C1 = 0,20 correspondente ao coeficiente para solos arenoso de alta permeabilidade com vegetação rala.

3.2 DISPOSITIVOS ADOTADOS E DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

3.2.1 MEIO FIO DE CONCRETO – MFC 05



3.2.2 CHAMINÉ DOS POÇOS DE VISITA

É o dispositivo que tem como finalidade permitir o acesso à camara de trabalho do poço de visita, para limpeza e manutenção das redes tubulares.

Será utilizada como acesso ao poço de visita. Poderão ser utilizados 2 (dois) tipos de chaminés de poço de visita: tipo A (de alvenaria) e tipo B (de anel pré-moldado ou tubo de concreto).

O concreto utilizado deverá ser constituído de cimento Portland , agregados e água, com resistência Fck =15,0 MPa. As armaduras

deverão ser de aço CA 60B. O aço utilizado na escada de marinheiro é o CA-25. A alvenaria será de tijolos requeimados, 1° categoria espessura 0,20 m. A argamassa para composição da alvenaria, do revestimento interno e para assentamento dos tubos de concreto será constituída de cimento e areia no traço volumétrico 1:3. A laje de redução será fabricada e curada por processos que assegurem a obtenção de concreto homogêneo, compacto e de bom acabamento, não sendo permitida qualquer pintura ou retoque.

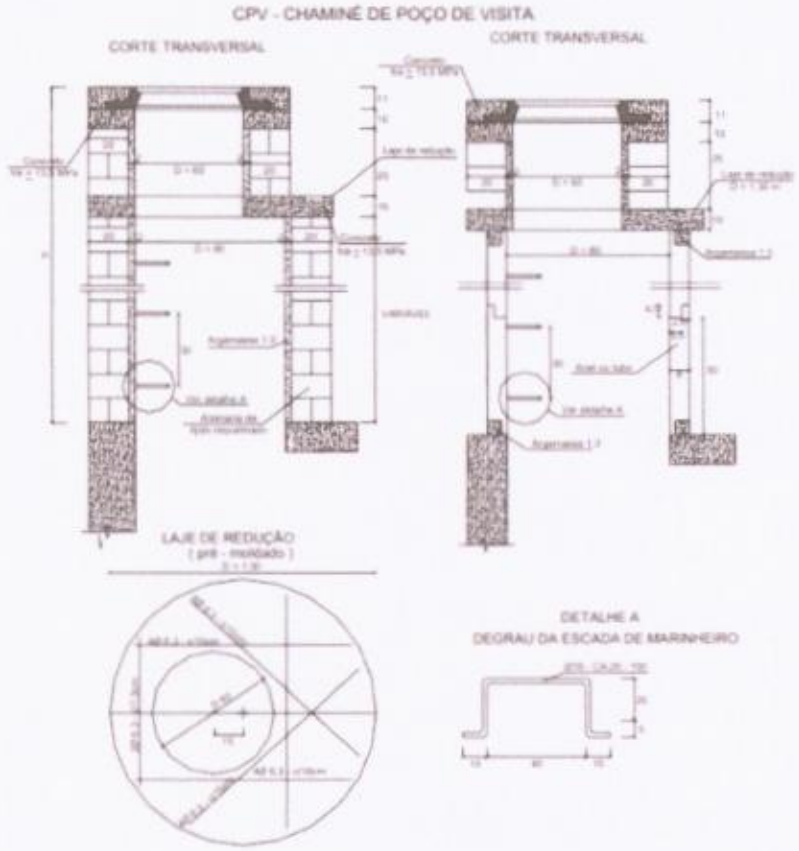


Figura 7 - Chaminé dos Poços de Visita - CPV - Padrão DEER/MG

3.2.3 POÇO DE VISITA TIPO "A"

É o dispositivo de drenagem superficial que tem a função de permitir a ligação das bocas-delobo à rede tubular, de permitir as mudanças de declividade, direção e diâmetro das redes tubulares, além de permitir o acesso à rede, para sua inspeção e limpeza. Se aplica na ligação da rede coletora ao sistema de drenagem urbana e na ligação de bueiros no sistema de drenagem rural. Poderão ser utilizados 3 (três) tipos de poço de visita. Tupo A- sem dispositivo de queda interno (rampa), Tipo B – Com dispositivo de queda

interno (rampa) com altura máxima de 50cm. Tipo C – Com dispositivo de queda interno (rampa) com altura entre 50cm e 100cm.

Tabela 1 – Espaçamento entre Poços de Visita

POÇO DE VISITA PARA REDE TUBULAR		
DN (mm)	ESPAÇAMENTO (mm)	
	MÍNIMO	MÁXIMO
500	60	100
600	60	100
700	60	100
800	60	120
900	60	120
1000	60	120
1100	60	150
1200	60	150
1300	60	150
1500	60	200

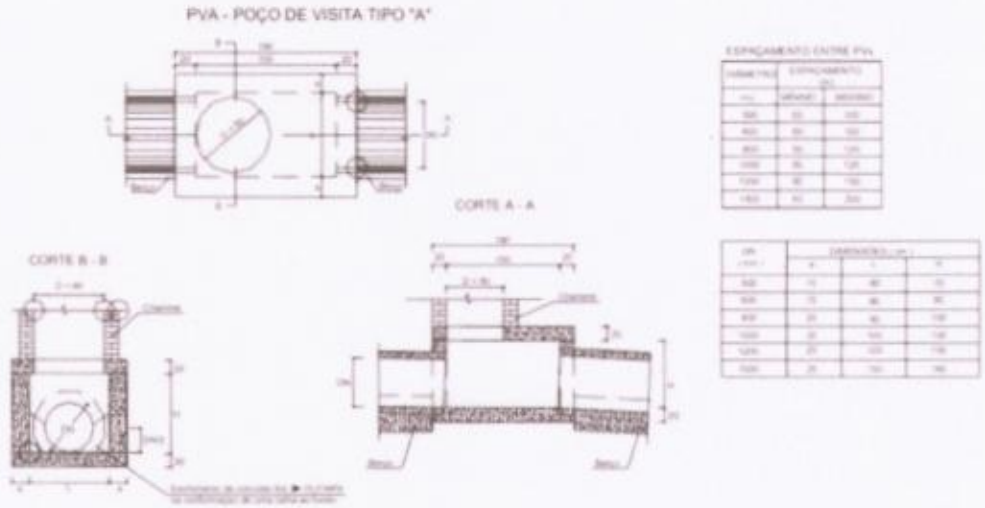


Figura 8 – Poço de Visita Tipo "A" – PVA – Padrão DEER/MG

3.2.4 BOCA DE LOBO SIMPLES COMBINADA COM GRELHA DE CONCRETO – BLS

É o dispositivo construido nos pontos de desague da sarjeta, de forma a permitir a captação e a transferência dos conduzindo-as para os tubos de ligação. Ela é constituida de um conjunto de

elementos denominados caixa e quadro, grelha e cantoneira fabricados em concreto.

Serão instaladas em pontos baixos do greide ou em pontos intermediários das sarjetas, onde o comprimento crítico (limite de capacidade hidráulica) determinar ou para recebimento de dreno profundo.

O concreto deve ser constituido de cimento Portland, água e agregados com resistência Fck = 21,0 MPa. As armaduras devem ser de aço CA 60B. O recobrimento minimo da armadura deverá ser de 2,5 cm. A alvenaria será constituida de tijolo maciço (5 cm x10 cm x 20 cm) ou bloco de concreto (20 cm x 20 cm x 40 cm) rejuntados e revestidos com argamassa 1:3.

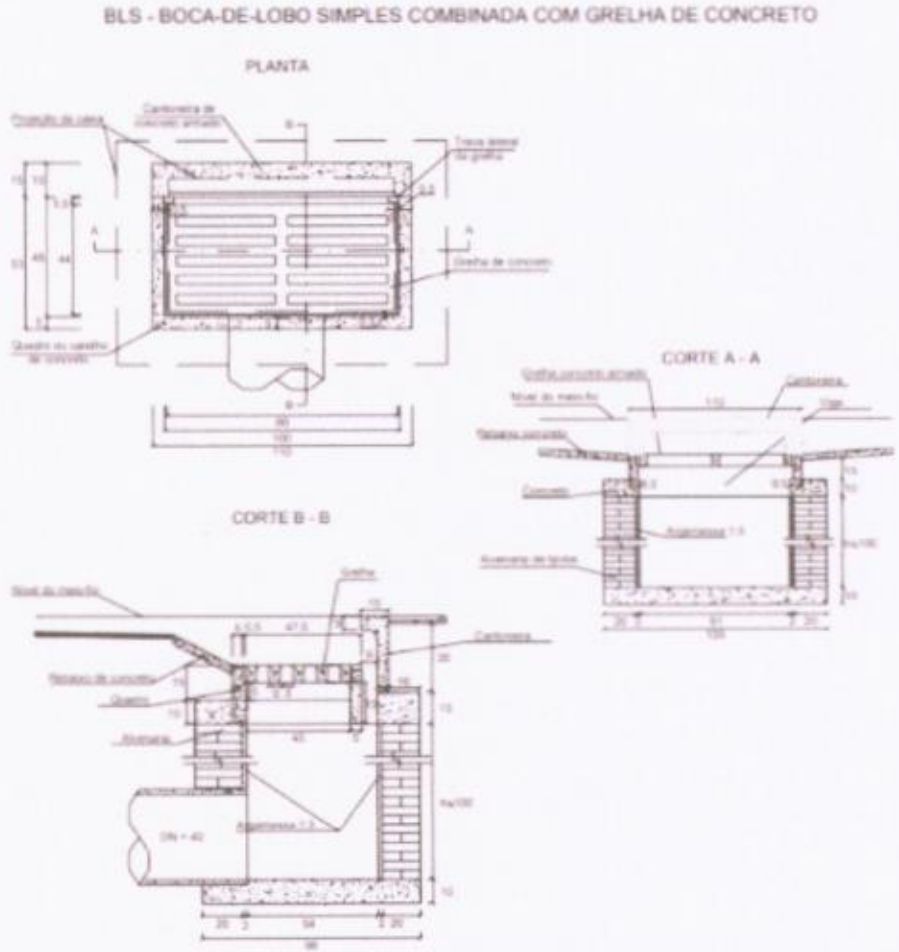


Figura 9 – Boca de Lobo Simples Combinada com Grelha de Concreto – BLS – padrão DEER/MG

3.2.5 REDE TUBULAR DE CONCRETO – RTC

É o dispositivo de drenagem superficial que tem a função de conduzir as águas coletadas pelas bocas de lobos e ou outros dispositivos de drenagem. A rede tubular de concreto é composta por tubo de concreto.

O uso da rede tubular de concreto é indicado em segmentos onde a rodovia apresentar características urbanas.

Os tubos serão rejuntados com argamassa de cimento e areia no traço volumétrico de 1:3. O reaterro envolvendo os tubos será manual até a altura de 20 cm acima da geratriz superior. Os tubos serão pré-moldados de concreto armado tipo ponta e bolsa, classes PA-1, PA-2, PA-3, conforme indicação de projeto.

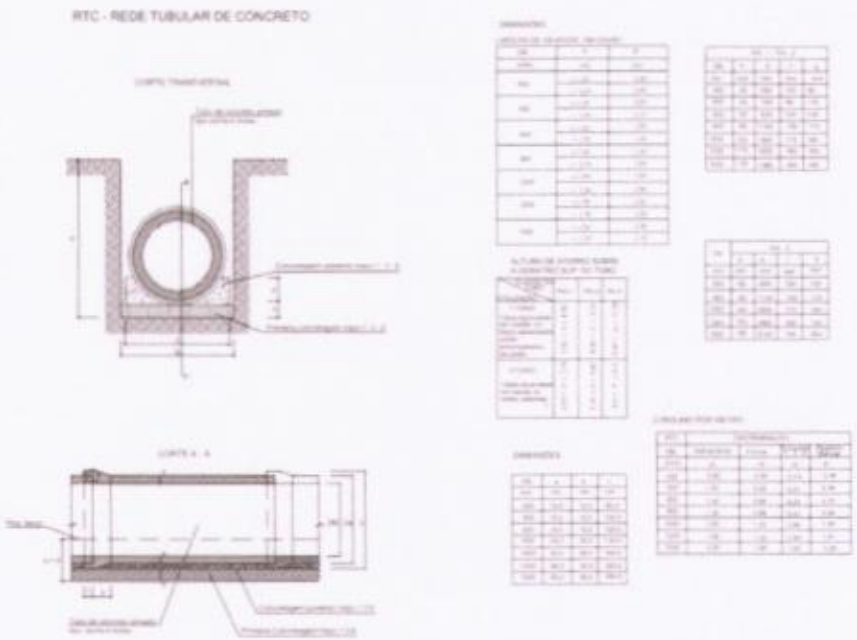


Figura 10 – Rede Tubular de Concreto – RTC padrão DEER/MG

3.2.6 TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO CINZENTO – TFC

Tampão de ferro fundido é o dispositivo constituído por tampa e caixilho, destinado ao fechamento, não estanque, de acesso à câmara do poço de visita. Tampa: é o dispositivo de abertura do acesso à câmara do poço de visita, sendo apoiada no caixilho.

Caixilho ou quadro: é o dispositivo destinado a receber a tampa. Também tem a função de proteger a entrada das galerias urbanas de água e esgoto.

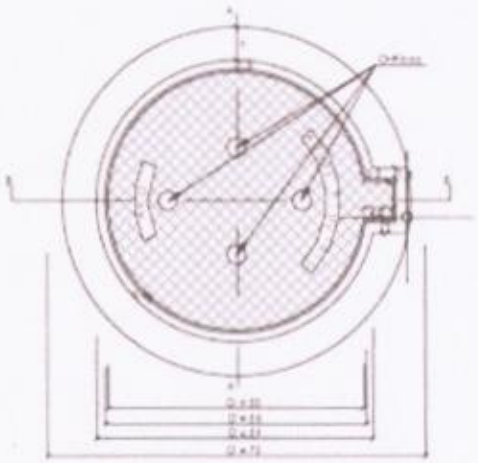


Figura 12 - Tampão de Ferro Fundido

3.3 EXECUÇÃO DE REDE DRENAGEM

3.3.1 TRAÇADO REDE DE DRENAGEM

As redes de Drenagem pluvial do projeto serão em concreto armado devido suas características construtivas que permitem obter a resistência e durabilidade necessárias para o sistema de drenagem. São tubos com resistências maiores tanto à fissura quanto à ruptura e suportam cargas de 12 a 360 kN/m ou 1.200 a 36.000 kg/m, dependendo do diâmetro dos tubos. Sua resistência proporcionada pelo traço do concreto e pela armadura deve ser proporcional às cargas suportadas que vão desde as terras do aterro de cobertura das valas ao tráfego de veículos.

Em solos arenosos, muito úmidos ou molhados ou com afloramento de água, a cravação de estacas de concreto ou madeira com berço de concreto é necessária para estabilizar os tubos na posição de projeto.

A Contratada deverá executar o assentamento dos tubos. Portanto, será sua responsabilidade garantir que o fundo da vala esteja totalmente limpo e isento de qualquer obstáculo, saliências

ou reentrâncias, a fim de propiciar um assentamento contínuo e regular.

As juntas entre os tubos serão rígidas, executadas conforme recomenda a NBR 15.645 (ABNT, 2008, p. 14):

• Limpar as faces externas das pontas dos tubos e as internas das bolsas e verificar se o tubo não foi danificado;

• Após o correto posicionamento da ponta do tubo junto à bolsa do tubo já assentado, proceder o alinhamento da tubulação e realizar o encaixe. Tomar o devido cuidado para não danificar o tubo na operação de encaixe;

• Executar a junta com argamassa de cimento e areia no traço 1:3, com aditivo que evite a sua retração, respaldadas com uma inclinação de 45° sobre a superfície externa do tubo; Página 6 de 8 Nos casos de diâmetros até 600 mm, o rejuntamento deve ser feito, obrigatoriamente, pelo lado externo. Nos diâmetros superiores, o rejuntamento deve ser, obrigatoriamente, executado pelo lado interno e externo;

• Verificar se a argamassa foi colocada em todo o perímetro do tubo, principalmente na base da geratriz inferior.

Abaixo a tabela de diâmetros disponíveis em concreto, no projeto foram utilizados os diâmetros de Ø600.

Tabela 3 - Tabela de Diâmetros

DN	Água pluvial							
	Carga mínima trinca (kN/m)				Carga mínima ruptura (kN/m)			
Classe	PA1	PA2	PA3	PA4	PA1	PA2	PA3	PA4
300	12	18	27	36	18	27	41	54
400	16	24	36	48	24	36	54	72
500	20	30	45	60	30	45	68	90
600	24	36	54	72	36	54	81	108
700	28	42	63	84	42	63	95	126
800	32	48	72	96	48	72	108	144
900	36	54	81	108	54	81	122	162
1000	40	60	90	120	60	90	135	180
1100	44	66	99	132	66	99	149	198
1200	48	72	108	144	72	108	162	216
1500	60	90	135	180	90	135	203	270
1750	70	105	158	210	105	158	237	315
2000	80	120	180	240	120	180	270	360

3.3.2 ALINHAMENTO E INCLINAÇÃO

Os sistemas de tubos para drenagem pluvial, saneamento e suas variações de aplicações estão desenhados para proporcionar capacidade hidráulica baseando-se no tamanho e inclinação da tubulação. O alinhamento ou a linha do tubo é a posição horizontal do mesmo, enquanto a inclinação é a inclinação vertical do tubo. Para que um sistema de águas de chuva, sanitário ou de rodovias funcione como se desenhou, é importante instalar o tubo com a linha e inclinação adequadas. O alinhamento é determinado mediante o levantamento topográfico do local. Uma vez que a vala tenha sido escavada ao longo do alinhamento horizontal, deve-se colocar o material de suporte (camada) com a espessura adequada. A parte superior do material de suporte deve ajustar-se para permitir acomodar a diferença entre o nível de arrasto do traço (linha de fluxo) e a espessura da parede do perfil do tubo (diferença entre diâmetro externo e diâmetro interno) calculando sempre a inclinação do projeto.

3.3.3 ESCAVAÇÃO DA VALA

As referências para os procedimentos de escavações de valas estão na seção 30 da Norma AASHTO e na Norma ASTMID2321. Ambas as especificações trazem as orientações que seguem para determinar a largura das valas, aplicáveis a uma variedade de condições de instalação. A largura da vala pode variar de acordo com a qualidade do solo local, os materiais de preenchimento, os níveis de compactação e as cargas.

A vala sempre deve ser o suficientemente larga para permitir uma adequada colocação e compactação do preenchimento ao redor do tubo de acordo as especificações do projeto.

Quando, devido às profundidades de escavação, houver a necessidade de escoramento ou o uso de painéis ou caixas de escoramento móveis, recomenda-se construir uma estrutura sobre a vala para apoiar o sistema de escoramento. A altura desta estrutura não deve ser menor que 3/4 de um diâmetro exterior do tubo medido desde a camada. A sobre-vala permite que não seja afetado o preenchimento já compactado abaixo do escoramento à medida que este se retire ou se desloque.

3.3.4 INSTALAÇÃO DAS UNIÕES

Inspecione a bolsa para tirar qualquer material estranho.

Limpe com um pano o interior da bolsa para remover sujeiras.

Lubrifique a bolsa utilizando um pano e pasta lubrificante. Retire a envoltura protetora que se encontra nos anéis de borracha limpe a ponta da extremidade do outro tubo e remova toda a sujeira. Lubrifique o anel de borracha utilizando um pano limpo.

4.0 PROJETO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

A seguir será abordada a rede complementar de coleta do esgoto e a interligação ao sistema existente, tal como delimitado e aprovado junto à Secretaria de Obras da Prefeitura Municipal quando da visita realizada no município.

Como premissas básicas a serem consideradas durante os estudos citados, ressaltam-se as diretrizes da COPASA (como referência) e as normas elencadas a seguir:

• NBR-9648 de novembro / 1986 – Estudos de Concepção de Sistemas Esgoto Sanitário;

• NBR-9649 de novembro / 1986 – Projetos de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário;

• NBR-12208 / 1992 – Projeto de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário;

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO

De acordo com a Prefeitura Municipal de Serrania e dados do IBGE (2019), a área da unidade territorial de Serrania é de 209,270 km² a cidade está situada a 895 m de altitude e distante da capital mineira 382 km. A mesma possui população estimada de 7.668 habitantes de acordo com o IBGE (2020). O município faz divisa com os municípios de Divisa Nova, Campestre, Machado e Alfenas

As informações geográficas complementares do município de Serrania são:

• Latitude: 21° 32' 52" S

• Longitude: 46° 2' 24" W

A Figura 4.1 apresenta a localização deste município no estado de Minas Gerais.



Figura 4.1 - Localização do Município de Serrania/MG

4.2 PARÂMETROS BÁSICOS DE PROJETO

4.2.1 POPULAÇÃO

Para a projeção populacional da área em estudo, foi realizado um levantamento do número de lotes e possíveis locais de habitação na avenida Santos, a Rua Óleos da Boa Vista e o respectivo bairro Serra dos Ipês. Multiplicando essa quantidade por quatro pessoas por lote. Desta forma contabilizou-se uma população final de 450 pessoas.

4.2.2 VAZÃO DE PROJETO

As vazões de projeto foram calculadas com auxílio das seguintes expressões:

$$Q_{máx} = \frac{P \cdot q \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot R}{86.400} + Q_{inf} \qquad Q_{mín} = \frac{P \cdot q \cdot K_1 \cdot R}{86.400} + Q_{inf}$$

$$Q_{méd} = \frac{P \cdot q \cdot R}{86.400} + Q_{inf}$$

Onde:

- Qmáx = vazão máxima (L/s);
- Qmín = vazão mínima (L/s);
- Qméd = vazão média (L/s);
- Qinf = vazão de infiltração (L/s);

• P = população atendida (hab.);

• q = quota per capita de consumo de água (L/hab.dia). Os coeficientes adotados são dos seguintes: • K1 = 1,20 - coeficiente do dia de maior consumo;

• K2 = 1,50 - coeficiente da hora de maior consumo;

• K3 = 0,50 - coeficiente de dia e hora e menor consumo;

• Cr = 0,80 - coeficiente de retorno (esgoto/água).

O Quadro 5-1 apresenta as vazões de projeto do sistema de esgotamento sanitário da rua contemplada neste projeto.

Quadro 5-1 – Vazões de projeto – Rede parte 01

Consumo per capita (L/hab.dia)		120		K1 =	1,2	K2	1,5	Cr	0,8	
Pop. Total	Índice de Abastecimento (%)	Pop. Atendida por redes projetadas	Consumo médio per capita do sistema (L/hab.dia)	Vazões consumidas						
				Q Média		Q mínima	Q Dia maior consumo	Q Hora maior consumo	Q infiltração	Q total projeto
				(m^3/dia)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)
400	100	400	150,00	48,00	0,56	0,28	0,67	1,00	0,12	1,12

Quadro 5-2 – Vazões de projeto – Rede parte 02

Consumo per capita (L/hab.dia)		120		K1 =	1,2	K2	1,5	Cr	0,8	
Pop. Total	Índice de Abastecimento (%)	Pop. Atendida por redes projetadas	Consumo médio per capita do sistema (L/hab.dia)	Vazões consumidas						
				Q Média		Q mínima	Q Dia maior consumo	Q Hora maior consumo	Q infiltração	Q total projeto
				(m^3/dia)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)
50	100	50	150,00	6,00	0,07	0,03	0,08	0,13	0,12	0,25

4.3 DEMAIS PARÂMETROS

4.3.1 VELOCIDADES MÁXIMAS E MÍNIMAS

Foi adotada no projeto a velocidade mínima correspondente à tensão trativa de 1,0 Pa, de forma a garantir condições de auto-limpeza adequadas, evitando entupimentos e consequentes vazamentos de esgoto.

A velocidade máxima adotada no projeto foi 5,0 m/s, considerando os materiais utilizados.

4.3.2 DIÂMETROS E MATERIAIS

Rede coletora – DN 150 mm, PVC e DN 150 mm de FoFo na travessia do córrego com ponte.

4.3.3 LOCAÇÃO

A locação da rede coletora em arruamento será no terço médio inferior da pista, próxima ao meio-fio.

4.3.4 PROFUNDIDADE

O recobrimento mínimo adotado para as redes coletoras foi de 0,85 m, o que implica em profundidade mínima de PV's de 1,00 m.

4.3.5 POÇO DE VISITA

Os poços de visita foram posicionados em pontos de lançamento e em pontos de mudança de direção, declividade e material. Adotou-se espaçamento máximo entre PV's de 80,0 m de forma a facilitar operações de limpeza e desobstrução da linha.

O poço de visita adotado será o padrão P-COPASA-062, para profundidades até 2,50 m e diâmetro no máximo de 300 mm, P-COPASA-039 para profundidades superiores a 2,50 m e/ou diâmetros superiores a 300 mm, constituído de anéis de concreto e lajes de redução. A Objetiva Projetos e Serviços dotou o padrão COPASA por ser usual em Minas Gerais e também visando uma futura adesão da concessionária ao sistema que será implantado.

4.3.6 DIMENSIONAMENTO DA REDE COLETORA

Foi admitido no dimensionamento da rede coletora o escoamento de esgoto nos condutos como sendo permanente e uniforme. Para os cálculos, foi empregada a Equação Chézy-Manning, também conhecida como Fórmula de Manning: apresentada a seguir:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R_H^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Onde:

- Q = vazão de esgoto sanitário (m³/s);
- n = coeficiente de atrito de Manning;
- A = área da seção de escoamento (m²);
- RH = raio hidráulico (m);

• I = declividade da linha de energia (m/m).

Para todos os cálculos foi adotado o coeficiente de atrito de Manning igual a 0,013, conforme recomendação da NRB 12.207 e das principais literaturas técnicas sobre o tema. O critério de cálculo adotado foi o da tensão trativa mínima para vazão de início de plano, fixada de acordo com a NBR 12.207 em 1,0 Pa. Para as vazões de final de plano, foi verificada a ocorrência de velocidades de escoamento superiores à velocidade crítica. Para estes casos foi imposta lâmina líquida inferior 50% da seção da tubulação (y/D < 50%), enquanto para os demais casos a lâmina líquida máxima admitida foi de 75% da seção da tubulação (y/D ≤ 75%). Tal critério visa proporcionar boas condições de ventilação nas linhas, garantindo que toda a tubulação trabalhe como conduto livre. Para o cálculo da tensão trativa e velocidade crítica foram empregadas respectivamente as equações apresentadas a seguir.

$$\sigma = \gamma \cdot R_H \cdot I \qquad v_c = 6 \cdot (g \cdot R_H)^{1/2}$$

Onde:

• Σ = tensão trativa (Pa);

• γ = peso específico do líquido (104 N/m³);

• Vc = velocidade crítica (m/s);

• G = aceleração da gravidade (9,81 m/s²).

5.0 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

O Projeto de Sinalização Horizontal consistiu na determinação dos seguintes dispositivos (pinturas a serem feitas no pavimento):

• Linha Simples Continua – LFO-01;

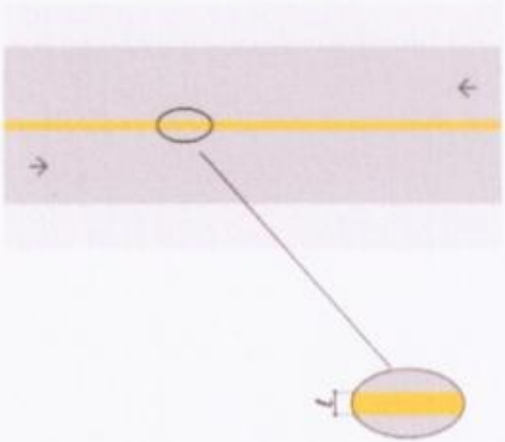
• Linha Simples Seccionada – LFO-02;

• Faixa de Travessia de Pedestres.

5.1 LINHA SIMPLES CONTINUA – LFO-01

É a linha de divisão de fluxos opostos aplicada sobre o eixo da pista de rolamento com o objetivo de delimitar o espaço reservado para a circulação de cada um dos fluxos de veículos e regulamentar a proibição de ultrapassagem, nos dois sentidos de circulação.

A largura mínima recomendada para a LFO-1 é de 10 cm.

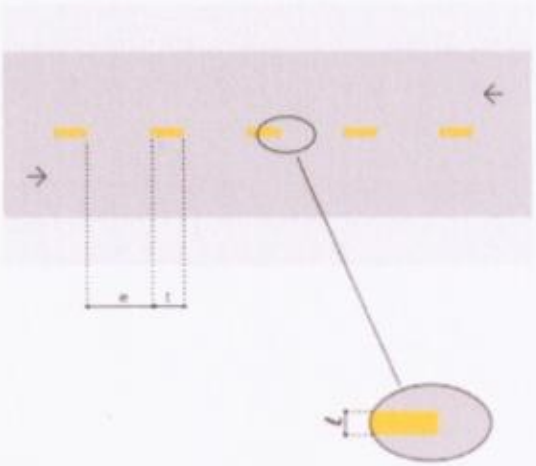


5.2 LINHA SIMPLES SECCIONADA – LFO-02

A LFO-2 divide fluxos opostos de circulação, delimitando o espaço disponível para cada sentido e indicando os trechos em que a ultrapassagem e os deslocamentos laterais são permitidos. Cor amarela.

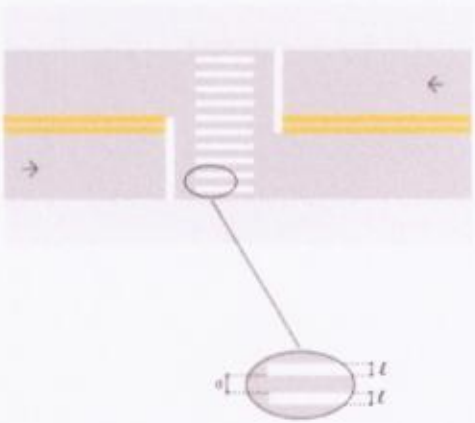
Pode ser utilizada em toda a extensão ou em trechos de vias de sentido duplo de circulação. Utiliza-se esta linha em situações, tais como: vias urbanas com velocidade regulamentada superior a 40 km/h; vias urbanas, em que a fluidez e a segurança do trânsito estejam comprometidas em função do volume de veículos; rodovias, independentemente da largura, do número de faixas, da velocidade ou do volume de veículos.

É aplicada sobre o eixo da pista de rolamento, ou deslocada quando estudos de engenharia indiquem a necessidade.



5.3 FAIXA DE TRAVESSIA DE PEDESTRE – FDP

A FTP delimita a área destinada à travessia de pedestres e regulamenta a prioridade de passagem dos mesmos em relação aos veículos, nos casos previstos pelo CTB. Cor branca. FTP-1: A largura (l) das linhas varia de 0,30 m a 0,40 m e a distância (d) entre elas de 0,30 m a 0,80 m. A extensão mínima das linhas é de 3,00 m, podendo variar em função do volume de pedestres e da visibilidade, sendo recomendada 4,00 m.



6.0 CONCLUSÃO

O executor do projeto deverá procurar de maneira integral atender a todos os requisitos deste memorial descritivo em conjunto com as plantas de projeto e todas as normas e regulamentos nele disposto para a execução das obras. Todo projeto e obra devem estar em conformidade com as ARTs e os demais documentos que servirão de parâmetros para execução das obras, ajustes poderão ocorrer em campo quando da locação da obra.

Serrania, 24 de agosto de 2023

Samir Abdala Neder Ferreira
Engenheiro Civil
CREA 240413/D-MG

SAMIR ABDALA NEDER FERREIRA

ENG. CIVIL – CREA 240413/D-MG