

AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO DISTRITO FEDERAL – TERRACAP

**GERÊNCIA DE MEIO AMBIENTE – GEMAM
NÚCLEO DE ANÁLISE AMBIENTAL - NUAMB**

SERVIÇOS TÉCNICOS DE ENGENHARIA PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL – PCA E PROJETOS EXECUTIVOS DE DRENAGEM PLUVIAL E PAVIMENTAÇÃO PARA O EMPREENDIMENTO DENOMINADO CENTRO URBANO E SUBCENTRO URBANO DAS QUADRAS 400/600 DO RECANTO DAS EMAS E RELATÓRIO DE SITUAÇÃO DAS OBRAS DE INFRAESTRUTURA DA CIDADE DO RECANTO DAS EMAS.

CADERNO DE PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO REFERENTE AO CENTRO URBANO E QUADRA 206 ENTRE OS CONJUNTOS 02 E 03 DA CIDADE DO RECANTO DAS EMAS

REV.04

MAIO/2018

Sumário

1.	APRESENTAÇÃO.....	3
2.	CRITÉRIOS DO PARCELAMENTO URBANO.....	4
2.1	Nome do Empreendimento e atividades previstas.....	4
2.2	Localização geográfica e Caracterização da Área Abrangida pelo Projeto	4
3.	DIRETRIZES URBANÍSTICAS.....	6
3.1	Proposta de Projeto	6
I.	Considerações das Vias	6
4.	MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO	11
5.	CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS.....	12
6.	ESTUDO GEOTÉCNICO DO SUBLEITO	13
6.1	Serviços de Campo e Laboratório	14
6.2	Serviços de Escritório	18
7.	DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS DOS PAVIMENTOS	24
7.1	Dimensionamento do Pavimento Flexível – Revestimento em CBUQ – Via Locais – Tráfego Leve.....	24
7.2	Dimensionamento do Pavimento Flexível – Revestimento em CBUQ – Vias Coletoras e Estacionamentos – Tráfego Médio	26
7.3	Pavimento de bloco intertravado de concreto de cimento portland	28
7.3.1	Método da ABCP	29
7.3.2	Pavimento de Bloco de Concreto Intertravado.....	30
8	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE MATERIAIS E SERVIÇOS.....	31
9	CALÇADAS, CICLOVIA E ESTACIONAMENTOS.....	36
9.1	Calçadas.....	36
9.2	Acessibilidade.....	38
9.3	Assentamento dos pisos	38
9.4	Estrutura das calçadas e ciclovias do Centro Urbano	40
9.5	Estacionamentos	40
9.6	Rampas de acesso aos lotes e rampas de deficientes.....	44
10	PLANTA DE LOCAÇÃO DAS SONDAGENS.....	46
11	PLANILHAS DOS ENSAIOS GEOTÉCNICOS.....	47
12	PLANTAS DO PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	48

1. APRESENTAÇÃO

O presente Relatório corresponde ao Projeto Executivo de Pavimentação do Centro Urbano e Quadra 206 entre os conjuntos 02 e 03 da Cidade do Recanto das Emas e faz parte da Ordem de Serviços 052/2017 – DITEC, sendo elaborado a partir do Projeto de Urbanismo – URB 057/2016 desenvolvido pela SEGETH e aprovado pelo Decreto nº38.482 de 11 de setembro de 2017 e Projeto Geométrico e Altimétrico do Centro Urbano desenvolvido pela Prisma. O Caderno atende, não se limitando apenas a este, ao Termo de Referência – TR (Drenagem e Pavimentação) emitido pela TERRACAP e também a URB e MDE 057/2016 – SEGETH.

Este Relatório apresenta os dimensionamentos das vias, detalhes e tipos de pavimentos e seções do sistema viário referente ao parcelamento de solo urbano de interesse social denominado Centro Urbano e Quadra 206 entre os conjuntos 02 e 03 da Cidade do Recanto das Emas. Este produto está de acordo com os demais projetos desenvolvidos pela Prisma, são estes: Cadernos de Sinalização Horizontal e Vertical, Geométrico e Alimétrico e Drenagem Pluvial.

O quadro a seguir identifica o empreendedor da área de Parcelamento Urbano e consecutivamente a empresa responsável pela elaboração do Projeto Executivo de Pavimentação.

Quadro 1 – Informações gerais do empreendedor e da empresa responsável pela elaboração do Projeto Executivo de Pavimentação.

<p><u>Empreendedor:</u></p> <p>Razão Social: COMPANHIA IMOBILIÁRIA DE BRASÍLIA – TERRACAP. Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica – CNPJ: 00.359.877/0001-73. Endereço: Setor de Administração Municipal – SAM, Bloco “F”, Edifício TERRACAP. Brasília – Distrito Federal. Telefone: (61) 3342-1994. Executor do Contrato: Paulo César Costa E-mail: paulo.costa@terracap.df.gov.br</p>
<p><u>Empresa Responsável pela Elaboração do Projeto Executivo de Pavimentação do Centro Urbano:</u></p> <p>Razão Social: PRISMA CONSULTORIA E ENGENHARIA LTDA. CNPJ: 02.429.986.0001-45. CREA – DF: 6.815. Endereço: Setor de Autarquias Sul – SAUS, Quadra.04, Bloco “A”, Edifício Victória Office Tower, sala 124. Brasília – Distrito Federal. Telefone: (61) 3201-8700. Coordenador Técnico: Marco Antônio Macêdo Diniz. E-mail: marco@prismabr.com.br</p>
<p><u>Anotações de Responsabilidade Técnica – ARTs:</u></p> <p>Eng. Civil Marco Antônio Macedo Diniz. ART nº 0720170050239. Eng. Civil Gustavo de Souza Macedo Diniz ART nº 07220170050260 Arquiteta e Urbanista Luísa Loureiro Ricaldes. RRT nº 0000006087933.</p>

2. CRITÉRIOS DO PARCELAMENTO URBANO

2.1 Nome do Empreendimento e atividades previstas

- **Nome do Empreendimento:**
Centro Urbano e Quadra 206 entre os conjuntos 02 e 03 da Cidade do Recanto das Emas.
- **Atividade Prevista:**
Parcelamento de solo urbano de interesse social.

2.2 Localização geográfica e Caracterização da Área Abrangida pelo Projeto

A poligonal da área de estudo em tela, elaborada a partir da URB nº 057/2016, aprovado pela Decisão nº 28/2017 do Conselho de Planejamento Territorial e Urbano do DF – CONPLAN e Decreto nº 38.482 de 11 de setembro de 2017, possui aproximadamente 41,43 hectares e está contemplada em Projeto Urbanístico nº 169/1993. Os usos previstos, segundo o MDE nº 057/2016, são: residenciais (multifamiliar), comercial, industrial, institucionais e equipamentos públicos.

É mister informar que há lotes consolidados com usos para equipamentos públicos comunitários (restaurante comunitário, ginásio esportivo, fórum); institucional (igreja), e Espaços Livres de Uso Público – ELUPs (praças) na poligonal da área de estudo.

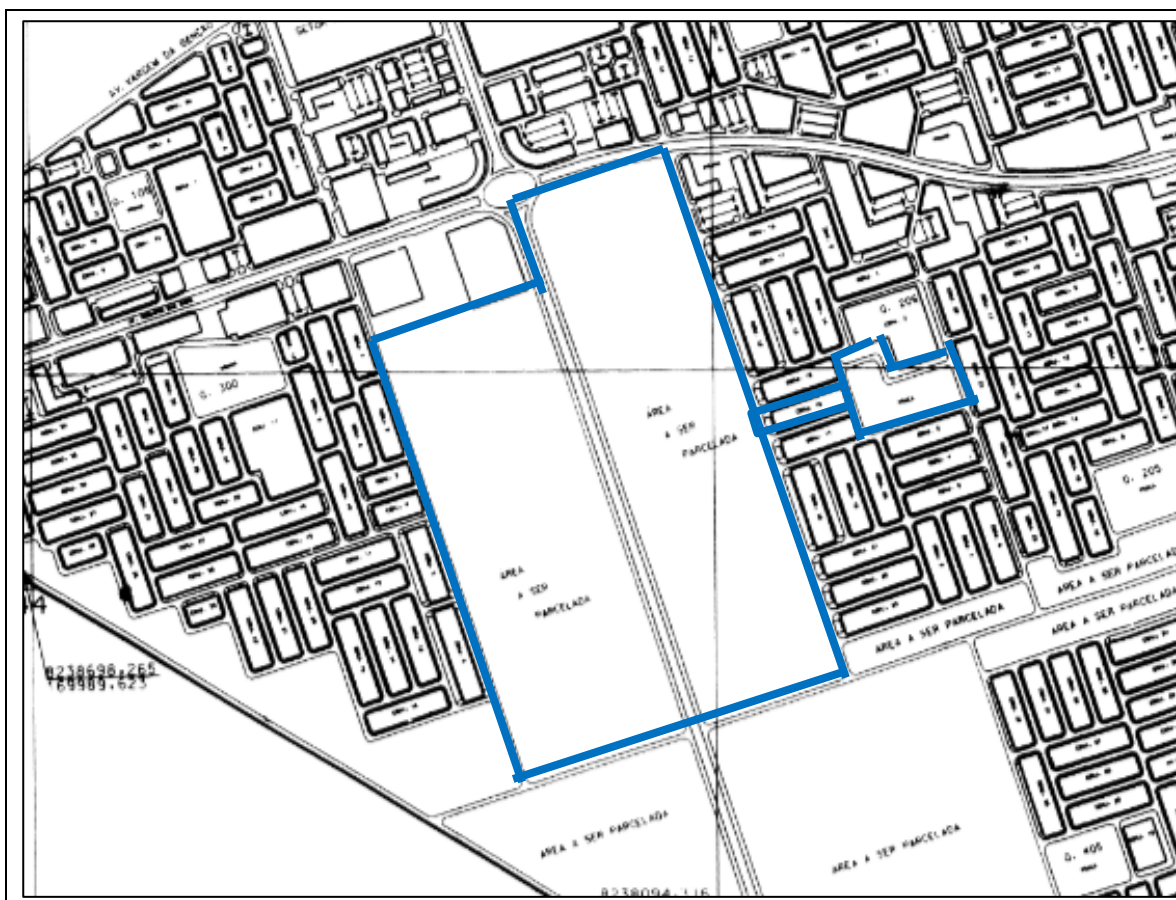


Figura 1 – Trecho da URB 169/1993. Em destaque, polígono em azul, ilustrando a localização aproximada da área de estudo do presente relatório em reação à citada URB.

De acordo com o MDE – 169/93, a gleba onde hoje situa-se a Cidade do Recanto das Emas era anteriormente ocupada pelo Núcleo Rural Vargem da Bênção, constituído por lotes e chácaras, arrendadas a particulares pelo Poder Público, e uma grande área ocupada pelo Complexo Avícola – Só Frango, tendo sido desapropriada para a implantação da Cidade. O Despacho nº 0898/2016 – NUREG/TERRACAP confirma que o Projeto Urbanístico está em “Área de Parcelamento Futuro”, de propriedade da TERRACAP.

Assim, o Centro Urbano do Recanto das Emas encontra-se em terras desapropriadas.



Vale ressaltar que o empreendimento está incluído na Política Habitacional do Governo do Distrito Federal, no âmbito do Programa “Habita Brasília”, criado em meados de 2016 com objetivo de aliar a necessidade da população, os serviços prestados pelo governo e as diferentes alternativas de moradia, priorizando o atendimento às famílias que ganhem até três salários mínimos, o que corresponde a R\$ 2.640,00.



Figura 2 - Imagem do Centro Urbano – prospecção. Fonte: SEGETH

3. DIRETRIZES URBANÍSTICAS

De acordo com o PDOT Lei Complementar nº 803, de 25/04/2009, revisado pela Lei Complementar nº 854, de 15 de outubro de 2012, a área encontra-se na Zona Urbana Consolidada. A Zona Urbana Consolidada é composta por áreas predominantemente urbanizadas ou em processo de urbanização. Para o Recanto das Emas, o PDOT define a densidade alta, com valores superiores a 150 habitantes por hectare. Na Zona Urbana Consolidada, devem ser desenvolvidas as potencialidades dos núcleos urbanos, incrementando-se a dinâmica interna, melhorando sua integração com áreas vizinhas e promovendo o uso diversificado, de forma a otimizar o transporte público, a oferta de empregos e a utilização da infraestrutura urbana e dos equipamentos públicos.

As Diretrizes Urbanísticas Específicas de Parcelamento do Solo Urbano – DIUPE 39/2016 para o Centro Urbano e Subcentro 400/600 do Recanto das Emas, indicam o zoneamento, os parâmetros de ocupação do solo e as densidades admitidas.

Com relação à densidade populacional, a DIUPE 39/2016, “no sentido de promover o pleno desenvolvimento urbano, econômico e social e consolidar o Centro Urbano e Subcentro 400/600 como novas centralidades”, propõe a variação de densidade permitida pelo PDOT, estabelecendo-se a densidade de 250 hab/ha para a poligonal do projeto do Subcentro 400-600, preservando-se ainda, desta forma, como média, o valor de referência de 150 habitantes por hectare para a poligonal de todo o Núcleo Urbano e permitindo o adensamento do outro subcentro. Assim, a população total estimada da porção territorial do Núcleo Urbano do Recanto das Emas com o incremento das densidades do Centro Urbano e Subcentro 400/600 é de 144,766 habitantes, restando ainda, 8,810 habitantes a serem distribuídos no outro subcentro e demais setores do Recanto das Emas.

Considerando que o projeto propõe 468 lotes para casas sobrepostas (2 unidades habitacionais por lote) e estima 2.064 unidades habitacionais em habitação coletiva e utilizando os dados da Pesquisa distrital por amostra de domicílios – PDAD 2015/16 para o Recanto das Emas, que considera 3,51 hab/domicílio, conclui-se que a população prevista no projeto será de 10.530 hab para uma área de 41,43 ha, o que representa uma densidade de 254 hab/ha. Esse valor é inferior ao definido como limite máximo na DIUPE 39/2016.

Quanto ao sistema viário, a DIUPE 39/2016 propõe uma conexão leste-oeste, além da via central do parcelamento, já implantada.

3.1 Proposta de Projeto

A malha urbana do Centro Urbano foi pensada como uma quadrícula com vias unidirecionais, que se conectam com o sistema viário adjacente.

Para dar continuidade ao sistema viário principal do Recanto das Emas, que conectará a área com a Vargem da Benção (nova área urbana) e com Samambaia, estrutura-se a Avenida Central com outra ligação principal, transversal, que liga as quadras 300 e 206, que funciona de modo bidirecional. A interseção desta via com a Avenida Central foi resolvida por meio de uma rótula, já parcialmente implantada.

I. Considerações das Vias

As vias urbanas são classificadas de acordo com o contexto urbano. Para o parcelamento de solo urbano do Centro Urbano e Quadra 206 entre os Conjuntos 02 e 03 esta classificação foi proposta pelo MDE 057/2016 – desenvolvido pela SEGETH, que se baseou nas diretrizes interpostas pela DIUPE 39/2016. Além também das Notas Técnicas 02/2015 DAUrb/SUAT/SEGETH que trata sobre “Diretrizes para o sistema viário Novos parcelamentos”, Decreto 33.741, de 28 de junho de 2012, que regulamenta o artigo 20, da Lei Complementar nº803/2009, no que diz respeito às normas viárias, conceitos gerais e parâmetros para dimensionamento de sistema viário urbano para o planejamento, elaboração e modificações para projetos urbanísticos.

Desta forma, conforme as diretrizes da URB/MDE 057/2016 – SEGETH e Ata de reunião realizada entre SEGETH e DETRAN ocorrida no dia 02/05/2017 foi estabelecido que:

- Ruas compartilhadas:
Ruas 05, 06, 08, 09, 12, 13, 15, – 20Km/h;
- Vias Locais:
Ruas 01, 02, 03, 04, 07, 10, 11, 14 – 40Km/h
- Vias Coletoras:
Avenida Oiti, Aroeira – 40Km/h
Rua do Fórum – 50Km/h
- Via Principal:
Avenida Central – 50Km/h
Avenida Resedá, Avenida Jatobá – 50Km/h
Avenida Recanto das Emas – 60Km/h
Avenida Eucalipto – 50Km/h.

Vias urbanas

- **De trânsito rápido** - caracterizada por acessos especiais com trânsito livre, sem interseções em nível, sem acessibilidade direta aos lotes lindeiros e sem travessia de pedestres em nível.
- **Arterial ou Principal** - caracterizada por interseções em nível, geralmente controladas por semáforo, com acessibilidade aos lotes lindeiros e às vias secundárias e locais, possibilitando o trânsito entre as regiões da cidade.
- **Coletora** - destinada a coletar e distribuir o trânsito que tenha necessidade de entrar ou sair das vias de trânsito rápido ou arteriais, possibilitando o trânsito dentro das regiões da cidade.
- **Local** - caracterizada por interseções em nível não semaforizadas, destinadas apenas ao acesso local ou a áreas restritas.
- **Compartilhada** - defende a quebra da segregação entre veículos, pedestres e outros usuários do espaço público

Para vias urbanas:

- **Trânsito Rápido:** 80/70 km/h;
- **Principais/Coletoras:** 60/50 km/h;
- **Secundárias:** 40 km/h;
- **Local:** 30 km/h;
- **Compartilhada:** 20Km/h

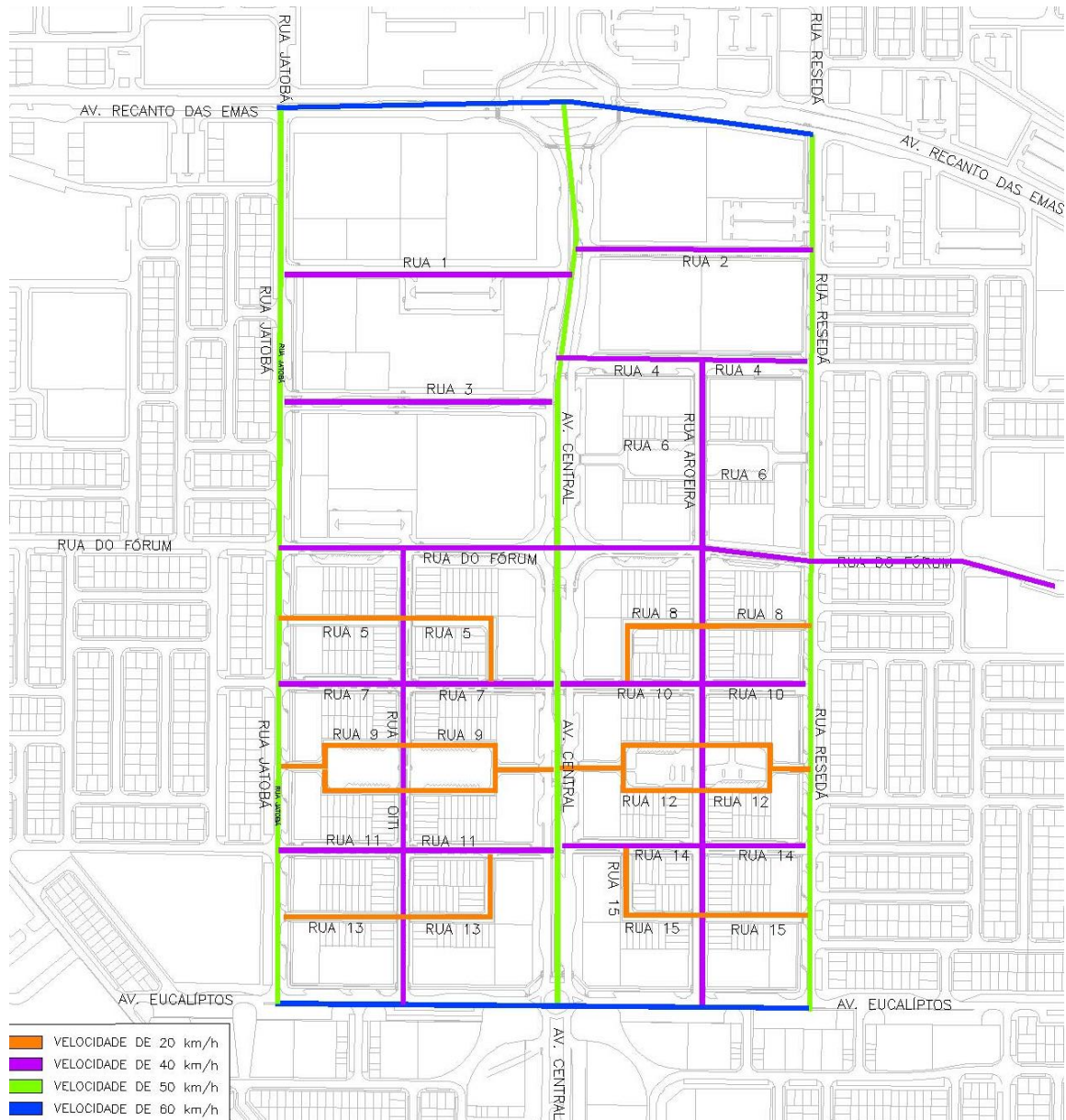


Figura 3 - Hierarquia e velocidade das vias

Com a finalidade de incentivar o uso da bicicleta como meio de transporte e diminuir a necessidade do uso do carro circulando na cidade, o projeto se preocupa com faixas reservadas para os ciclistas proporcionando para eles maior segurança.

Assim, todas as vias do Centro Urbano possuem malha cicloviária, sendo, em alguns casos, uma infraestrutura segregada – ciclovias no canteiro central da Avenida Central – e, em outros casos, ciclofaixa. Nas esquinas e em alguns trechos, adota-se a calçada compartilhada, onde o pedestre e o ciclista compartilham o espaço.



Figura 4 – Sistema viário e ciclovias

São previstos estacionamentos no perímetro dos quarteirões principais, em especial para garantir o acesso aos térreos comerciais.

No interior dos quarteirões, foram concebidas como ruas compartilhadas, que consistem em ruas preferencialmente para pedestres, onde é admitido o acesso de veículos aos lotes (lotes 2 famílias). O conceito de rua compartilhada defende a quebra da segregação entre veículos, pedestres e outros usuários do espaço público. São previstos estacionamentos ao longo da rua compartilhada, onde são criadas trincheiras de infiltração, infraestruturas verdes que permitem infiltração e drenagem. As ruas compartilhadas possuíram caimento da rua central, as trincheiras de infiltração serão centrais.

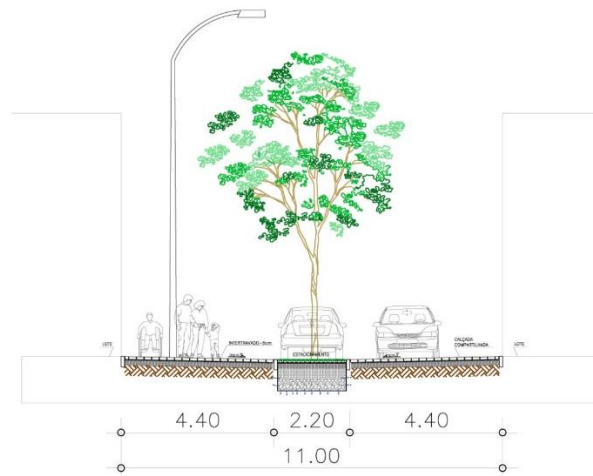


Figura 5 - Corte esquemático da rua compartilhada, Ruas 5, 8, 9, 12, 13 e 15

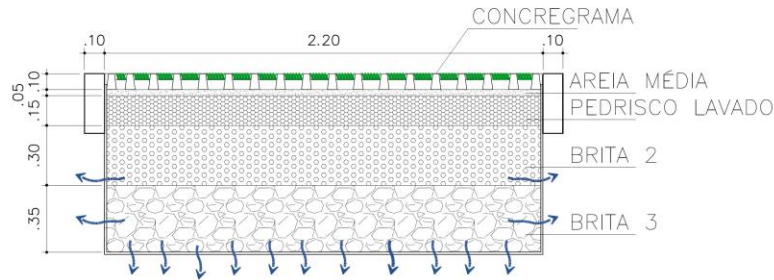
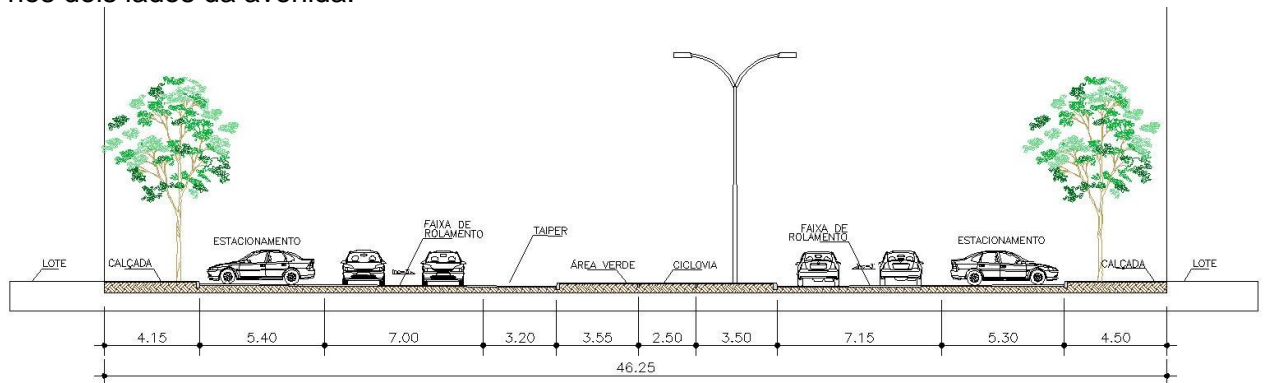


Figura 6 - Corte esquemático da trincheira na via compartilhada



Figura 7 - Simulação da rua compartilhada

A avenida principal do Centro Urbano que corta de norte/sul – Av. Central apresenta canteiro central com aproximadamente 13,00 m e duas faixas de rolamento por sentido (faixa de rolamento de 3,50m), com a presença de estacionamentos a 45° e calçada no canteiro central. Ao longo da avenida também foram locados estacionamentos a 45° nos dois lados da avenida.



CORTE CC

Figura 8 – Seção da Avenida Central próximo à rua 09 e 12 do Centro Urbano. Estaca 07.

As vias secundárias são vias unidirecionais, com duas faixas de rolamento por sentido e caixa de via de 6,50, área verde de 1,00 e ciclovia bidirecional de 2,50m.

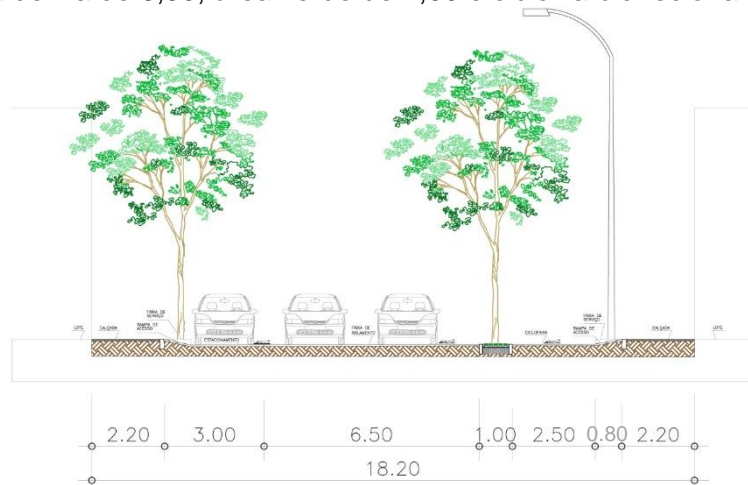


Figura 9 - Seção esquemática das Ruas 07, 10, 11 e 14



Figura 10 - Prospecção das Praças nos quarteirões

4. MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO

Como se diz respeito a um parcelamento médio e com ruas com características locais e coletoras, o dimensionamento levou em consideração o fluxo e a aplicação das vias para a realização de um projeto que atendesse melhor às necessidades do Centro Urbano e Quadra 206 entre os conjuntos 02 e 03 da Cidade do Recanto das Emas.

Entre os inúmeros métodos existentes para dimensionamento de pavimentos flexíveis, trabalharemos no presente estudo com o método de dimensionamento do DNIT, Manual de Pavimentação e para o dimensionamento de pavimento com blocos intertravados de concreto vamos utilizar o método IP-06 da Prefeitura Municipal de São Paulo – PMSP.

- Manual de Pavimentação do DNIT – (tráfego leve/médio – Vias Principais e Secundárias): este procedimento baseia-se no método de projeto de pavimento flexíveis do Engº Murilo Lopes de Souza, de 1966, adotado pelo DNER, e nos métodos MD-1 e MD-3T/79, da PMSP, porém com o uso de ábaco de dimensionamento proposto originalmente pelo Corpo de Engºs do Exército Americano (USACE). Trata-se de um método que procura orientar o dimensionamento principalmente para pavimentos urbanos.

- Método PMSP-IP-06 – (tráfego leve/médio – Vias Compartilhada): nesta Instrução de Projeto, dimensionados por dois métodos de cálculo preconizados pela ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland, aqui transcritos, sendo o seu entendimento e a sua aplicação ilustrada com exemplos práticos.

5. CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS

Determinada as condições de tráfego, para efeito de dimensionamento de novos pavimentos, as vias podem ser classificadas em: principais, secundárias, coletoras e locais, com base nos critérios do modelo PAVIURB utilizado na Prefeitura do Município de São Paulo CT/9-PMSP, conforme Quadro 02.

- *Vias Principais/Coletora*: Tráfego médio, ruas de características residenciais, com função predominante de via coletora secundária, para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em um número entre 21 (vinte e um) e 100 (cem) por dia, na faixa de tráfego mais solicitada, caracterizadas por um número “N” típico de 5×10^5 solicitações do eixo simples padrão de 8,2t para o período de projeto de 10 anos, observando-se um provável aumento de demanda em função do desenvolvimento da região;
- *Vias Secundárias/Locais*: Tráfego leve, ruas de características essencialmente residenciais, para as quais não é previsto o tráfego de ônibus, podendo existir, ocasionalmente, passagens de caminhões ou ônibus – em número entre 4 e 20 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um número “N” típico de 10^5 solicitações do eixo simples padrão (8,2 t) para o período de 10 anos.
- *Vias Locais*: Tráfego muito leve, ruas de características essencialmente residenciais, para as quais não é absolutamente previsto o tráfego de ônibus, podendo existir, ocasionalmente, passagens de caminhões em número não superior a 3 (três) por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um número “N” típico de 10^4 solicitações do eixo simples padrão (8,2 t) para o período de 10 anos.
- *Vias Compartilhadas*: Tráfego muito leve, ruas de características essencialmente residenciais com tráfego de veículos privado e pedestre, não é previsto o tráfego de ônibus, podendo existir, ocasionalmente, passagens de caminhões de mudança em número não superior a 2 (dois) por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um número (“N” $\leq 10^5$) desconsiderando a utilização da camada de base, e também para tráfego meio pesado a pesado (“N” $> 1,5 \times 10^6$), com a utilização de uma base cimentada.

QUADRO 02 – CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS E PARÂMETROS DE TRÁFEGO

Tipo de Via	Função Predominante	Tráfego Previsto	Vida de Projeto (Anos)	Vida Inicial na faixa mais carregada		N	N Característico
				Veículo Leve	Caminhão e Ônibus		
I	Via local residencial sem passagem	Muito Leve	10	< 100	< 3	10^4	10^4

	Via local residencial com passagem	Leve	10	100 a 400	4 a 20	2,8x 10 ⁴ a 1,4x10 ⁵	10 ⁵
III	Via coletora principal	Médio	10	401 a 1500	21 a 100	1,4x10 ⁵ a 7,0x10 ⁵	5x10 ⁵
Vias urbanas típicas (I, II, III).....					Fator Veículo = 1,55	

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: Manual de Pavimentação / DNIT

Quanto ao estudo de tráfego, as vias foram classificadas considerando o Quadro 02 e também pelo MDE desenvolvido pela SEGETH, de acordo com o tráfego previsto para os locais e em função do aumento da demanda. Levando-se em consideração tais fatores e as características do empreendimento em que predominantemente as vias são coletoras e locais, conforme Planta de Classificação Viária anexa, foi adotado o número N de 10⁵ para as vias locais e de N de 5x10⁵ para as vias coletoras.

6. ESTUDO GEOTÉCNICO DO SUBLEITO

A construção de um pavimento exige o conhecimento não só dos materiais constituintes das camadas desse pavimento, como também dos materiais constituintes do subleito e daqueles que possam interferir na construção de drenos, acostamentos, cortes e aterros. Assim, os serviços geotécnicos foram desenvolvidos e divididos basicamente em serviços de campo e laboratório e de escritório.

Os serviços de campo ou de laboratório foram executados segundo procedimentos normatizados, obedecendo-se a seguinte ordem:

1. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;
2. Especificações da NOVACAP;
3. PMSP – Prefeitura Municipal de São Paulo;
4. Métodos de Ensaio / DNER.
5. Manual de Pavimentação / DNIT

6.1 Serviços de Campo e Laboratório

O desenvolvimento dos serviços de campo e laboratório foi dividido em reconhecimento preliminar de campo, amostragem sistemática e ensaios geotécnicos.

a) Reconhecimento Preliminar de Campo:

De posse de informações preliminares, obtidas em mapas geológicos, pedológicos e geotécnicos, realizou-se uma vistoria no campo por profissionais especializados, de comprovada experiência na área e com conhecimentos pedológicos, geológicos e geotécnicos.

Nesse reconhecimento procuramos obter as seguintes informações básicas:

- Existência ou não de revestimento primário (presença de materiais pétreos, escória ou entulho de boa qualidade) nas vias: de acordo com visita “in loco”, verificou-se que as vias onde será locado o empreendimento se encontram em terreno natural.
- Condições topográficas e aspectos ligados à drenagem superficial e profunda das vias em questão: com base em visita “in loco”, observou-se que se trata de uma região relativamente plana, com a maior parte do terreno plano tendo declividade em torno de 5%.
- Identificação expedita, táctil-visual, do subleito, considerando a cor, macroestrutura, mineralogia e granulometria.

A partir dessas informações e da identificação do material, foram programadas as fases do estudo geotécnico referentes à amostragem sistemática e aos ensaios geotécnicos.

b) A amostragem Sistemática:

A amostragem da via, para fins geotécnicos, foi feita através de furos de sondagens a trado, num total de 18 (dezoito) furos, conforme Planta de Locação das Sondagens a Trado. Os furos de sondagens foram locados ao longo da caixa das vias a serem projetadas de forma a obter uma caracterização total da área de estudo.

As sondagens utilizadas para reconhecimento (análise táctil-visual), coleta de amostras e anotação da cota do nível d'água (se constatado), foram executadas com auxílio de equipamentos manuais, tipo trado mecânico, cavadeira, pá, picareta e outros pequenos equipamentos. A profundidade das sondagens para Pavimentação, em relação à cota de fundação do pavimento, é, em sua grande maioria, de 1,50 m. A localização dos furos de sondagem para a Pavimentação também foi apresentada no Caderno de Estudo Geotécnico.

A amostragem das camadas representativas do revestimento primário e do subleito, visando à obtenção de suas características geotécnicas, foi realizada nos primeiro 1,50 m, abaixo da cota de fundação do pavimento, sendo representativa das camadas encontradas.

c) Ensaios Geotécnicos:

Baseado nas informações obtidas no reconhecimento preliminar de campo e numa pré-definição da cota de implantação do pavimento, fizemos a programação de ensaios de laboratório, considerando a graduação do material do subleito e a presença ou não do revestimento primário.

Os ensaios foram feitos, principalmente, de forma a avaliar os materiais entre 0,00 e 1,50 metro, abaixo do greide de fundação do pavimento, buscando-se obter amostras representativas das camadas por meio de identificação (táctil-visual e

granulometricamente), foram ensaiadas em uma única amostra representativa do mesmo horizonte, o que foi executado no presente estudo.

Visando caracterizar esses materiais de subleito, foram realizados 18 (dezoito) ensaios de sondagem a trado e realizada a caracterização tátil visual do solo, conforme Boletim de Sondagem a Trado, Tabela 01. Além disso, a coleta de material de cada furo, cerca de 40 kg, e executados os ensaios geotécnicos, tais como: compactação na energia normal, índice de suporte Califórnia – I.S.C., expansão, granulometria por peneiramento, limites de liquidez e de plasticidade.

Tabela 01 – Boletim de Sondagem a Trado – Caracterização Táctil Visual.

BOLETIM DE SONDAÇÃO A TRADO				
LOCAL		OBJETO:		
RECANTO DAS EMAS		SONDAÇÃO A TRADO PARA PAVIMENTAÇÃO		
DATA:		SEGMENTO:		
JANEIRO - 2018		CENTRO URBANO		
ESTUDO:				
CARACTERIZAÇÃO SUBLEITO				
REGISTRO	N.A (m)	PROFUND. (m)		CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
ST 01	-	0,00	0,12	Camada Vegetal
		0,12	1,53	Argila P/ Arenosa, Vermelha.
ST 02	-	0,00	0,17	Entulho
		0,17	1,50	Argila P/ Arenosa, Vermelha.
ST 03	-	0,00	0,15	Camada Vegetal
		0,15	1,55	Argila P/ Arenosa, Marrom.
ST 04	-	0,00	0,19	Camada Vegetal
		0,19	1,53	Argila P/ Arenosa, Vermelha.
SP 05	-	0,00	0,21	Camada Vegetal
		0,21	1,55	Argila P/ Arenosa, Vermelha.
ST 06	-	0,00	0,20	Entulho
		0,20	1,52	Argila P/ Arenosa, Vermelha.
SP 07	-	0,00	0,12	Camada Vegetal
		0,12	1,58	Argila P/ Arenosa, Vermelha.
ST 08	-	0,00	0,14	Camada Vegetal
		0,14	1,55	Argila P/ Arenosa, Vermelha.
ST 09	-	0,00	0,16	Camada Vegetal
		0,16	1,51	Argila P/ Arenosa, Vermelha.
ST 10	-	0,00	0,13	Camada Vegetal
		0,13	1,54	Argila P/ Arenosa, Vermelha.
ST 11	-	0,00	0,16	Camada Vegetal
		0,16	1,50	Argila P/ Arenosa, Vermelha.
ST 12	-	0,00	0,15	Camada Vegetal
		0,15	1,52	Argila P/ Arenosa, Vermelha.
ST 13	-	0,00	0,13	Camada Vegetal
		0,13	1,55	Argila P/ Arenosa, Vermelha.
ST 14	-	0,00	0,15	Camada Vegetal
		0,15	1,55	Argila P/ Arenosa, Vermelha.
ST 15	-	0,00	0,15	Camada Vegetal
		0,15	1,53	Argila P/ Arenosa, Vermelha.
ST 16	-	0,00	0,14	Camada Vegetal
		0,14	1,55	Argila P/ Arenosa, Vermelha.
ST 17	-	0,00	0,20	Camada Vegetal
		0,20	1,56	Argila P/ Arenosa, Vermelha.
ST 18	-	0,00	0,17	Camada Vegetal
		0,17	1,50	Argila P/ Arenosa, Vermelha.

Os resultados e as planilhas de cálculo desses ensaios constam do Estudo Geotécnico em anexo. A seguir, na Tabela 02, é apresentado o resumo dos resultados dos ensaios para a área em estudo.

Tabela 02 - Resultado dos ensaios realizados no material de subleito, compactado na energia Normal, compactação, ISC, Granulometria por Peneiramento, LL e LP.

FURO	W _{OT} (%)	G _s (Kg/m ³)	EXP. (%)	CBR (%)	GRANULOMETRIA				ÍNDICES (%)		
					(% ↓ # 200)	(% areia grossa)	(% areia fina)	(% pedre)	LL	LP	IP
1	29,0	1356	0,19	6,6	72,02	17,01	10,15	0,82	41,0	27,9	13,1
2	29,4	1328	0,30	7,0	72,50	16,02	9,50	1,97	43,4	25,9	17,5
3	30,0	1341	0,59	6,8	72,16	19,82	7,34	0,68	37,1	22,9	14,2
4	31,0	1340	0,26	6,3	76,43	16,45	6,34	0,78	44,3	28,2	16,2
5	31,2	1344	0,30	7,2	71,51	19,49	7,87	1,14	36,7	22,7	13,9
6	32,5	1329	0,31	6,0	73,55	17,57	8,28	0,60	42,2	25,5	16,8
7	30,6	1305	0,27	6,6	73,14	18,71	8,15	0,00	40,9	24,1	16,8
8	29,2	1351	0,29	7,0	70,85	16,41	10,81	1,92	36,7	20,9	15,9
9	31,0	1342	0,26	7,1	71,38	19,00	8,69	0,93	43,3	11,9	31,4
10	31,0	1352	0,21	6,9	73,42	17,06	8,41	1,11	40,5	25,5	15,0
11	31,4	1338	0,31	6,8	75,74	14,88	8,18	1,20	34,3	22,4	11,9
12	29,0	1343	0,37	6,5	73,33	17,53	7,82	1,32	44,4	27,7	16,7
13	29,5	1338	0,26	6,0	71,28	19,35	8,53	0,84	38,1	23,8	14,3
14	31,2	1366	0,29	6,5	70,74	20,10	8,47	0,69	37,7	22,4	15,3
15	29,8	1360	0,35	6,5	72,25	17,86	8,68	1,22	37,4	23,7	13,8
16	31,2	1332	0,30	7,1	69,61	18,59	10,74	1,06	35,7	19,5	16,2
17	29,5	1345	0,30	6,9	71,07	16,74	10,23	1,95	41,8	26,8	15,1
18	31,8	1322	0,20	7,0	74,72	15,56	8,71	1,00	38,0	26,1	11,8
1 – 4% CIMENTO											
1 – 4% CIMENTO	30,2	1568	0,12	43	68,57	22,20	6,99	2,25	35,1	23,7	11,5
2 – 4% CIMENTO											
2 – 4% CIMENTO	29,3	1592	0,11	48	66,85	19,30	12,21	1,65	36,4	22,9	13,5

Em que:

W_{ot} - Umidade ótima de compactação;

G_s - Massa específica real dos grãos;

ISC – Índice suporte Califórnia;

Exp. – Expansão;

LL – Limite de liquidez;

LP – Limite de plasticidade;

IP – Índice de Plasticidade.

Verificando os resultados dos ensaios constantes da Tabela 02 e o Boletim de Sondagem a Trado, Tabela 01, constatamos que o material em campo de modo geral é predominantemente um solo fino, com características, argila pouco arenosa, vermelha. Com relação a sua plasticidade observamos que apresenta valor relativamente alto, mas com expansão moderada, dentro dos padrões aceitáveis como material de subleito ou de aterro.

6.2 Serviços de Escritório

Os serviços de escritório descritos a seguir orientaram a produção dos documentos geotécnicos do projeto e referem-se área estudada, contendo as informações indicadas abaixo.

Indicação das características de cada camada estudada, conforme relacionados abaixo:

- Identificação tátil-visual incluindo a cor de cada camada;
- Massa específica aparente seca máxima;
- Umidade ótima;
- Índice de Suporte Califórnia (CBR);
- Expansão;
- Limite de liquidez;
- Limite de plasticidade;
- Cálculo do Suporte: CBR de Projeto.

De posse dos dados geotécnicos, os resultados dos ensaios, para fins de dimensionamento do pavimento, foram tratados estatisticamente. Assim, considerando-se que os dados seguem uma distribuição normal, para os casos em que a quantidade de observações não é suficientemente grande, ou seja, quando se tem um volume de *graus de liberdade* inferior a 30 unidades é indicada a utilização da *Distribuição de Student*, sendo adotado um nível de confiança de 90%. O tratamento estatístico foi feito através da *distribuição "t" de Student*, conforme Tabela 03.

Assim, utilizando essas ferramentas e a Equação 01, chegamos a um intervalo de valores para os quais o CBR de projeto pode ser enquadrado.

$$CBR_{proj} = \overline{CBR} - \frac{t_{0,90} * \sigma}{\sqrt{N}}$$

Equação 01

Onde:

CBR_{proj} : CBR de projeto, utilizado para o dimensionamento do pavimento;

\overline{CBR} : CBR médio encontrado;

$t_{0,90}$: Valor de "t de Student" com 90% de confiança, para a amostra;

σ : Desvio padrão da amostra;

N : Número de amostras realizadas.

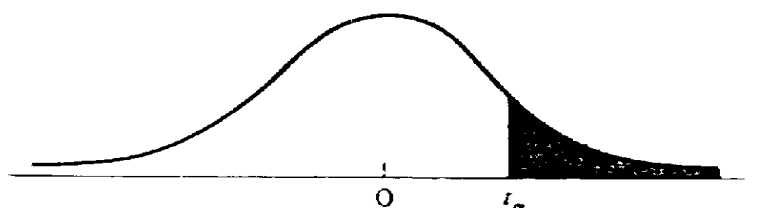


Tabela 03 – Distribuição de *Student*

Área numa cauda	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005
Graus liberdade (v)	Valores de <i>t</i>				
1	3,078	6,314	12,706	31,821	63,656
2	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925
3	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841
4	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604
5	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032
6	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707
7	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499
8	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355
9	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250
10	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169
11	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106
12	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055
13	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012
14	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977
15	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947
16	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921
17	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898
18	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878
19	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861
20	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845
21	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831
22	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819
23	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807
24	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797
25	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787
26	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779

27	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771
28	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763
29	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756
30	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750
40	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704
60	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660
120	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617
∞	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576

Portanto, para a área de projeto temos $CBR_{de\ projeto}$ no valor de 6,64%, adotando um valor inteiro, teríamos um $CBR_{de\ projeto}$ de 6,0%. Nesse sentido o CBR de projeto adotado para o dimensionamento das vias é de 6,0%, haja visto que os resultados são bastante homogêneos.

Nº Furos	18
CBR Médio	6,8
Desvio Padrão	0,36
T 0,90	1,333
CBR de Projeto	6,64

Fonte: Elaborada pelo autor

CBR adotado – 6,0%

d) Definição dos Parâmetros de Projeto:

d.1) Tráfego Estimado:

A incidência total do tráfego no período de projeto, expressa pelo número “N” de solicitações do eixo padrão simples de 8,2 t, foi adotada conforme exposto abaixo:

$N = 10^5$ solicitações – tráfego leve para as vias secundárias e coletoras (locais);

$N = 5 \times 10^5$ solicitações – tráfego médio para as vias principais.

d.2) Fator Climático Regional (caso tráfego médio – DNER 667/22 de 81):

Para levar em conta as variações de umidade dos materiais do pavimento durante as diversas estações do ano (o que se traduz em variações de capacidade de suporte dos materiais), adotou-se um Fator Climático Regional (FR) igual a 1,0, visto que o adotado pela AASHTO varia de 0,2 a 5,0 (ocasião de extrema saturação dos materiais).

d.3) Coeficientes de Equivalência Estrutural (K)

O coeficiente de equivalência estrutural de um material, que é definido como a relação entre as espessuras de uma base granular e de uma camada com material que apresenta o mesmo comportamento, foi definido conforme os materiais previamente selecionados, mostrados na Tabela 04 abaixo:

Tabela 04: Coeficientes de equivalência estrutural

Componentes do pavimento	Coeficiente K
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,40
Base ou revestimento betuminoso por penetração	1,20
Camadas granulares	1,00
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 kg/cm	1,70
Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 45 kg/cm e 28 kg/cm	1,40
Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 28 kg/cm e 21 kg/cm	1,20

Fonte: Manual de Pavimentação - DNIT

Os coeficientes de equivalência estrutural das principais camadas dos pavimentos foram designados genericamente por:

R = coeficiente estrutural da camada de revestimento;

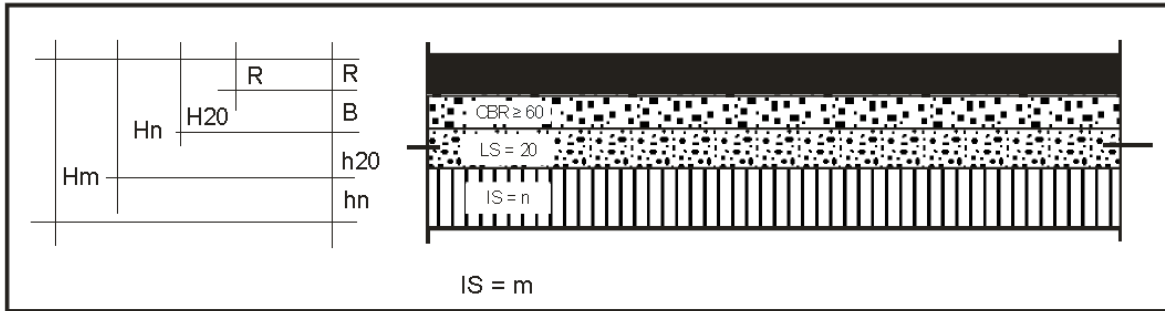
B = coeficiente estrutural da camada de base;

Hsb = coeficiente estrutural da camada de sub-base;

Href = coeficiente estrutural da camada de reforço.

e) Determinação das Espessuras das Camadas do Pavimento:

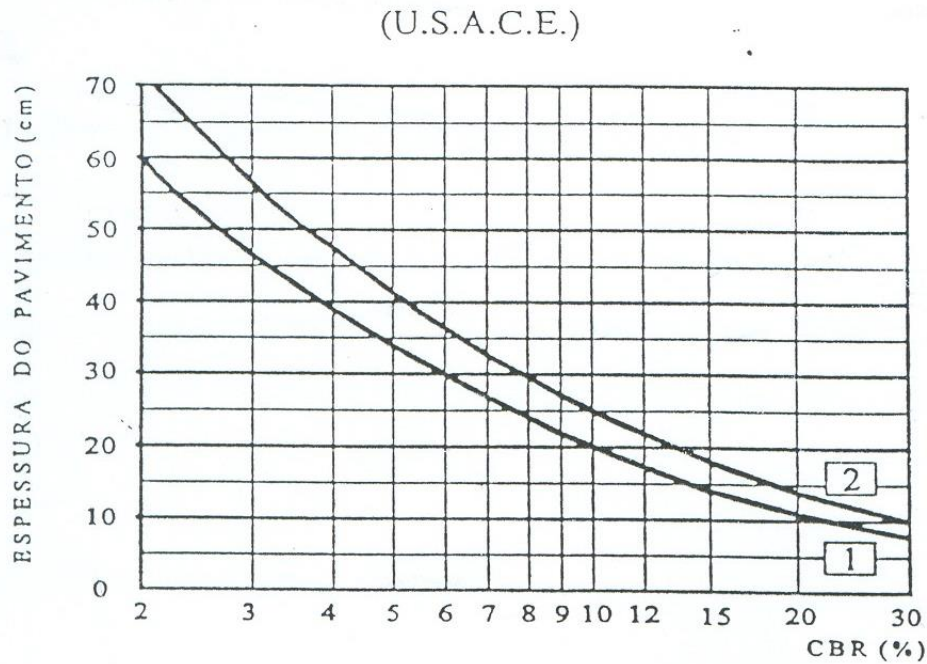
De posse dos parâmetros descritos acima, no item d, e com os materiais a serem utilizados na estrutura do pavimento, determinaram-se as espessuras das camadas do pavimento, conforme esquema abaixo:



Fonte: DNIT – Manual de Pavimentação

e.1) Espessura Total do Pavimento (H_{SL}):

Em função do tipo de tráfego previsto e de posse do suporte representativo do subleito (CBR_P) adotado, conforme cálculo acima, a espessura total básica (H_{SL}) das camadas do pavimento, em termos granulares, foi fixada de acordo com o ábaco de dimensionamento da Figura 10 para o caso de tráfego leve.



Curva 1: Tráfego Muito Leve - "N" típico de 10^4 Solicitações do Eixo Simples Padrão de 8,2 t.
Curva 2: Tráfego Leve - "N" típico de 10^5 Solicitações do Eixo Simples Padrão de 8,2 t.

Figura 11 - Ábaco de dimensionamento para vias de tráfego muito leve e leve.

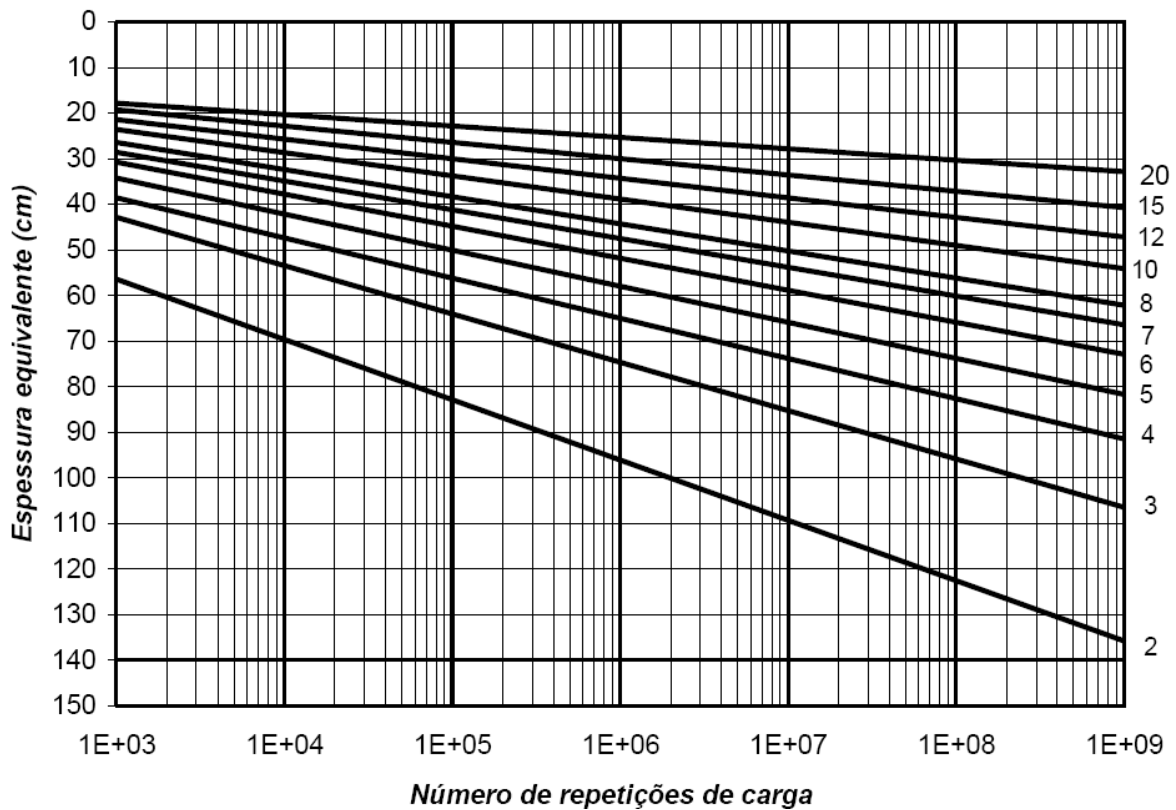


Figura 12 - Ábaco de dimensionamento para vias de tráfego médio.

Fonte: Método de projeto de pavimentos flexíveis. DNER

e.2) Espessuras das Camadas:

Uma vez determinada a espessura total do pavimento (H_{SL}), em termos de material granular com auxílio dos ábacos das curvas 01 ou 02, conforme Figura 11, e fixada a espessura do revestimento (R), proceder-se-á ao dimensionamento das espessuras das demais camadas, ou seja, da base, sub-base e do reforço de subleito, levando-se em conta os materiais selecionados para cada uma delas, seus coeficientes de equivalência estrutural e suas capacidades de suporte, traduzidas pelos seus respectivos CBR, como se observa a seguir.

As espessuras de base (B), sub-base (K_B) e de reforço do subleito (h_{REF}), se necessário, foram obtidas pela resolução sucessiva das seguintes inequações:

$$R * K_R + B * K_B \geq H_{SB}$$

$$R * K_R + B * K_B + h_{SB} * K_{SB} \geq H_{REF}$$

$$R * K_R + B * K_B + h_{SB} * K_{SB} + h_{REF} * K_{REF} \geq H_{SL}$$

Figura 11 – Esquema elucidativo das espessuras

e.2.1) Classificação das Vias, Tipo e Espessura da Camada de Rolamento:

Para a área em estudo, verifica-se que o tráfego de veículo a circularem nas vias tem características residenciais, ou seja, vias locais e também coletoras. Diante disso, classificam-se as vias como de tráfego leve e médio. Quanto ao material de revestimento, e com base na classificação de tráfego adotada, será utilizado revestimento em Concreto

Betuminoso Usinado a Quente – CBUQ para as Vias Coletoras e Locais, com espessura de aproximadamente 7,5 cm e 5,0 cm, respectivamente, espessura mínima, conforme o Manual do DNIT. O coeficiente estrutural para este tipo de revestimento é $K_R = 2,00$. Já para as vias com tráfego compartilhado será utilizado pavimento em Bloco de concreto intertravado.

e.2.2) Cálculo das Demais Camadas:

De um modo geral, adota-se a espessura mínima para uma camada de base granular 10 cm e para garantir as condições ideais, considera-se também quando da necessidade de sub-base e/ou reforço ou quando da existência de uma única camada além da betuminosa, uma espessura mínima de 15 cm a fim de homogeneizar os pavimentos. Deverá ser efetuada a camada final de terraplenagem, regularização e compactação do subleito numa espessura de 15 cm, compactada a 100% de energia do Proctor Normal.

Nos casos de ocorrência de “bolsões” de material com suporte inferior a 2,0%, deve-se efetuar a substituição do material por solo com características de índice de suporte Califórnia iguais ou superiores ao de $CBR_{de\ projeto}$ adotado. Tal fato não foi observado para os ensaios realizados na área de projeto.

7. DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS DOS PAVIMENTOS

A seguir apresenta-se o dimensionamento das estruturas dos pavimentos em função do tipo de tráfego e do resultado do cálculo do $CBR_{projeto}$. Pelo citado anteriormente, ficou definido que as vias a serem dimensionadas foram classificadas como de tráfego leve e médio e o índice de suporte de projeto adotado foi $CBR_p = 6,0\%$.

7.1 Dimensionamento do Pavimento Flexível – Revestimento em CBUQ – Via Locais – Tráfego Leve

Para as vias Locais e Secundárias (Rua 01, 02, 03, 04, Rua do Fórum, 07, 10, 11, 14, Rua Oiti, Rua Aroeira e Rua Q 206), sejam elas com características de não compartilhada, e também para os estacionamentos adjacentes a estas vias do Centro Urbano, o número N de 10^5 foi adotado para o dimensionamento do pavimento, conforme apresentado no item 4.0. Salientamos que este valor refere-se a um período estimado de projeto de 10 anos.

Revestimento: Como material de revestimento foi adotado Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), na espessura de 5,0 cm e coeficiente estrutural $K_R = 2,0$. Para o material granulométrico do revestimento será adotado o de Faixa “C”, visto não ser muito poroso evitando que penetre água no pavimento, aumentando a vida útil do pavimento.

Base: Brita Graduada Simples - BGS, com $CBR \geq 80\%$, expansão $\leq 0,5\%$, limite de liquidez menor que 25%, coeficiente estrutural $K_B = 1,0$ e Grau de Compactação (GC) $\geq 100\%$ da Energia Modificada.

A escolha da Brita Graduada Simples (BGS), se deu por ser um material de fácil aquisição, por ter uma ótima resistência mecânica e por ser um material de fácil manuseio, diminuindo assim o tempo de execução do Pavimento.

Sub-Base: Não foram observados a ocorrência de materiais Pétreos, que sirvam como sub-base, na região de estudo e projeto. No entanto foi observado que há material de subleito,

com características argilo-arenosas provenientes da escavação da abertura de caixa do pavimento. Com o intuito de baratear o custo de implantação do pavimento esses materiais foram estudados e ensaiados a fim de aproveitá-los como material alternativo para a utilização na camada de sub-base. Para isso foi ensaiado com percentuais de 4%, de cimento, em massa, e misturados as argilas pouco arenosas. Atendendo as condições necessárias, tanto no âmbito Normativo quanto no âmbito econômico foi a melhor solução de mistura solo-cimento em massa. Portanto antes da aquisição dos materiais faz necessário os ensaios em jazida para garantir assim as características desejáveis de projeto. No momento indicamos não possui nenhuma jazida com licença, verificar durante a obra qual jazida tem licença.

A seguir será apresentado o cálculo das espessuras das camadas de base e sub-base (caso necessária) do pavimento:

Base: adotando-se o valor suporte CBR = 20,0% (método de dimensionamento) para a camada de base, obtém-se no ábaco de dimensionamento (Figura 10, curva 02), o valor $H_{SB} = 14$ cm e com a utilização da inequação (1) obtém-se a espessura mínima para a camada de base:

$$R * K_R + B * K_B \geq H_{SB} \quad \text{Inequação(1)}$$

$$5,0 \times 2,0 + B \times 1,0 \geq 14,0 \text{ cm}$$

$$10,0 + B \geq 14,0 \text{ cm}$$

$B \geq 7,0$ cm, adotado $B=12,0$ cm para que haja uma melhor compatibilização entre as espessuras das camadas de base e sub-base do pavimento, verificada a seguir.

Sub-Base: adotando-se o valor suporte CBR = 6,0% (método de dimensionamento) para a camada de base, obtém-se no ábaco de dimensionamento (Figura 11, curva 02), o valor $H_m = 37$ cm e com a utilização da inequação (2) obtém-se a espessura mínima para a camada de base:

$$R * K_R + B * K_B + h_{SB} * K_{SB} \geq H_{REF} \quad \text{Inequação(2)}$$

$$5,0 \times 2,0 + 12,0 \times 1,0 + h_{SB} \times 1,0 \geq 37,0 \text{ cm}$$

$$22,0 + h_{SB} \geq 37,0 \text{ cm}$$

$SB \geq 15,0$ cm, adotado $SB=15,0$ cm para que haja uma melhor compatibilização entre as espessuras das camadas de base e sub-base do pavimento.

Assim, o pavimento para o tráfego leve apresenta estrutura composta de revestimento, base, sub-base e regularização e compactação do subleito. A seguir apresentamos as espessuras das camadas do pavimento em (cm):

- Revestimento = 5,0 cm (Concreto Betuminoso Usinado a Quente - CBUQ); - Faixa "C".
- Base = 12,0 cm (BGS), Grau de Compactação 100% da energia modificada;
- Sub-Base = 15,0 cm (solo local com 4% cimento em massa), Grau de Compactação 100% da energia intermediária;
- Regularização e compactação do subleito = 15,0 cm, Grau de compactação (GC) 100% da energia normal.

A seguir, apresentamos um resumo do dimensionamento das vias locais, secundárias e coletoras e estacionamentos adjacentes com as suas respectivas classificações de tráfego.

INTERESSADO: Terracap

LOCAL: Centro Urbano – Recanto das Emas

TIPO DE TRÁFEGO: Leve

CBR_p = 6,0%

VIAS LOCAIS E SECUNDÁRIAS E ESTACIONAMENTOS ADJACENTES – REVESTIMENTO EM CBUQ

Rua 01, 02, 03, 04, Rua do Fórum, 07, 10, 11, 14, Rua Oiti, Rua Aroeira e Rua Q 206

Via	Camada	Espessura (cm)	Material
Local	Revestimento	5,0	Concreto Betuminoso Usinado a Quente – CBUQ (Cap30/45) – Faixa “C”
	Base	12	Brita Graduada Simples - BGS CBR ≥ 80,00% (Compactada na Energia Modificada)
	Sub-base	15	Solo-Local (Melhorado com adição de 4% de cimento em massa), CBR ≥ 30,00%. (Compactada na Energia Intermediária)
	Subleito	15	Regularização e Compactação do Subleito, GC ≥ 100,00%. (Compactada na Energia Normal)

Informamos que as espessuras mínimas e máxima de compactação de materiais granulares são 10,0 cm e 20,0 cm, respectivamente.

7.2 Dimensionamento do Pavimento Flexível – Revestimento em CBUQ – Vias Coletoras e Estacionamentos – Tráfego Médio

Para as vias Principais (Rua Jatobá, Av. Central e Rua Resedá) onde existem casos de complementação de asfalto em áreas pontuais e também para os estacionamentos adjacentes a estas vias do Centro Urbano, o número N de 5×10^5 foi adotado para o dimensionamento do pavimento, conforme apresentado. Salientamos que este valor refere-se a um período estimado de projeto de 10 anos.

Revestimento: Como material de revestimento foi adotado Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), na espessura de 7,5 cm e coeficiente estrutural $K_R = 2,0$. O revestimento será executado em 02 (duas) camadas, sendo cada uma na espessura de 3,75 cm. Para o material granulométrico do revestimento será adotado o de Faixa “C”, visto não ser muito poroso evitando que penetre água no pavimento, aumentando a vida útil do pavimento.

Base: Brita Graduada Simples - BGS, com CBR ≥ 80%, expansão ≤ 0,5%, limite de liquidez menor que 25%, coeficiente estrutural $K_B = 1,0$ e Grau de Compactação (GC) ≥ 100% da Energia Modificada.

A seguir será apresentado o cálculo das espessuras das camadas de base e sub-base (caso necessária) do pavimento:

Base: adotando-se o valor suporte CBR = 20,0% (método de dimensionamento) para a camada de base, obtém-se no ábaco de dimensionamento (Figura 11), o valor $H_{SB} = 26$ cm e com a utilização da inequação (1) obtém-se a espessura mínima para a camada de base:

$$R * K_R + B * K_B \geq H_{SB} \quad \text{Inequação(1)}$$

$$7,5 * 2,0 + B * 1,0 \geq 26,0 \text{ cm}$$

$$15 + B \geq 26,0 \text{ cm}$$

$B \geq 11,0$ cm, adotado $B=15,0$ cm para que haja uma melhor compatibilização entre as espessuras das camadas de base e sub-base do pavimento, verificada a seguir.

Sub-Base: adotando-se o valor suporte CBR = 6,0% (método de dimensionamento) para a camada de sub-base, obtém-se no ábaco de dimensionamento (Figura 11), o valor $h_{SB} = 55$ cm e com a utilização da inequação (2) obtém-se a espessura mínima para a camada de sub-base:

$$R * K_R + B * K_B + h_{SB} * K_{SB} \geq H_{REF} \quad \text{Inequação(2)}$$

$$7,0 * 2,0 + 18 * 1,0 \geq 50,0 \text{ cm}$$

$$32,0 + h_{SB} \geq 50,0 \text{ cm}$$

$h_{SB} \geq 18,0$ cm, adotado $h_{SB}=18,0$ cm para que haja uma melhor compatibilização entre as espessuras das camadas de base e sub-base do pavimento.

Assim, o pavimento para o tráfego médio apresenta estrutura composta de revestimento, base, sub-base e regularização e compactação do subleito. A seguir apresentamos as espessuras das camadas do pavimento em (cm):

- Revestimento = 7,5 cm (Concreto Betuminoso Usinado a Quente) – executado em 2 camadas de 3,75 cm cada, entre as camadas aplicar pintura de ligação;
- Base = 15,0 cm (BGS), Grau de Compactação 100% da energia modificada;
- Sub-Base = 18,0 cm (solo melhorado com adição de 4% de cimento em massa), Grau de Compactação 100% da energia intermediária;
- Regularização e compactação do subleito = 15,0 cm, Grau de compactação(GC) 100% da energia normal.

A seguir, apresentamos um resumo do dimensionamento das vias principais e estacionamentos adjacentes com as suas respectivas classificações de tráfego.

INTERESSADO: Terracap

LOCAL: Centro Urbano – Recanto das Emas

TIPO DE TRÁFEGO: Médio

CBR_p = 6,0%

VIAS PRINCIPAIS E ESTACIONAMENTOS ADJACENTES – REVESTIMENTO EM CBUQ ¹

Rua Jatobá, Av. Central e Rua Resedá

Via	Camada	Espessura (cm)	Material
Principal	Revestimento	7,5	Concreto Betuminoso Usinado a Quente – CBUQ (Executado em duas camadas) (CAP 30/45) – Faixa “C”
	Base	15	Brita Graduada Simples - BGS CBR ≥ 80,00% (Compactada na Energia Modificada)
	Sub-base	18	Solo-Local (Melhorado com adição de 4% de cimento em massa), CBR ≥ 30,00%. (Compactada na Energia Intermediária)
	Subleito	15	Regularização e Compactação do Subleito, GC ≥ 100,00%. (Compactada na Energia Normal)

Informamos que as espessuras mínimas e máxima de compactação de materiais granulares são 10,0 cm e 20,0 cm, respectivamente.

7.3 Pavimento de bloco intertravado de concreto de cimento portland

Para as vias compartilhadas e estacionamento adjacentes com tráfego leve (Rua 05, 06, 08, 09, 12, 13 e 15), foi proposto revestimento de blocos intertravados de concreto de cimento Portland, pois representa uma boa alternativa estrutural em relação aos modelos de maior rigidez. Os blocos pré-moldados representam uma versão mais aperfeiçoada dos antigos calçamentos, com melhorias na forma e no processo de fabricação.

A adoção de blocos intertravados é recomendado quando:

Forem relevantes as propriedades características do concreto, como resistência à compressão, abrasão e resistência a agentes agressivos;

- For interessante a utilização de mão-de-obra não especializada;

¹ Para as vias Principais (Rua Jatobá, Av. Central e Rua Resedá) onde existem casos de complementação de asfalto em áreas pontuais e também para os estacionamentos adjacentes a estas vias do Centro Urbano

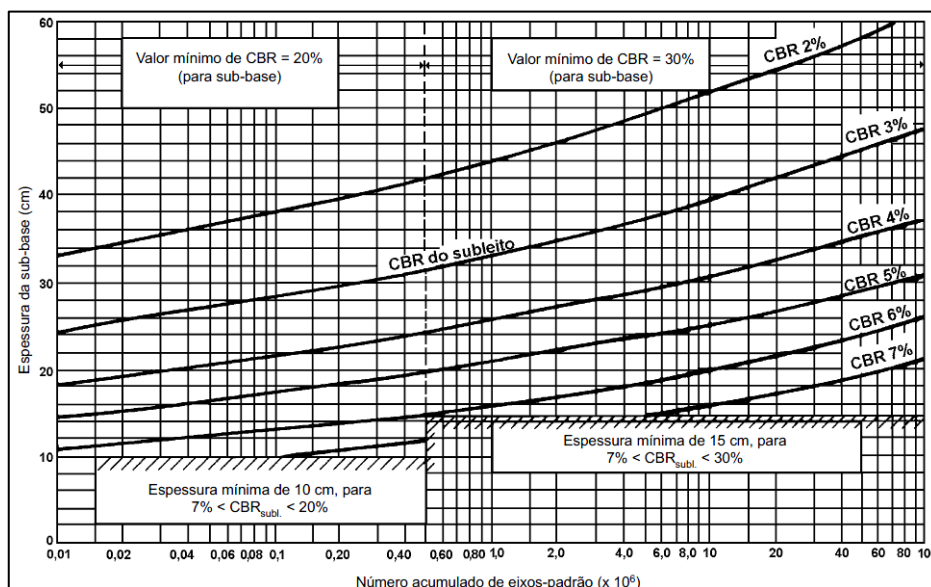
- For necessária a liberação imediata ao tráfego;
- Existirem estudos para futuros melhoramentos no local;
- Melhor permeabilidade da água pluvial.

7.3.1 Método da ABCP

O método da ABCP utiliza, basicamente, dois gráficos de leitura direta, fornecendo as espessuras necessárias das camadas constituintes do pavimento de blocos pré-moldados.

O procedimento é recomendado para tráfego leve ($N \leq 10^5$), desconsiderando a utilização da camada de base, e também para tráfego meio pesado a pesado ($N > 1,5 \times 10^6$), com a utilização de uma base cimentada. O procedimento utiliza dois gráficos: um que fornece a espessura necessária de sub-base em função do valor de CBR do subleito e do número "N" de solicitações; e o segundo, que fornece a espessura da base cimentada em função do número "N". Como, no caso do presente relatório, o pavimento a ser projetado com blocos intertravados é apenas o pavimento com tráfego leve, então o único gráfico utilizado será o da Figura 13.

Figura 13 – Espessura necessária de sub-base para o pavimento intertravado



Fonte: Associação Brasileira de Cimento Portland. ET-27

Os blocos são elementos maciços, feitos de concreto em máquinas de vibro-compressão, de alta precisão. Suas laterais são verticais, de modo que os blocos se ajustam uns aos outros, com o mínimo de folga.

A espessura dos blocos de concreto varia entre 6 e 10 centímetros, em função do tráfego solicitante, conforme a Figura 14.

Figura 14 – Espessura e resistência mínima dos blocos de revestimento

Tráfego	Espessura Revestimento	Resistência a compressão simples
$N \leq 5 \times 10^5$	6,0 cm	35 MPa
$5 \times 10^5 < N \leq 10^7$	8,0 cm	35 a 50 MPa
$10^7 < N$	10,0 cm	50 MPa

Fonte: Prefeitura Municipal de São Paulo. IP – 06/2014

7.3.2 Pavimento de Bloco de Concreto Intertravado

Dessa maneira, como o número “N” é igual a 5×10^5 , teremos que a espessura do revestimento será igual a 6,0 cm (10x20m bloco). Para garantir o bom funcionamento do pavimento, é necessário que os blocos, além de atenderem a resistência mínima de 35 MPa, também estejam em bom estado, não possuindo trincas, fraturas ou outros defeitos que possam prejudicar o seu assentamento e sua resistência.

Além disso, como o CBR_{PROJ} a ser considerado será de 6%, teremos que a espessura da sub-base será a mínima, de 15,0 cm. O material a ser utilizado para sub-base deverá ter o CBR mínimo de 30%, podendo ser obtido também através da mistura de solo com adição de 4% de cimento (em massa).

A seguir, apresentamos um resumo do dimensionamento das vias compartilhadas e estacionamentos adjacentes com as suas respectivas classificações de tráfego.

INTERESSADO: Terracap

LOCAL: Centro Urbano – Recanto das Emas

TIPO DE TRÁFEGO: Médio

$CBR_p = 6,0\%$

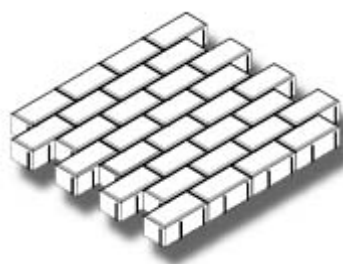
VIAS COMPARTILHADAS– REVESTIMENTO EM BLOCOS INTERTRAVADOS

Rua 05, 06, 08, 09, 12, 13 e 15

Via	Camada	Espessura (cm)	Material
Compartilhada	Revestimento	6	Bloco Intertravado de Concreto Resistência a compressão simples $\geq 35\text{MPa}$
	Base	5	Camada de assentamento em areia grossa (Compactada na Energia Modificada)
	Sub-base	15	Solo-Local (Melhorado com adição de 4% de cimento em massa), $CBR \geq 30,00\%$. (Compactada na Energia Intermediária)
	Subleito	15	Regularização e Compactação do Subleito, $GC \geq 100,00\%$. (Compactada na Energia Normal)

Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 15 – Bloco intertravado a ser utilizado (Retangular 10x20x6cm)



8 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE MATERIAIS E SERVIÇOS

Neste item estão indicadas as Especificações Técnicas dos diversos materiais e serviços que farão parte da obra de implantação da pavimentação em pavimento flexível asfáltico e intertravado.

Todas as indicações constantes em itens anteriores deste relatório são válidas e devem ser consideradas.

8.1 Especificações Técnicas de Serviços Gerais de Pavimentação

i) Serviços preliminares

São considerados Serviços Preliminares, os serviços de desmatamento, destocamento e limpeza.

Estes serviços devem ser executados conforme recomendações presentes na norma "DNIT 104/2009-ES - Terraplanagem - serviços preliminares" e "ES 11 - Limpeza do Terreno" da Novacap.

ii) Cortes

Estes serviços devem ser executados conforme recomendações presentes na norma "DNIT 106/2009-ES - Terraplanagem - cortes".

iii) Aterros

Estes serviços devem ser executados conforme recomendações presentes na norma "DNIT 108/2009-ES - Terraplanagem - aterros" e "ES 13 – Execução de Camada de Aterro para Pavimento" da Novacap.

Não será permitida a utilização de solos com CBR menor que 4% e solos com expansão maior que 2% na execução de aterros.

Para o corpo dos aterros, a espessura da camada compactada não deverá ultrapassar 0,20 m, sendo que para as camadas finais dos aterros, esta espessura não deverá ultrapassar 0,15 m.

iv) Subleito

Estes serviços devem ser executados conforme recomendações presentes na norma " DNIT 137/2010-ES - Pavimentação - regularização do subleito" e ES 15 – Reforço do Subleito com Solo Selecionado” da Novacap.

A camada final do subleito regularizado e compactado deverá apresentar CBR maior ou igual ao valor estabelecido neste projeto, levando-se em conta ainda os critérios de aceitação constantes na norma mencionada acima.

Também devem ser levadas em conta, no que forem pertinentes, especificações elaboradas pela NOVACAP e considerações realizadas pela contratante e pelo fiscal de execução da obra.

8.2 Especificações Técnicas para o Pavimento Flexível

i) Sub-base granular

Estes serviços devem ser executados conforme recomendações presentes na norma " DNIT 139/2010-ES: Pavimentação – Sub-base estabilizada granulometricamente" e “ES 05 – Sub-Base ou Base de Brita Graduada” da Novacap.

ii) Base granular

Estes serviços devem ser executados conforme recomendações presentes na norma " DNIT 141/2010-ES: Pavimentação – Base estabilizada granulometricamente " e “ES 05 – Sub-Base ou Base de Brita Graduada” da Novacap.

iii) Imprimação

Estes serviços devem ser executados conforme recomendações presentes na norma " DNIT 144/2010-ES: Pavimentação asfáltica – Imprimação com ligante asfáltico convencional" e “ES 06 – Imprimações Betuminosas” da Novacap.

iv) Pintura de ligação

Estes serviços devem ser executados conforme recomendações presentes na norma " DNIT 145/2010-ES: Pavimentação – Pintura de ligação com ligante asfáltico convencional".

v) Binder - CBUQ Faixa "B"

Estes serviços devem ser executados conforme recomendações presentes na norma " DNIT 031/2006- ES (*) - Pavimentos Flexíveis – Concreto Asfáltico", considerando-se os valores referentes a faixa granulométrica Faixa "B".

vi) Revestimento - CBUQ Faixa "C"

Estes serviços devem ser executados conforme recomendações presentes na norma "DNIT 031/2006- ES (*) - Pavimentos Flexíveis – Concreto Asfáltico", considerando-

se os valores referentes a faixa granulométrica Faixa "C" e "ES 07 – Camadas de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ)" da Novacap.

Também devem ser levadas em conta, no que forem pertinentes, especificações elaboradas pela NOVACAP e considerações realizadas pela contratante e pelo fiscal de execução da obra.

8.3 Especificações Técnicas para o Pavimento com blocos intertravados de concreto

Como já enunciado, devido à grande facilidade de assentamento dos blocos, o pavimento poderá ser executado com a utilização de mão-de-obra não especializada. No entanto, alguns cuidados devem ser tomados, principalmente na sequência executiva das atividades, de modo a racionalizar o trabalho e reduzir os custos.

i) Subleito

Estes serviços devem ser executados conforme recomendações presentes na norma DNIT 137/2010 – ES – Pavimentação – Regularização do subleito.

A camada final do subleito regularizado e compactado deverá apresentar CBR maior ou igual ao valor estabelecido neste projeto, levando-se em conta ainda os critérios de aceitação constantes na norma mencionada acima.

ii) Sub-base

Estes serviços devem ser executados conforme recomendações presentes na norma DNIT 141/2010 – ES – Pavimentação – Base estabilizada granulometricamente.

Na execução, a superfície da camada de sub-base deve apresentar o mínimo de vazios possível para que não se perca muita areia da camada de assentamento dos blocos no seu preenchimento.

iii) Confinamento do pavimento

O confinamento é uma etapa importante na execução do pavimento intertravado de concreto, com o objetivo de evitar que o tráfego solte e separe as peças que o constituem, descaracterizando a camada de rolamento. Deve-se ressaltar que o confinamento deve ser construído antes do espalhamento da camada de areia, de modo que, tanto ela, como os blocos de concreto fiquem dentro de uma "caixa" cujo fundo é formado pela camada de sub-base compactada e cuja parede é a estrutura de confinamento.

iv) Espalhamento da camada de areia

A camada de assentamento dos blocos pré-moldados será sempre composta por areia, eventualmente pó-de-pedra, contendo no máximo 5% de silte e argila (em massa) e, no máximo, 10% de material retido na peneira de 4,8 mm. Não deverão ser admitidos torrões de argila, matéria orgânica ou outras substâncias que possam comprometer o material.

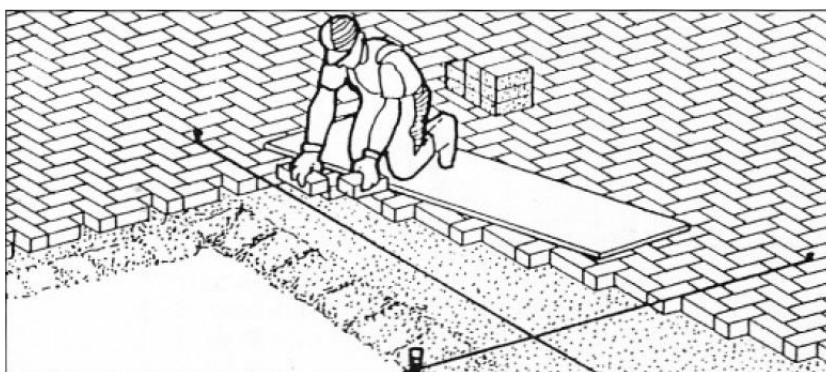
Após o peneiramento, a areia deve ser misturada diversas vezes para uniformizar o teor de umidade e, em seguida transportada ao local de aplicação, onde será esparramada e sarrafeada numa espessura uniforme de 5 cm em toda a área. Deve-se tomar o cuidado de não se utilizar a camada de areia para regularizar reentrâncias da camada de sub-base, o que provocaria o aparecimento de ondulações na superfície dos blocos.

v) Assentamento dos blocos de concreto

A colocação dos blocos deve ser iniciada somente após a conclusão dos serviços de drenagem e preparo das camadas subjacentes. Estes devem ser dispostos o mais próximo possível uns dos outros, aproximadamente 2,5mm de espessura em decorrência das irregularidades das faces. Essa medida visa garantir o correto intertravamento das peças, ocasionando o bom funcionamento mecânico do pavimento, e de maneira que o mesmo não seja muito permeável, não seja afetado pelo escorrimento da água nem facilite o crescimento de grama. Deve-se ressaltar que esta etapa é a atividade mais importante da construção do pavimento, pois responde, em grande medida, pela qualidade final deste.

É importante manter sob controle, ao longo da via, tanto o padrão de posicionamento com o alinhamento dos blocos. Com este objetivo deve-se utilizar linhas longitudinais e transversais fixadas e esticadas com estacas, varetas ou blocos.

Figura 16– Assentamento dos blocos de concreto



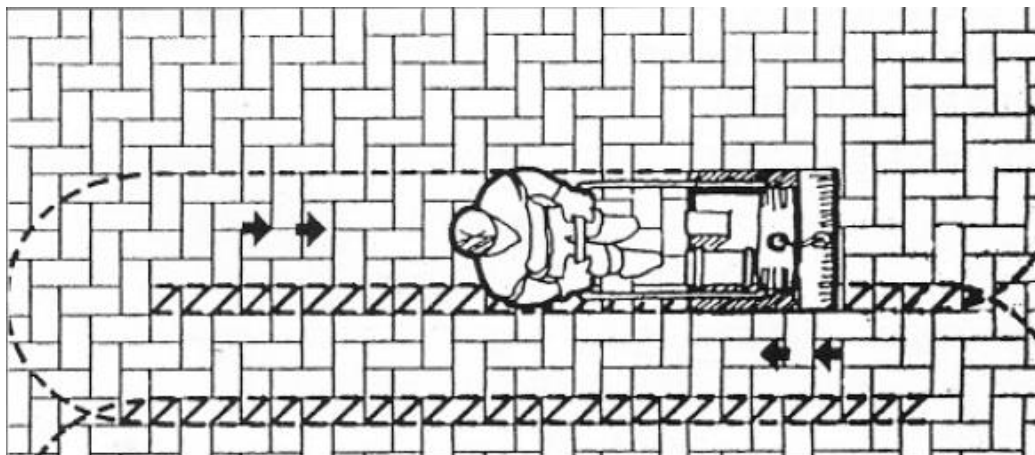
Fonte: Boletim Técnico nº 135 – ABCP

Durante a colocação das peças e antes que essas sejam compactadas, a circulação dos operários e dos materiais sobre as áreas não terminadas deverá ocorrer exclusivamente sobre proteções de madeira, conforme Figura 16– Assentamento dos blocos de concreto.

Uma vez terminada a montagem dos blocos inteiros, deve-se colocar os de ajuste nos vazios juntos a confinamentos, estruturas de drenagem, meios-fios etc. Estes ajustes devem ser feitos com frações dos blocos inteiros colocados no mesmo alinhamento ou padrão de posicionamento do pavimento.

Concluído o assentamento, a cada pequeno trecho o pavimento deverá ser submetido à ação de placa vibratória ou de pequenos rolos vibratórios, para adensamento do colchão de areia e eliminação de eventuais desníveis. Esse processo de compactação inicial consiste na passagem da vibrocompactadora por pelo menos duas vezes, e em direções opostas.

Figura 17– Compactação inicial com vibrocompactadora



Fonte: Boletim Técnico nº 135 – ABCP

Após a compactação inicial, deve-se proceder com a retirada e substituição dos blocos que quebraram no decorrer do processo. Esta operação deve ser realizada antes do rejunte e da compactação final.

vi) Selagem das juntas

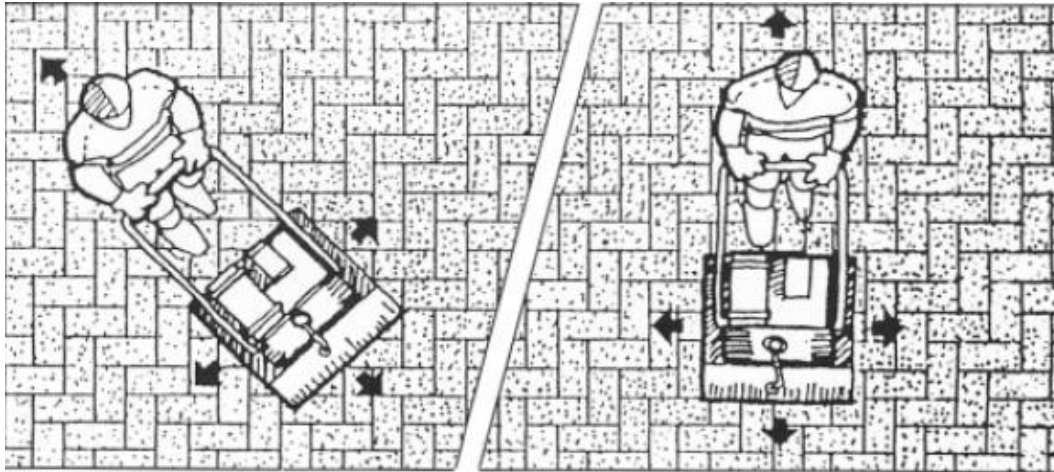
Depois de fazer a compactação inicial e substituir os blocos danificados, uma camada de areia fina como a utilizada para fazer argamassa de acabamento é espalhada e varrida sobre o pavimento, de maneira que os grãos penetrem nas juntas. O rejuntamento dos blocos é realizado de forma a reduzir a percolação de água e garantir o funcionamento mecânico de intertravamento do pavimento. Um rejunte mal executado provoca a soltura dos blocos por mal travamento, deteriorando rapidamente o pavimento executado.

vii) Compactação final e limpeza

A compactação final se destina a dar firmeza definitiva ao pavimento sendo executada com o mesmo equipamento e da mesma forma que a compactação inicial. Nessa etapa, deve-se evitar que a areia grude na superfície dos blocos e ou forme protuberâncias que afundem excessivamente os blocos quando da passagem da vibrocompactadora.

Deverão ser feitas, pelo menos, quatro passadas, em diversos sentidos e direções com a placa vibrocompressora e sobreposicionando parcialmente os percursos sucessivos.

Figura 18– Compactação final



Fonte: Boletim Técnico nº 135 – ABCP

9 CALÇADAS, CICLOVIA E ESTACIONAMENTOS

9.1 Calçadas

Foram propostas ao longo do projeto calçadas largas arborizadas e acessíveis, atendendo as normas de acessibilidade NBR 16.537/2016 – Acessibilidade – Sinalização Tátil no piso – Diretrizes para elaboração do projetos e instalação; e NBR 9050 de 11/10/2015 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. A estrutura definida em projeto para as calçadas obedece às faixas delimitadoras de: serviço, livre e acesso.

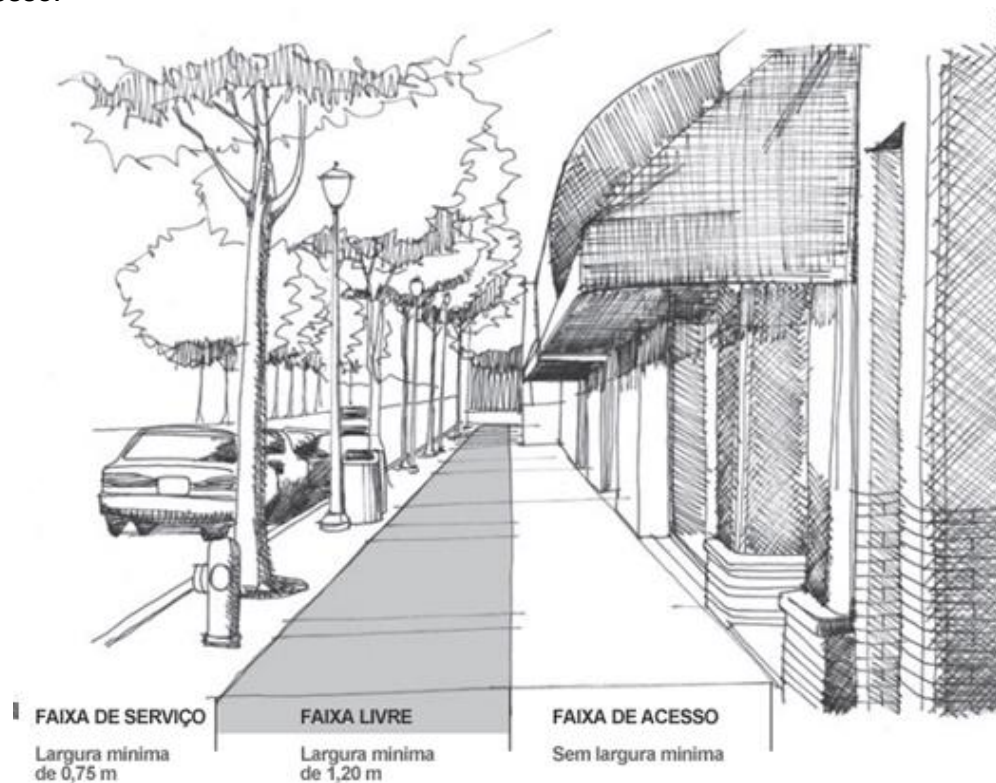


Figura 19 - Estrutura das calçadas

Ficou estabelecido que a faixa mínima de serviço seria de 0,75m, a faixa livre de circulação do pedestre deveria ter no mínimo 1,50m e o acesso ao lote ficaria com a porção restante da calçada.

- Faixa de serviço - Destinada à colocação de árvores, rampas de acesso para veículos ou portadores de deficiências, poste de iluminação, sinalização de trânsito e mobiliário urbano como bancos, floreiras, telefones, caixa de correio e lixeiras.
- A faixa livre de circulação - é destinada exclusivamente à circulação de pedestres, portanto deve estar livre de quaisquer desníveis, obstáculos físicos, temporários ou permanente ou vegetação. Deve atender as seguintes características:
 - ✓ Possuir superfície regular, firme, contínua e antiderrapante sob qualquer condição;
 - ✓ Possuir largura mínima de 1,50m (um metro e vinte centímetros);
 - ✓ Ser contínua, sem qualquer emenda, reparo ou fissura. Portanto, em qualquer intervenção o piso deve ser reparado em toda a sua largura seguindo o modelo original.
- Faixa de Acesso - Área em frente ao seu imóvel ou terreno, onde pode estar a vegetação, rampas, toldos, propaganda e mobiliário móvel como mesas de bar e floreiras, desde que não impeçam o acesso aos imóveis. É, portanto, uma faixa de apoio à sua propriedade.

Atendendo as recomendações preconizadas na NBR 16718/16, foi implantado ao longo da faixa livre de circulação a sinalização tátil direcional transversal, este piso é instalado formando uma faixa que acompanha o sentido do deslocamento do pedestre e tem a largura variando entre 25cm a 60cm. Esta faixa de piso direcional foi utilizada em áreas de circulação, indicando o caminho a ser percorrido e em espaços muito amplos, sempre que houver interrupção da face dos imóveis ou de linha guia identificável, como por exemplo, nos acessos aos lotes e rebaixamentos de guias.

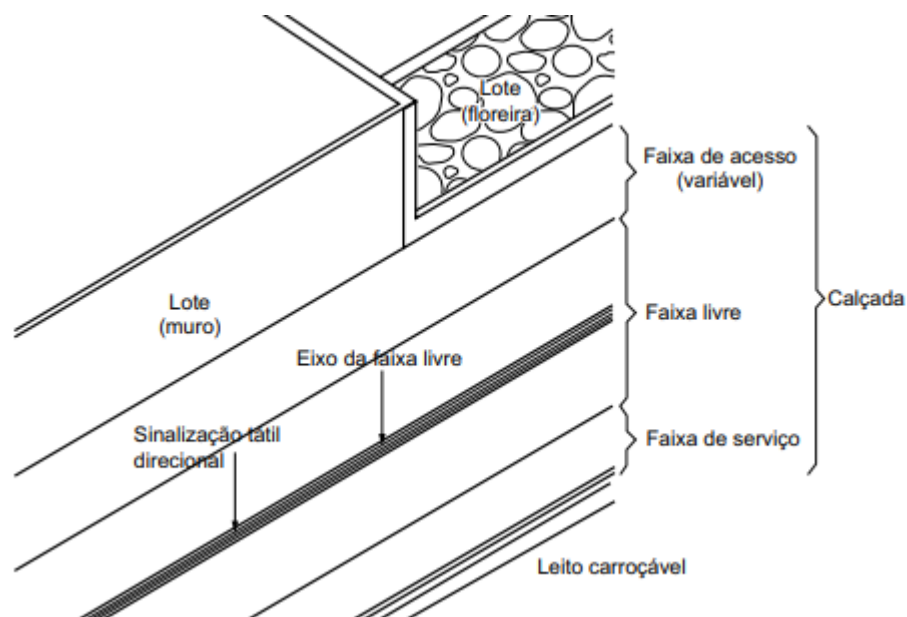


Figura 20 - estrutura de faixas que compõem a calçada

9.2 Acessibilidade

Além da inserção do piso tátil direcional ao longo da faixa livre de circulação, foram dispostas nas travessias com rebaixamento de guia do meio fio ao longo do trajeto do pedestre pisos táteis de alerta, que atendem as orientações estabelecidas na NBR de acessibilidade 9050/2015 e na NBR 16.537/2016.

Sinalização Tátil de Piso

A sinalização tátil no piso é um recurso para prover segurança, orientação e mobilidade a todas as pessoas, principalmente para pessoas com deficiência visual, compreendendo a sinalização de alerta e a sinalização direcional.

A sinalização tátil no piso deve atender às seguintes características:

- Ser antiderrapante, em qualquer condição;
- Ter textura contrastante em relação ao piso adjacente, de forma a ser claramente percebida por pessoas com deficiência visual;
- Ter cor contrastante em relação ao piso adjacente, de forma a ser percebido por pessoas com baixa visão.
- Atender as características de desenho, relevo e dimensões de acordo com a norma ABNT NBR 9050/15 e NBR 16.537/2016.

Piso tátil direcional

Este é o piso que direciona as pessoas com deficiência visual ou cegas - PCD. Ele é formado por feixes salientes retangulares em paralelo que, como sugere o próprio nome, indica a direção a ser seguida, e é instalado formando uma faixa que acompanha o sentido do deslocamento e tem a largura variando entre 25cm a 60cm.

Piso tátil alerta

É usado para sinalizar situações que envolvem risco de segurança. Esse piso tem de ter cor contrastante com a da calçada – usualmente pede-se a cor amarela – e é composto por meias calotinhas que levam um nome bem estranho (tronco-cônicos). Esse tipo de piso é usado para alertar as PCD quando elas passam com a bengala ou notam a textura diferente do piso com a sola do sapato, já sabem que terão um obstáculo à frente: seja uma travessia, um poste, uma árvore ou um telefone público.

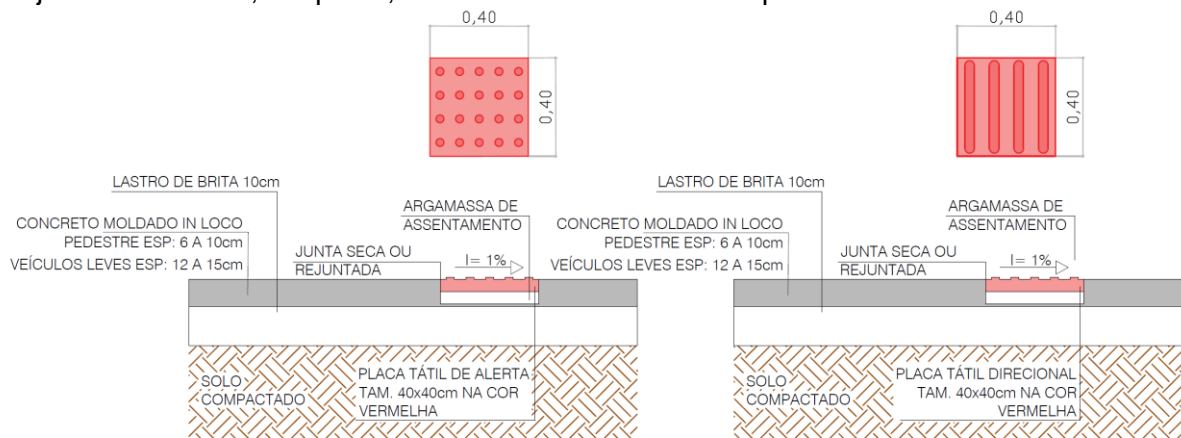


Figura 21 - Piso tátil de alerta - exemplo de instalação em piso de bloco de concreto intertravado

9.3 Assentamento dos pisos

- Piso de Concreto pré moldado

A calçada pode ser executada em concreto pré moldado no local. Ele pode ser “vassourado” ou receber estampas coloridas. Neste caso o piso recebe um tratamento superficial, executado no mesmo instante em que é feita a concretagem do pavimento, enquanto o concreto ainda não atingiu início de pega. O processo consiste em, através do uso de ferramental adequado, formas para estamparia e produtos de acabamento especiais, reproduzir cores e texturas variadas.

Especificação técnica:

- ✓ resistência à compressão: mínima de fck 20 Mpa
- ✓ modulação: estampagem em módulos de 1,20 m.
- ✓ espessura: 7 cm. p/ pedestre, 12 cm. p/ veículos leves e conforme projeto p/ veículos pesados
- ✓ acabamento superficial: diversidade de texturas e cores
- ✓ armadura: telas de aço soldadas • base: terra compactada c/ camada separadora de brita

Manutenção

- ✓ limpeza: Jato de água e sabão neutro
- ✓ remoção: o piso é cortado de acordo com a modulação e refeito in loco com os mesmos produtos e estampas do existente.

Desempenho

- ✓ durabilidade: elevada, desde que respeitadas as características do produto, modo de instalação e de manutenção
- ✓ drenagem: superficial
- ✓ conforto de rolamento: a superfície deve proporcionar, ao mesmo tempo, facilidade de tráfego e superfície antiderrapante.
- ✓ liberação ao tráfego: 24 h p/ tráfego leve de pedestres a 48 h. p/ tráfego de veículos leves.

b) Piso de bloco intertravado

Pavimento de blocos de concreto pré-fabricados, assentados sobre colchão de areia, travados através de contenção lateral e por atrito entre as peças.

Especificação técnica:

- ✓ Resistência à compressão: ≥ 35 MPa.
- ✓ Espessura: 6 cm, 8 cm ou 10 cm – (definida em projeto).
- ✓ Para calçadas: usualmente 6 cm.
- ✓ Acabamento superficial: diversidade de cores e formatos.
- ✓ Tipo de base: para calçadas utiliza-se brita graduada simples compactada.
- ✓ Armadura: não utiliza.

Manutenção

- ✓ Limpeza: jato de água e sabão neutro.
- ✓ Conserto: fácil remoção e reaproveitamento das peças. I a t e - raiz e drenagem superficial

Desempenho

- ✓ Durabilidade: Elevada, desde que respeitadas as características do produto, modo de instalação e de manutenção.
- ✓ Conforto de Rolamento: Adequado.
- ✓ Antiderrapante: Adequado.
- ✓ Drenagem: Pode ser projetado para esta finalidade.

- ✓ Tempo para liberação ao tráfego: imediato.

9.4 Estrutura das calçadas e ciclovias do Centro Urbano

Revestimento: Para a faixa livre de circulação foi proposto piso de concreto semi-polido com espessura de 7cm, sendo incluída observação para que o polimento no concreto seja realizado com esmeril mais grosso, e não fique escorregadio para os pedestres e ciclistas. Este tipo de piso pode ser moldado in loco, resiste à compressão mínima de f_{ck} 22,5Mpa, a sua limpeza pode ser feita com jato de água e sabão duro, é um tipo de piso que proporciona, ao mesmo tempo, facilidade de tráfego e superfície antiderrapante, com inclinação de 1%. A paginação do piso da calçada em concreto deverá prever juntas serradas a cada 1,50 m.

Base: Brita Graduada Compactada, com $CBR \geq 80\%$, expansão $\leq 0,5\%$, limite de liquidez menor que 25%, coeficiente estrutural $KB = 1,0$ e Grau de Compactação (GC) $\geq 100\%$ da Energia Intermediária, na espessura de 10 cm.

A escolha da Brita Graduada Compactada, se deu por ser um material de fácil aquisição, por ter uma ótima resistência mecânica e por ser um material de fácil manuseio, diminuindo assim o tempo de execução do Pavimento.

Subleito: Solo compactado de 20cm

A seção em pavimento de concreto ficará confinada pelos lados por um cordão de concreto, visando confinar a estrutura do pavimento e protegê-lo quanto à penetração de água.

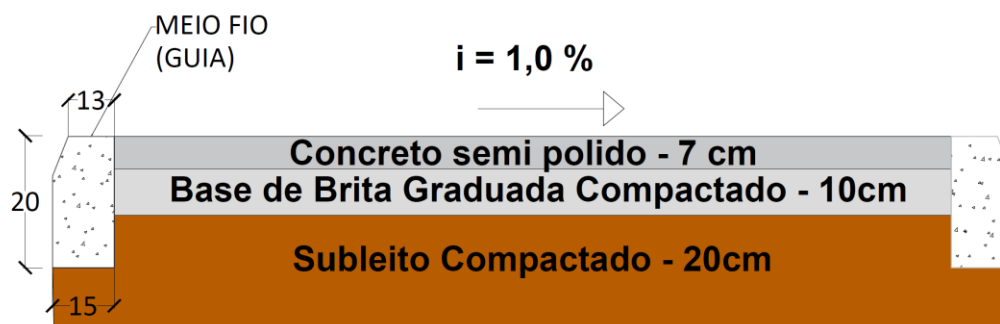
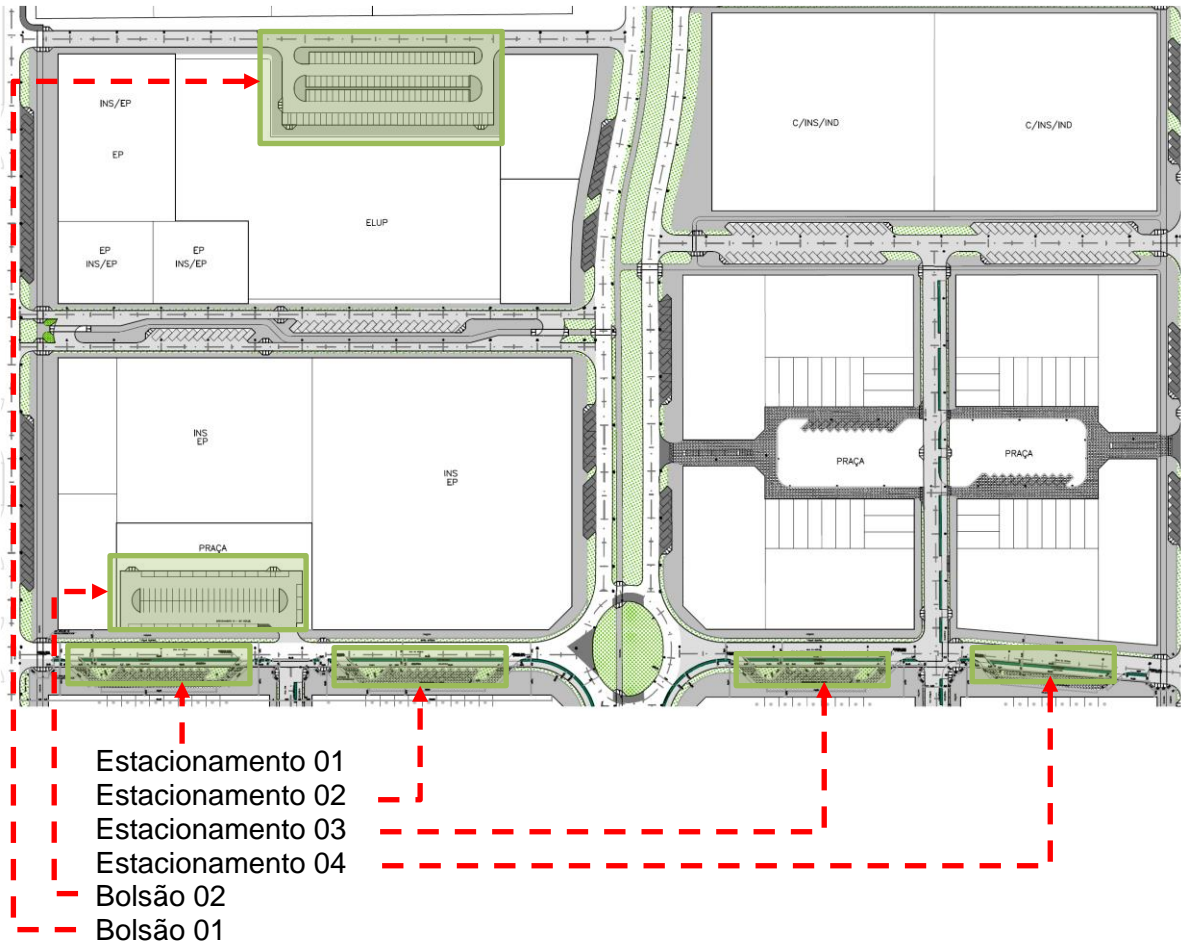


Figura 22 – Seção do pavimento da calçada e ciclovia.

9.5 Estacionamentos

A requalificação do Centro Urbano procurou atender também a reestruturação de estacionamentos. Foram reestruturados dois bolsões de estacionamentos, a regularização de 4 áreas de estacionamentos e estacionamento ao longo das vias.



Para o bolsão 01 foi proposto uma entrada e uma saída com circulação em sentido único. Foi proposto vagas pra PMR e idoso, além de uma lugar destinado só para motos. O estacionamento está disposto de 102 vagas normais, 06 vagas para PMR, 05 vagas para idosos e 10 vagas para motos. Possui passeio ao redor tendo melhor mobilidade aos pedestres. Seu pavimento é em CBUQ usando a mesma estrutura da via.

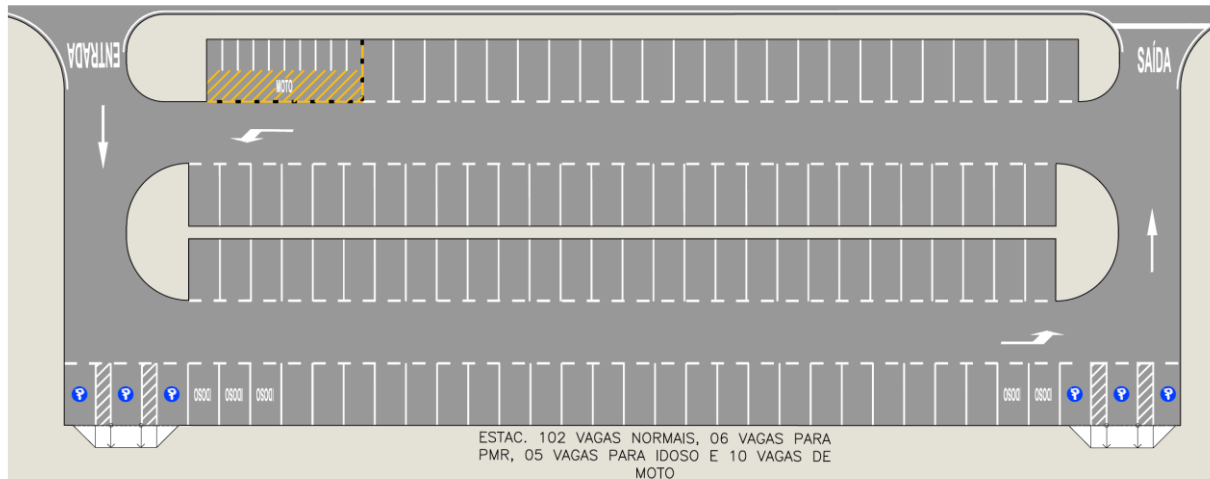


Figura 23 – Estacionamento Bolsão 01

Para o bolsão 02 possui apenas uma entrada e saída de veículos com a circulação em sentido único anti-horário. Foi proposto vagas em paralelo ao meio fio na parte externa do bolsão e vagas em 90° na parte interna do estacionamento. A disposição do estacionamento ficou 64 vagas normais, 3 vagas para PMR, 4 vagas para idoso e 6 vagas para moto. Composto de passeio ao redor de todo o bolsão. Seu pavimento é em CBUQ usando a mesma estrutura da via.

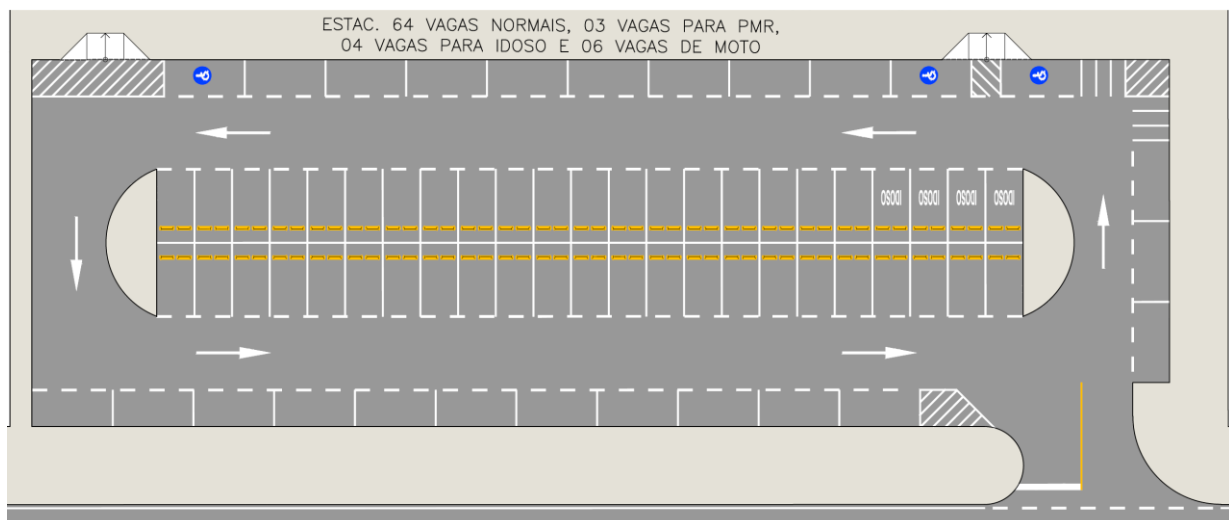


Figura 24 – Estacionamento Bolsão 02

Os estacionamentos projetados ao longo da Rua do Fórum estão localizados ao sul da via e são acessados por rampa pois estão no nível do passeio. Sua estrutura é em bloco de concreto intertravado. Nos estacionamentos 01, 02 e 03 as configurações das vagas estão em 45°, no Estacionamento 04 as vagas estão em paralelo ao meio-fio.

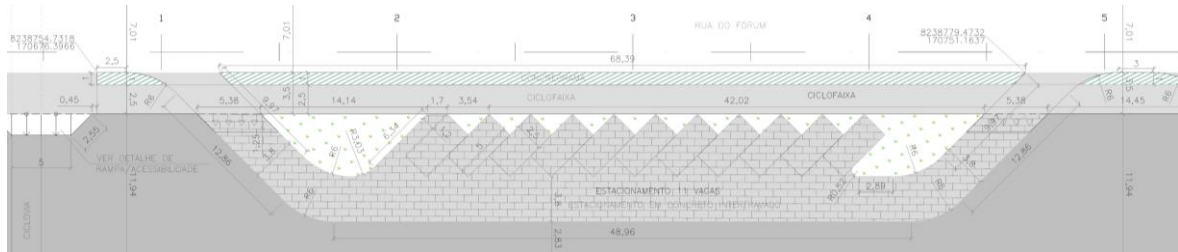


Figura 25 – Estacionamento 01

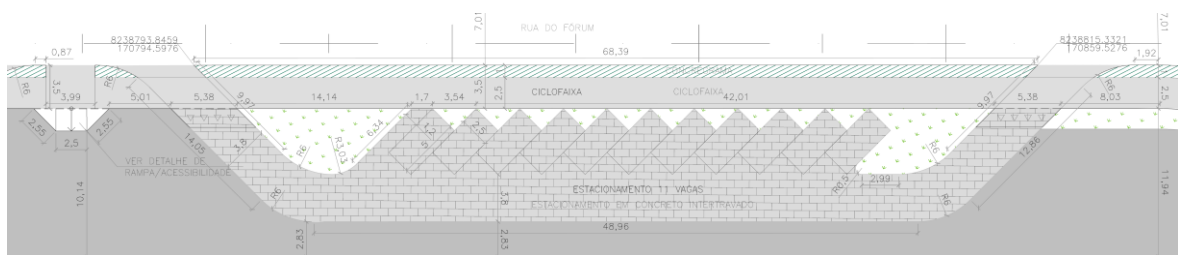


Figura 26 – Estacionamento 02

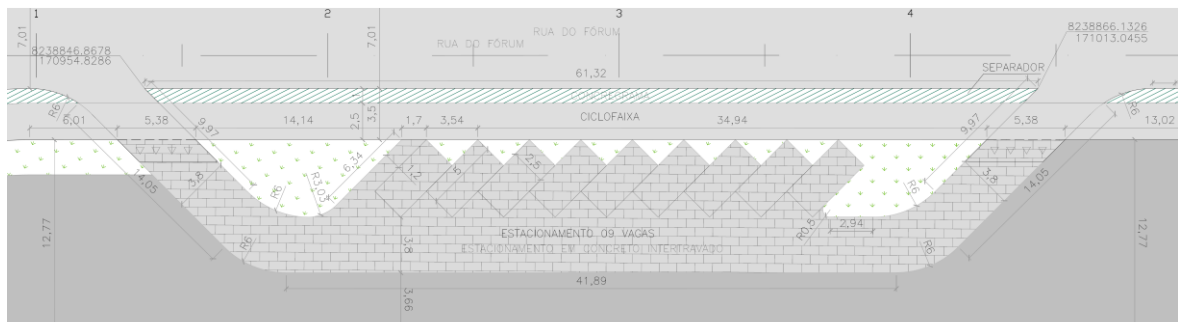


Figura 27 – Estacionamento 03

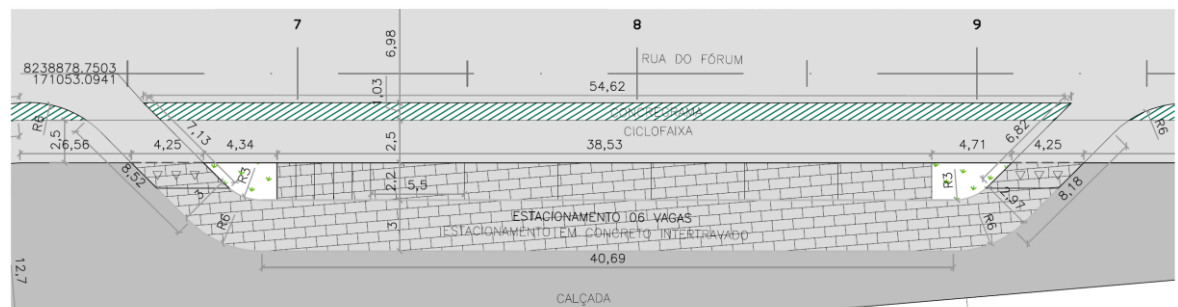


Figura 28 – Estacionamento 04

9.6 Rampas de acesso aos lotes e rampas de deficientes.

As rampas de acesso de entrada e saída de lotes foram locadas em todo Centro Urbano, foram projetadas para garantir a continuidade de passeio livre nas entradas e saídas de lotes, priorizando o pedestre.

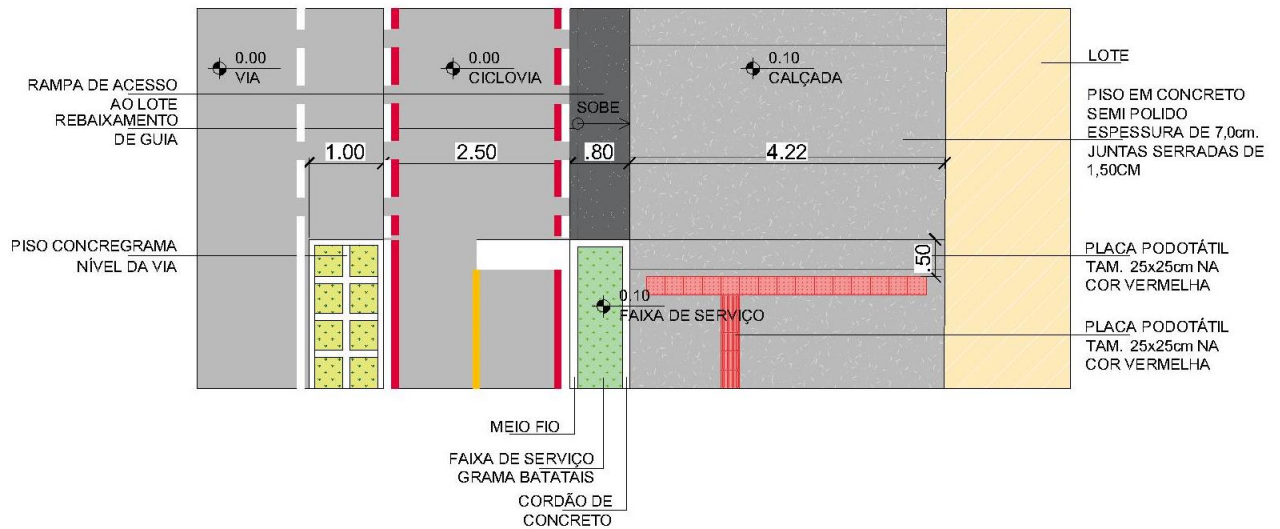


Figura 29 - Acesso de veículo ao lote

Já as travessias elevadas foram localizadas nos acessos as vias compartilhadas Ruas 05, 06, 08, 09, 12, 13 e 15. As travessias elevadas estão em conformidade com a Resolução 495 de 5 de junho de 2014 do CONTRAN. Nas outras vias projetou-se guia rebaixada com rampas para PMR e rampas para a ciclovia, locadas nas travessias com faixa de pedestre e indicação de travessia de ciclista.

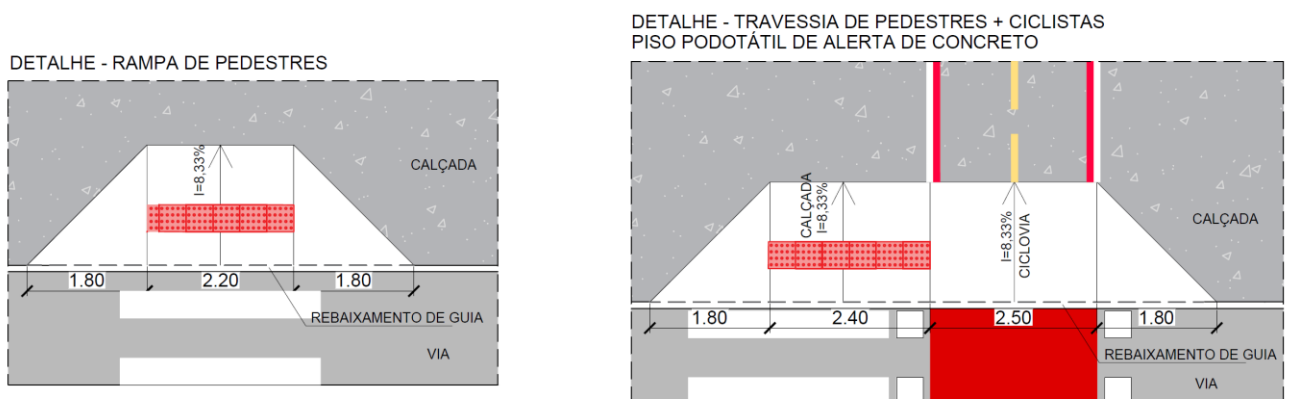


Figura 30 – Rampa pedestres e ciclista - padrão

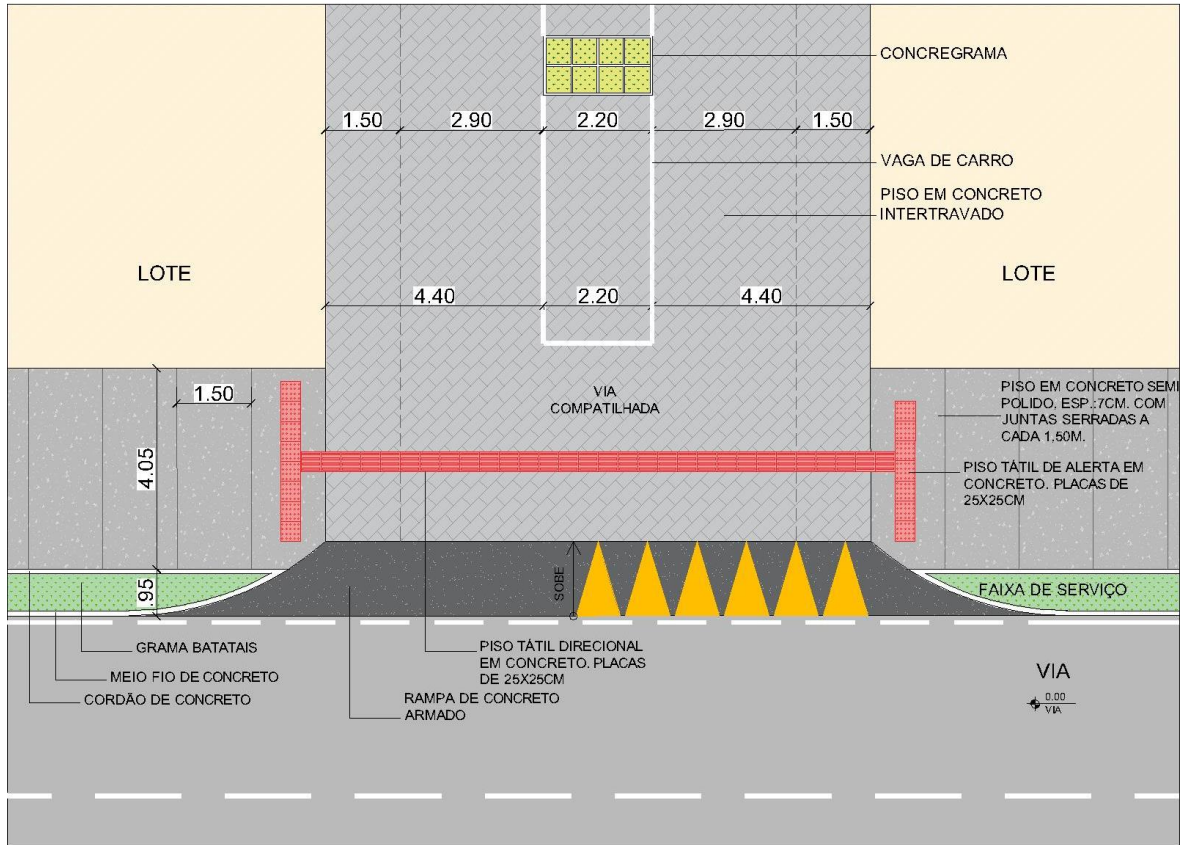


Figura 31 – Rampa acesso via compartilhada

10 PLANTA DE LOCAÇÃO DAS SONDAGENS

11 PLANILHAS DOS ENSAIOS GEOTÉCNICOS

12 PLANTAS DO PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO