



Projeto de Implantação de Pavimentação e Drenagem

Ruas do Bairro Santa Amélia e Tabuleiro em Maceió/AL

VOLUME 01 – RELATÓRIO DE PROJETO

Outubro de 2023

Projeto de Implantação de Pavimentação e Drenagem **Volume 1**

Ruas do Bairro Santa Amélia e Tabuleiro em Maceió/AL

Histórico do Documento

Revisão	Descrição	Editado	Verificado	Autorizado	Data
00	RELATÓRIO DE PROJETO				06-07-2023

Índice

1.	INTRODUÇÃO	5
2.	MAPA DE SITUAÇÃO	7
3.	TOPOGRAFIA.....	8
4.	PROJETO GEOMÉTRICO	9
5.	PROJETO DE TERRAPLENAGEM	11
5.1	Conceitos básicos.....	11
5.2	Volumetria.....	13
5.2.1	Método da semissoma das áreas (seções transversais)	13
5.2.2	Método das alturas ponderadas.....	14
6.	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	16
6.1	Estudos geotécnicos e CBR de projeto	16
6.1.1	Determinação do CBR de projeto	16
6.2	Estudo de tráfego	18
6.2.1	Caracterização do tráfego	18
6.3	Dimensionamento da estrutura para tráfego leve	18
6.3.1	Tráfego.....	18
6.3.2	Espessura total do pavimento	18
6.3.3	Meio-fio de concreto	23
6.3.4	Dimensionamento do Pavimento Flexível – Restauração	23
6.3.4.1	Detalhes das Seções Tipo.....	24
7.	PROJETO DE MICRODRENAGEM	24
7.1	Estudo hidrológico	25
7.1.1	Chuva de projeto (Curva IDF).....	26
7.1.1.1	Precipitações	26
7.1.1.2	Bacias de contribuição	26
7.1.1.3	Tempo de retorno.....	26
7.1.1.4	Coeficiente de escoamento.....	27
7.1.1.5	Tempo de concentração.....	27
7.1.1.6	Capacidade de condução.....	28
7.1.1.7	Velocidade e tempo de condução.....	29

7.1.1.8	Vazões afluentes.....	29
7.1.1.9	Método Racional	30
7.2	Metodologia de projeto.....	30
7.2.1	Área de drenagem.....	31
7.2.2	Drenagem superficial	31
7.2.3	Dimensionamento hidráulico.....	31
7.2.4	Tempo de concentração e recorrência.....	33
7.2.5	Intensidade de precipitação	33
7.2.6	Determinação da vazão de contribuição.....	33
7.2.7	Determinação da capacidade máxima de vazão.....	34
7.2.8	Fator de redução da capacidade de vazão.....	34
7.2.8.1	Tipos de revestimento	35
7.2.8.2	Velocidade Admissível.....	35
7.2.8.3	Coeficiente de Escoamento.....	37
8.	PROJETO DE SINALIZAÇÃO.....	37
8.1	Metodologia	37
8.2	Sinalização Horizontal.....	37
8.3	Sinalização Vertical.....	38
8.4	Sinalização de Obra	39
8.5	Dispositivos de sinalização	40
8.6	Nota de serviço de sinalização	40
9.	ACESSIBILIDADE	41
9.1	Metodologia	41
	ANEXO I - ESTUDOS GEOTÉCNICOS	42
	ANEXO II – MEMÓRIA DE CÁLCULO DE DRENAGEM.....	43
	ANEXO III – NOTAS DE SERVIÇO PARA PAVIMENTAÇÃO	44

1. INTRODUÇÃO

O objetivo deste memorial é estabelecer as diretrizes básicas que devem ser seguidas para a execução da solução pavimentação e do denominado Lote Bairro Santa Amélia e Tabuleiro, dissertando sobre aspectos técnicos e características que definiram a configuração final do projeto em questão.

Nesse contexto, serão aqui apresentadas as características principais da proposta, assim como os critérios e parâmetros utilizados.

- Empreendimento: Conforme apresentaremos no Volume 02, será realizada a pavimentação e drenagem das seguintes ruas:

RUA	Estaca Inicial			Estaca Final			Extensão (m)
Rua Mirian Fernandes Lima	0	+	0	24	+	11,71	491,71
Rua Ana Sampaio Lins	0	+	0	9	+	10,37	190,37
Rua da Igrejinha	0	+	0	6	+	1,22	121,22
Travessa da Igrejinha	0	+	0	1	+	12,45	32,45
Rua Projetada 01	0	+	0	9	+	17,68	197,68
Rua Stela Moreira Magalhães	0	+	0	5	+	2,87	102,87
Rua Mário Marroquim	0	+	0	6	+	6,69	126,69
Rua Maria Nazareth de A.	0	+	0	7	+	5,81	145,81
Rua Aristides Alves C.	0	+	0	7	+	6,71	146,71
Rua São Miguel	0	+	0	22	+	2,15	442,15
SUBTOTAL =							1.997,66
RUA	Estaca Inicial			Estaca Final			Extensão (m)
Rua Reserva do Parque	0	+	0	9	+	13,51	193,51
Rua Projetada 01	0	+	0	12	+	17,4	257,4
Rua Projetada 02	0	+	0	6	+	7,87	127,87
Rua Projetada 03	0	+	0	6	+	6,3	126,3
Rua da Floresta	0	+	0	12	+	13,28	253,28
Rua José Luís Rocha	0	+	0	17	+	7,46	347,46
Rua Projetada 04	0	+	0	30	+	1,48	601,48
Rua Projetada 06	0	+	0	6	+	9,32	129,32
Rua A Loteamento Santo Antônio	0	+	0	8	+	8,29	168,29
Rua Botafogo	0	+	0	16	+	6,34	326,34
Rua Boa Esperança	0	+	0	7	+	0,23	140,23
Rua Pedro Barbosa	0	+	0	6	+	12,29	132,29
Rua Projetada 07	0	+	0	6	+	8,51	128,51
Rua Projetada 08	0	+	0	11	+	10,22	230,22
Rua Maria Adalgisa Bastos	0	+	0	12	+	7,63	247,63



Rua Oscar Carneiro Simões	0	+	0	11	+	5,26	225,26
Rua Dr Paulo Izidro da Rocha	0	+	0	10	+	17,4	217,4
Rua Projetada 09	0	+	0	2	+	15,62	55,62
Rua Cordélia Viana	0	+	0	6	+	1,57	121,57
Rua Santa Clara	0	+	0	17	+	5,89	345,89
Rua Projetada 10	0	+	0	7	+	18,58	158,58
Rua João Batista	0	+	0	4	+	5,25	85,25
Rua Nova Nascença	0	+	0	10	+	4,04	204,04
Rua Projetada 11	0	+	0	4	+	9,95	89,95
Rua Projetada 12	0	+	0	4	+	17,51	97,51
Rua Projetada 13	0	+	0	6	+	10,49	130,49
Rua Projetada 14	0	+	0	1	+	15,54	35,54
Rua Projetada 16	0	+	0	2	+	14,86	54,86
Rua Projetada 17	0	+	0	3	+	6,64	66,64
Rua Projetada 18	0	+	0	4	+	19,79	99,79
Rua Projetada 19	0	+	0	10	+	18,74	218,74
Travessa Projetada 01	0	+	0	1	+	9,36	29,36
Travessa Projetada 02	0	+	0	2	+	4,93	44,93
Travessa Projetada 03	0	+	0	1	+	9,46	29,46
Travessa Projetada 04	0	+	0	2	+	10,91	50,91
Travessa Projetada 05	0	+	0	2	+	14,84	54,84
Rua Projetada 05	0	+	0	3	+	12,96	72,96
Rua Projetada 15	0	+	0	3	+	9,79	69,79
SUBTOTAL =							5.969,51
TOTAL =							7.967,17

Tabela 1 - Resumo do projeto – Bairros Santa Amélia e Tabuleiro (LTOTAL=7,96km).

2. MAPA DE SITUAÇÃO

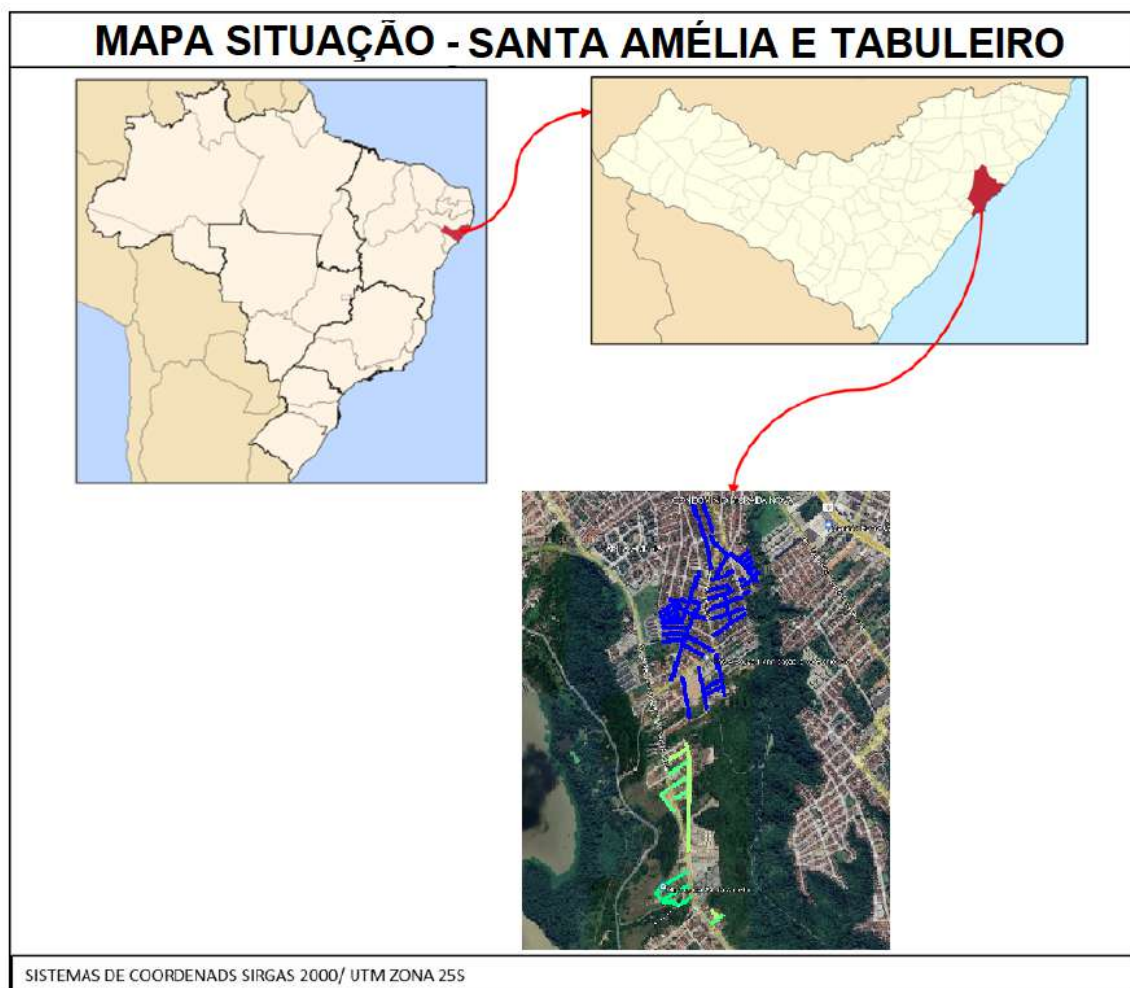


Figura 1 - Mapa de Situação – Santa Amélia e Tabuleiro

3. TOPOGRAFIA

Os estudos topográficos para a elaboração do presente projeto de pavimentação foram desenvolvidos de modo a aproveitar tanto quanto o possível a plataforma existente e o *grade* natural das ruas a serem pavimentadas.

A metodologia adotada no desenvolvimento dos trabalhos de levantamento topográfico de campo consiste na já normalmente adotada para levantamentos realizados por vias terrestres com orientação apoiada em plantas das vias do município e em marcos existentes utilizando-se aparelhos de Estação Total e GPS, formando uma poligonal fechada, sendo marcados os pontos notáveis e demais pontos por irradiação.

A definição dos eixos projetados ocorreu com base no traçado das ruas já existentes, realizando-se pequenas correções e ajustes em alguns locais.

No levantamento cadastral foi executado registro sistemático e ordenado de todos os dispositivos lindeiros, tais como cercas, postes, assim como as edificações existentes na área de interesse do projeto. Sendo assim foram medidos, linearmente e angularmente, referidos dispositivos e edificações, possibilitando, a qualquer tempo, a restituição e reprodução gráfica, com detalhes suficientes que permitem o desenho com precisão.

Pode-se resumir os serviços topográficos executados conforme a sequência explanada a seguir:

- a) Locação e amarração das linhas de eixo;
- b) Nivelamento e Contranivelamento;
- c) Levantamento cadastral completo dos logradouros;
- d) Levantamento das obras de arte correntes (caso existam);
- e) Levantamento das redes de drenagem existente (caso exista).

4. PROJETO GEOMÉTRICO

O objetivo principal do Projeto é promover a Infraestrutura de Ruas no Município de Maceió-AL.

Os elementos utilizados no desenvolvimento do projeto geométrico foram obtidos através do levantamento topográfico. Estes dados serviram de base para elaboração do projeto em planta e perfil, assim como, para a definição das características técnicas e operacionais, tendo-se adotado a seguinte premissas:

- i. o alinhamento horizontal das vias seguiram as diretrizes do traçado existente atualmente;
- ii. o greide projetado está sendo limitado pela cota da soleira das habitações existentes nas ruas projetadas;
- iii. as seções transversais das ruas são limitadas as distâncias entre as casas/lotas.

a) Projeto em Perfil

Os critérios adotados para o projeto de alinhamento vertical obedeceram às características das vias existentes. Dada a existência de residências, evitando a execução de cortes e aterros nas ruas. Apesar de não estar dentro dos normativos técnicos de vias rurais, em vias urbanas em regiões onduladas é comumente aplicada.

As concordâncias verticais das vias nos seus cruzamentos, foram feitas nos eixos das pistas, salvo raras exceções, quando existiam pequenas diferenças de declividades longitudinais entre os dois eixos.

b) Projeto em Planta

Consideração via local, com velocidade média de 40 km/h e tráfego leve, foi realizado traçado em pista simples, com eixo definido nas vias existentes. Os raios de concordância horizontal nos cruzamentos das vias, foram adotados com 3,00 m, salvo casos específicos para evitar desapropriações.

c) Seção Transversal

Procurou-se ampliar ao máximo a largura final das vias objeto de estudo, evitando, entretanto, a interferência com as edificações locais. Para tanto, foram projetados passeios seguindo as diretrizes do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do município de Maceió. As vias foram projetadas com declividade transversal de 2% para ambos os lados, onde foram projetados os dispositivos coletores das águas pluviais.

d) Apresentação

O projeto será apresentado no Volume 1 – Projeto de Execução.

e) Quadro de Características Técnicas

Segue o quadro de características técnicas:

Vias urbanas:

Local - caracterizada por interseções em nível não semaforizadas, destinadas apenas ao acesso local ou a áreas restritas e velocidade média de 40 km/h

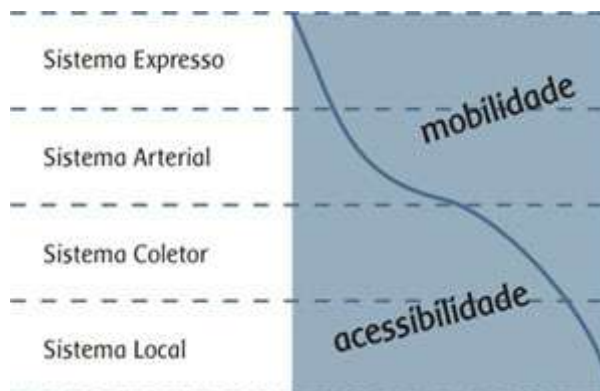


Figura 2 - Sistema Local de acessibilidade.

5. PROJETO DE TERRAPLENAGEM

O Projeto de Terraplenagem foi elaborado com base nos estudos de traçado e estudos geotécnicos, tendo como objetivo a definição das seções transversais em corte e em aterro, localização, determinação e distribuição dos volumes de material destinados à conformação da plataforma das ruas de acordo com o projeto geométrico e as especificações vigentes, assim como, a de atender ao projeto de pavimentação.

O estudo topográfico, através do levantamento planialtimétrico do terreno por onde se lançou os eixos das vias, serviu para definir a localização de alargamento dos aterros e elevação de *grade*.

5.1 Conceitos básicos

Terraplenagem é o conjunto de operações de escavação, carga, transporte, descarga e compactação dos solos, aplicadas da construção de aterros e cortes, dando à superfície do terreno a forma projetada.

Qualquer que seja a configuração do terreno inicialmente encontrada a configuração final desejada, o movimento de terra deve ser precedido por uma fase que se denomina em geral de preparação do terreno.

A preparação do terreno é composta por algumas etapas genéricas que, obviamente, podem ser desnecessárias conforme as características específicas do terreno encontrado. Estas etapas são as seguintes:

- a) Desmatamento: Pode ser feita com motosserra ou, eventualmente, com processos mecânicos, no caso de existência de poucas árvores;
- b) Destocamento: No caso de ser utilizada motosserra para o corte das árvores, o destocamento pode ser feito manualmente ou através do fogo.
- c) Limpeza: retirada da vegetação rasteira.
- d) Remoção da camada vegetal: A camada de solo que pode ser considerada um banco genético, deve ser retirada particularmente pois não pode ser utilizada em aterros.

O movimento de terra básico pode significar uma operação de corte, aterro ou misto, como pode ser observado nas imagens a seguir.

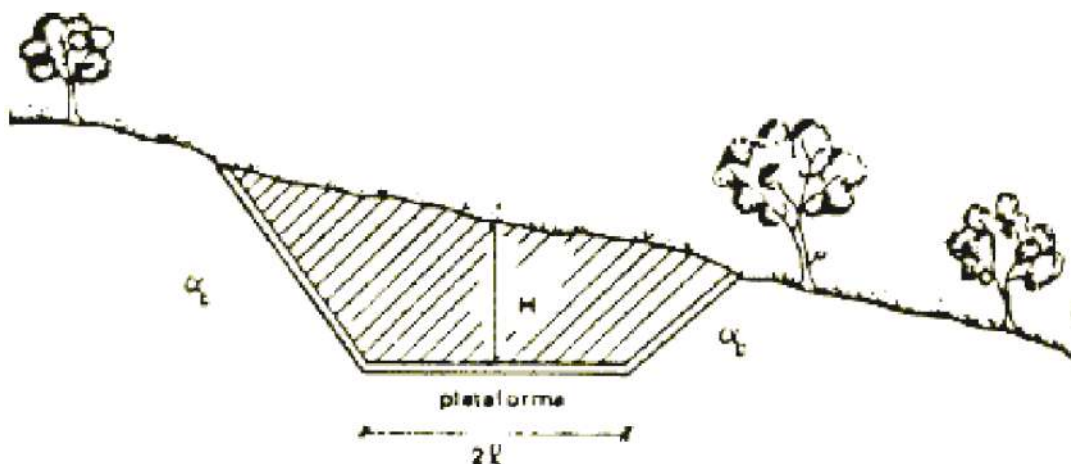


Figura 3 - Corte.

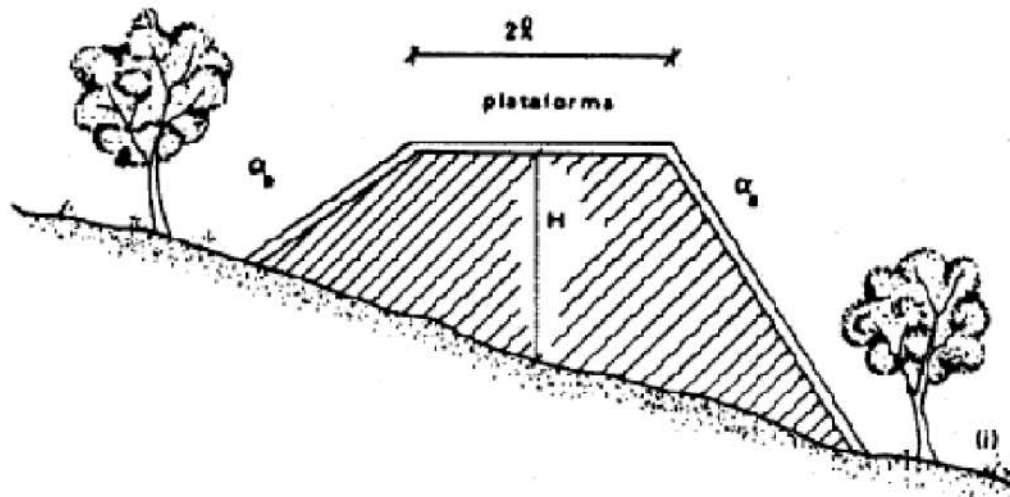


Figura 4 - Aterro.

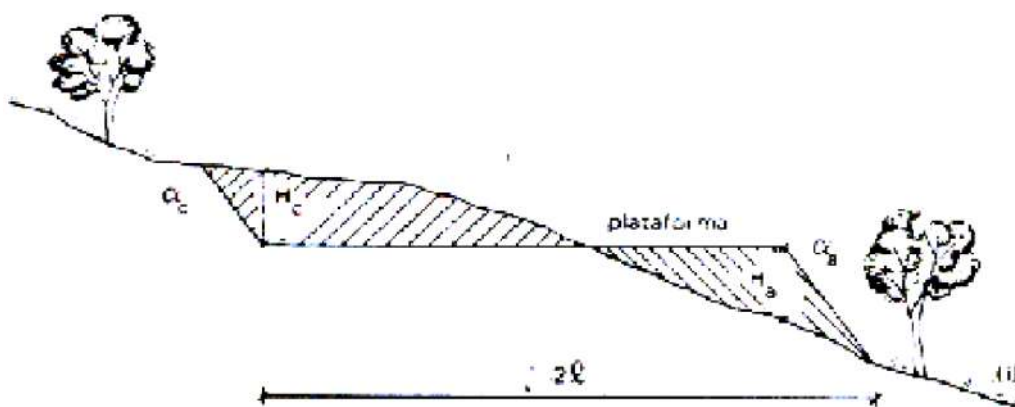


Figura 5 - Mista.

5.2 Volumetria

Os volumes foram calculados no software CIVIL 3D, pelo método da semissoma das áreas de corte ou aterro em cada par de seções transversais relativas a duas estacas subsequentes e o método das alturas ponderadas com malha irregular.

Os aterros e cortes são identificados separadamente no mapa de cubação para auxiliar na distribuição dos materiais ao longo do trecho, com uma numeração sequencial constando as estacas do início e fim de cada um deles.

Os quadros com os respectivos mapas de cubação podem ser encontrados nos desenhos de projeto.

Vale ressaltar que devido às diferenças existentes entre os métodos que aqui serão apresentados é natural que haja uma divergência entre os volumes calculados dentro da mesma ordem de grandeza dos mesmos.

5.2.1 Método da semissoma das áreas (seções transversais)

Este método consiste em assimilar os volumes de corte e aterro a uma série de prismóides. Assim, sendo conhecidas as áreas S_i e S_{i-1} de duas seções transversais consecutivas e sendo da distância que as separa, utiliza-se o método da semissoma das áreas para fins da determinação do volume.

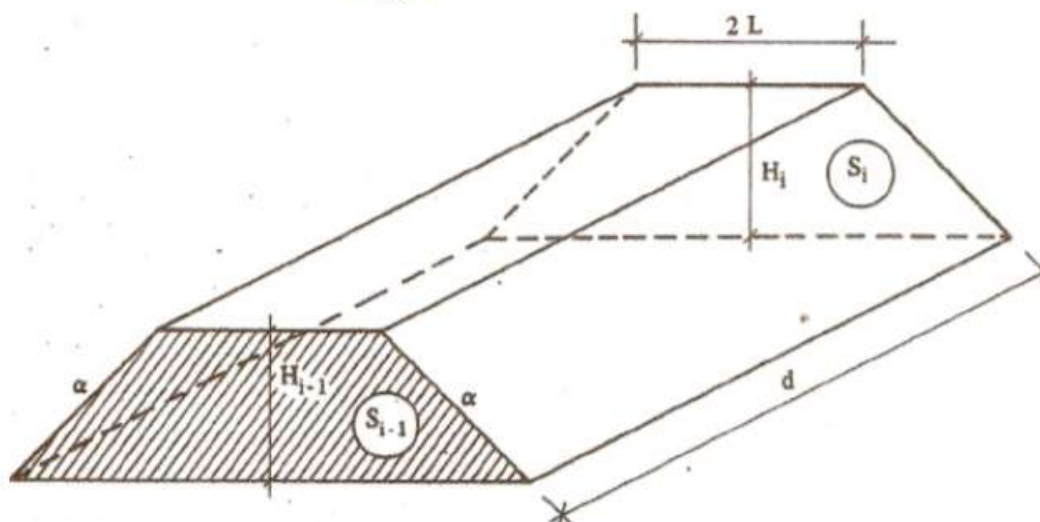


Figura 6 - Prismóide de cubação.

Sendo $V_{i,i-1}$ o volume entre as duas seções transversais, pode-se escrever:

$$V_{i,i-1} = \frac{d \cdot (S_i - S_{i-1})}{2}$$

Um método um pouco mais preciso consistiria em calcular o volume entre as duas seções transversais pela equação:

$$V_{i,i-1} = \frac{d \cdot (S_i + 4 \cdot S_m + S_{i-1})}{6}$$

Onde S_m seria a área da seção transversal equidistante das seções “i” e “i-1”. Porém, se a área S_m for igual a semissoma das áreas S_i e S_{i-1} , as duas equações levam exatamente ao mesmo resultado.

Além disso, o pequeno ganho de precisão não é compensado pelo trabalho adicional de se calcular a área de mais uma seção transversal ao longo de todo o projeto.

5.2.2 Método das alturas ponderadas

Este método baseia-se na decomposição de um sólido cujo volume deseja-se calcular em sólidos menores, mais fáceis de calcular o volume.

Estes sólidos são normalmente de base quadrada (malha regular) ou triangular (malha irregular).

Sua utilização típica é em escavações, podendo, no entanto, também ser aplicado à volume de barragens e outras obras de engenharia.

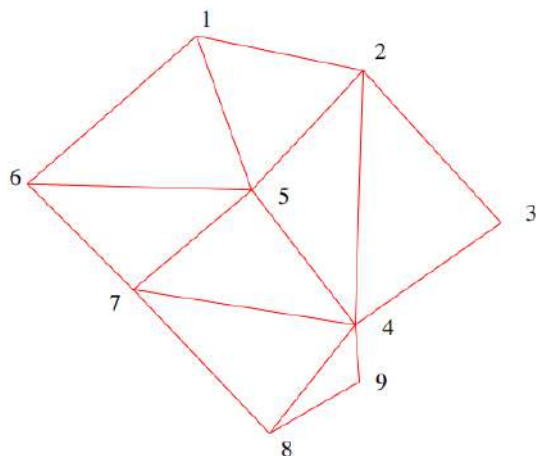


Figura 7 - Malha triangular irregular.

Na prática o terreno é dividido em uma malha triangular irregular e cada ponto desta malha tem a sua cota calculada por algum método de nivelamento via software.

Então é definida a cota de escavação, ou seja, a cota em que o terreno deverá ficar após a retirada do material. A partir destas informações é possível calcular as alturas dos sólidos para o cálculo do volume.

O cálculo dos volumes totais é feito através dos somatórios dos volumes de cada sólido formado a partir da malha triangular irregular gerada, fazendo-se o produto da área da base de cada sólido pela média das alturas das arestas.

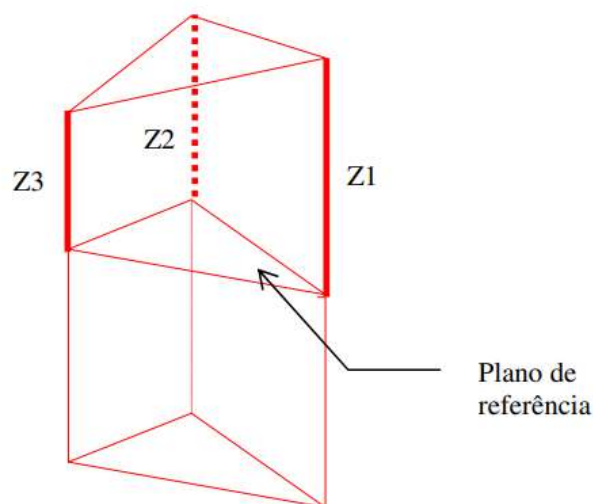


Figura 8 - Sólido triangular irregular.

6. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

O Projeto de Pavimentação tem por objetivo definir os materiais que serão utilizados na confecção das camadas constituintes do pavimento, indicando suas características e fontes de obtenção, determinando as espessuras das camadas, estabelecendo a seção transversal tipo da plataforma do pavimento e obtendo os quantitativos de serviços e materiais referentes à pavimentação.

6.1 Estudos geotécnicos e CBR de projeto

Os estudos geotécnicos têm por objetivo definir os parâmetros físicos e geomecânicos do subleito e do terreno natural, intervenientes no dimensionamento do pavimento, bem como, as características geotécnicas das ocorrências dos materiais estudados para utilização nos serviços de terraplenagem e pavimentação.

Ao longo da locação dos eixos de projeto foram executados furos sendo as amostras coletadas em cada furo, nos diversos horizontes, para a realização de ensaios do tipo CBR/ISC.

6.1.1 Determinação do CBR de projeto

Para a determinação do valor do CBR de projeto, dá-se aos dados obtidos nos ensaios laboratoriais um tratamento estatístico.

Esse tratamento é feito através da distribuição “t” de Student, adequada para amostragens pequenas, sendo que o seu nível de confiança é de 95% para a determinação da capacidade de suporte de projeto.

A tabela mostrada a seguir apresenta a os valores de “t” utilizados na determinação do CBR de projeto:

n - 1	t _{0,90}	n - 1	t _{0,90}	n - 1	t _{0,90}	n - 1	t _{0,90}
1	3,08	11	1,36	21	1,32	40	1,30
2	1,89	12	1,36	22	1,32	60	1,30
3	1,64	13	1,35	23	1,32	120	1,29
4	1,53	14	1,34	24	1,32	∞	1,28
5	1,48	15	1,34	25	1,32		
6	1,44	16	1,34	26	1,32		
7	1,42	17	1,33	27	1,31		
8	1,40	18	1,33	28	1,31		
9	1,38	19	1,33	29	1,31		
10	1,37	20	1,32	30	1,31		

Tabela 2 - valores de t

O valor do CBR de projeto é obtido pela seguinte equação:

$$CBR_p = CBR_m - \left(\frac{S \cdot t_{0,90}}{\sqrt{n-1}} \right)$$

Onde:

- a) CBR_m – Valor do CBR médio (média aritmética);
- b) S – Desvio padrão;
- c) T_{0,90} – Valores “t” para CBR de projeto da distribuição de Student.

Sendo que:

$$CBR_m = \frac{\sum_{i=1}^n CBR_i}{\sum_{i=1}^n n_i}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (CBR_i - CBR_m)^2}{n}}$$

Os resultados para a determinação do CBR de projeto estão apresentados no quadro a seguir:

Desvio Padrão (S)	2,58%
CBR_m	4,10%
t_{0,90}	1,37
CBR_p	3,0%

Tabela 3 - Estatística para CBR de Projeto – Santa Amélia.

Desvio Padrão (S)	10,59%
CBR_m	8,00%
t_{0,90}	1,32
CBR_p	5,0%

Tabela 4 - Estatística para CBR de Projeto- Tabuleiro..

6.2 Estudo de tráfego

Por estarmos em um Estado que não possui uma base de dados históricos de tráfego, em nível de fornecer parâmetros para a realização de estudos técnicos mais precisos, os dados utilizados foram obtidos por meio empírico e de maneira indireta, preocupando-se para que os dados adotados ofereçam o maior grau de confiabilidade possível.

6.2.1 Caracterização do tráfego

As vias urbanas a serem pavimentadas serão classificadas de acordo com a Instrução de Projeto IP-02 - Classificação das Vias da SIURB/PMSP.

O quadro a seguir resume os principais parâmetros da classificação das vias obtidas da referida instrução.

FUNÇÃO PREDOMINANTE	TRÁFEGO PREVISTO	VIDA DE PROJETO (ANOS)	VOLUME INICIAL DA FAIXA MAIS CARREGADA		N	N _{Característico}
			VEICULO LEVE	CAMINHÕES E ÔNIBUS		
Via Local	Leve	10	100	4	$2,7 \times 10^4$	10^5
			a	a	a	
			400	20	$1,4 \times 10^5$	
Via Local e Coletora	Médio	10	401	21	$1,4 \times 10^5$	5×10^5
			a	a	a	
			1500	100	$6,8 \times 10^5$	

Tabela 5 - Classificação das vias.

6.3 Dimensionamento da estrutura para tráfego leve

6.3.1 Tráfego

A recomendação da SIURB/PMSP indica que para vias locais com tráfego leve deve-se utilizar $N=10^5$ solicitações.

6.3.2 Espessura total do pavimento

Definido o tipo de tráfego do pavimento e determinado o suporte representativo do subleito, as espessuras (H_m , H_n e H_{20}) são determinadas aplicando-se a equação a seguir:

$$H_t = 77,67 \cdot N^{0,0482} \cdot CBR^{-0,598}$$

Este método é uma variante do critério do CBR, simulando os efeitos de repetições de um eixo padrão de 18.000 libras (80 kN), tendo sido concebido pelo Prof. Murilo Lopes de Souza, do Instituto Militar de Engenharia, no Rio de Janeiro, em meados de 1960, com última edição em 1981. O autor empregou, em sua concepção, as mesmas formulações adotadas por Turnbull et. al. (1962), com pequenas adaptações, quanto à variação de carga com a profundidade e adoção de uma carga única em vez de um par de rodas duplas.

O número de repetições de carga do eixo-padrão de 80 kN, durante o período de projeto estabelecido, é calculado com base nos fatores de equivalência de carga do próprio método do DNIT (Souza, 1981).

Definidos os valores estatísticos de CBR do subleito e da camada de reforço do subleito (caso venha a ser utilizada), para um trecho homogêneo, tendo sempre em conta que, para as camadas de base e sub-base, são exigidos pelo método, valores mínimos de CBR, respectivamente de 80% e 20%, para o tráfego estipulado neste projeto.

O dimensionamento é feito mediante a resolução sucessiva das inequações apresentadas a seguir:

$$R \cdot k_R + B \cdot k_B \geq H_{20}$$

$$R \cdot k_R + B \cdot k_B + h_{20} \cdot k_S \geq H_n$$

$$R \cdot k_R + B \cdot k_B + h_{20} \cdot k_S + h_n k_{Ref} \geq H_m$$



Figura 9 - Estrutura do pavimento

Onde:

- a) R - Espessura do revestimento;
- b) B - Espessura da camada de base;

- c) H_{20} - Espessura sobre a sub-base;
- d) h_{20} - Espessura da sub-base;
- e) H_n - Espessura sobre o reforço do subleito;
- f) h_n - Espessura do reforço do subleito;
- g) H_m - Espessura do pavimento;
- h) k_R, k_B, k_S, k_n - Coeficientes de equivalência estrutural.

Nas inequações apresentadas anteriormente, k_R, k_B, k_S, k_n são os coeficientes de equivalência estrutural dos materiais de revestimento, base, sub-base e reforço do subleito, respectivamente.

Os valores de espessuras das camadas são, assim também, respectivamente, R, B, h_{20} e h_n . As espessuras H_{20}, H_n e H_m , respectivamente, espessuras equivalentes, em referência a brita graduada, sobre a sub-base, o reforço do subleito e o subleito, são determinadas em função do CBR dessas camadas (a de sub-base tem sempre CBR fixado em 20%) e do número de repetições do eixo equivalente.

Os coeficientes estruturais dos materiais utilizáveis nas camadas do pavimento são:

COMPONENTES DO PAVIMENTO	K
Base ou revestimento do 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 - Base	1,00
Camadas granulares – Sub-base e reforço	0,77
Solo cimento com resistência a compressão a 7 dias superior a 45kg/cm ²	1,70
Solo cimento com resistência a compressão a 7 dias superior a 45kg/cm ² e 28kg/cm ²	1,40
Solo cimento com resistência a compressão a 7 dias superior a 28kg/cm ² e 21kg/cm ²	1,20
Bases de Solo - Cal	1,20

Tabela 6 - Coeficientes estruturais

No presente caso os coeficientes utilizados foram:

- i. Revestimento em concreto betuminoso – $k_R=2,0$;
- ii. Base em BGS – $k_B=1,0$ e CBR=80%;
- iii. Sub-base em solo estabilizado granulometricamente – $k_S=1,0$ e CBR=20%.

A determinação da espessura do revestimento (R) se deu através do número N sendo adotado a espessura mínima recomendada para as **ruas do bairro Santa Amélia**.

$$N = 10^5 \therefore R_{\min} = 5,0 \text{ cm}$$

O procedimento de cálculo para a espessura da camada de base (B) é explicitado a seguir:

$$H_{20} = 77,67 \cdot N^{0,0482} \cdot CBR_{SUB-BASE}^{-0,598} \Rightarrow H_{20} = 77,67 \cdot (10^5)^{0,0482} \cdot 20^{-0,598}$$

$$\therefore H_{20} = 22,55 \text{ cm}$$

$$R \cdot k_R + B \cdot k_B \geq H_{20} \Rightarrow 5,0 \cdot 2,0 + B \cdot 1,0 = 22,55 \Rightarrow B = 12,55 \text{ cm}$$

$$\therefore B_{ADOTADO} = 15,0 \text{ cm}$$

Para a camada de sub-base (h_{20}) o procedimento de cálculo está demonstrado na sequência:

$$H_m = 77,67 \cdot N^{0,0482} \cdot CBR_{PROJETO}^{-0,598} \Rightarrow H_m = 77,67 \cdot (10^5)^{0,0482} \cdot 3,0^{-0,598}$$

$$\therefore H_m = 70,13 \text{ cm}$$

$$R \cdot k_R + B \cdot k_B + h_{20} \cdot k_S + h_n k_{Ref} \geq H_m \Rightarrow 5,0 \cdot 2,0 + 15 \cdot 1,0 + h_{20} \cdot 1 = 70,13$$

$$\therefore h_{20} = 45,13 \text{ cm}$$

Trazendo o valor da base (B) para 20 cm tem-se $h_{20} = 40 \text{ cm}$.

Sendo assim, a estrutura do pavimento **dimensionado para o bairro Santa amélia** está representada na imagem a seguir:

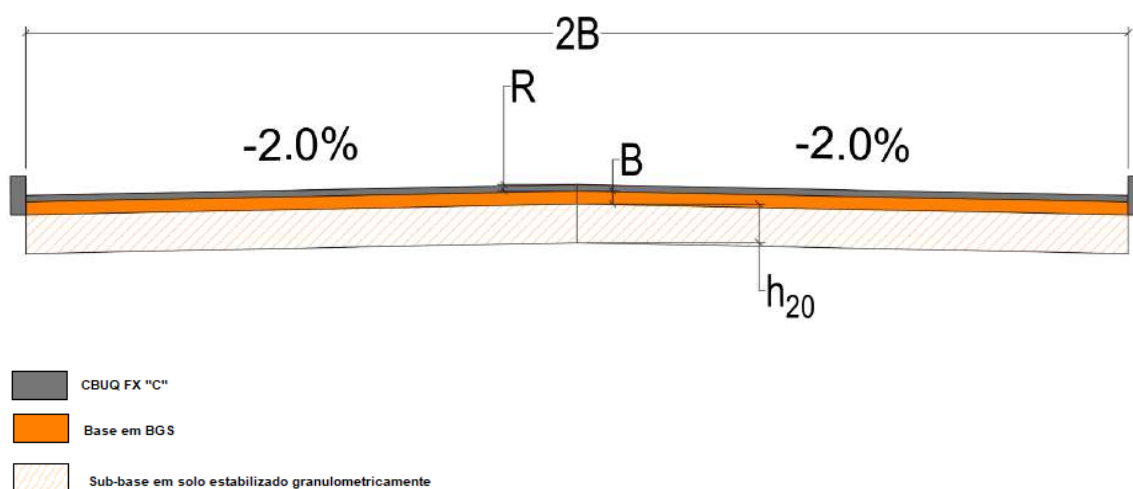


Figura 10 - Seção tipo (CBUQ).

Onde:

- i. $R=5,0$ cm;
- ii. $B=20$ cm;
- iii. $h_{20}=40$ cm.

A determinação da espessura do revestimento (R) se deu através do número N sendo adotado a espessura mínima recomendada para as **ruas do bairro Tabuleiro**.

$$N = 10^5 \therefore R_{\min} = 5,0 \text{ cm}$$

O procedimento de cálculo para a espessura da camada de base (B) é explicitado a seguir:

$$H_{20} = 77,67 \cdot N^{0,0482} \cdot CBR_{SUB-BASE}^{-0,598} \Rightarrow H_{20} = 77,67 \cdot (10^5)^{0,0482} \cdot 20^{-0,598}$$

$$\therefore H_{20} = 22,55 \text{ cm}$$

$$R \cdot k_R + B \cdot k_B \geq H_{20} \Rightarrow 5,0 \cdot 2,0 + B \cdot 1,0 = 22,55 \Rightarrow B = 12,55 \text{ cm}$$

$$\therefore B_{ADOTADO} = 15,0 \text{ cm}$$

Para a camada de sub-base (h_{20}) o procedimento de cálculo está demonstrado na sequência:

$$H_m = 77,67 \cdot N^{0,0482} \cdot CBR_{PROJETO}^{-0,598} \Rightarrow H_m = 77,67 \cdot (10^5)^{0,0482} \cdot 5,0^{-0,598}$$

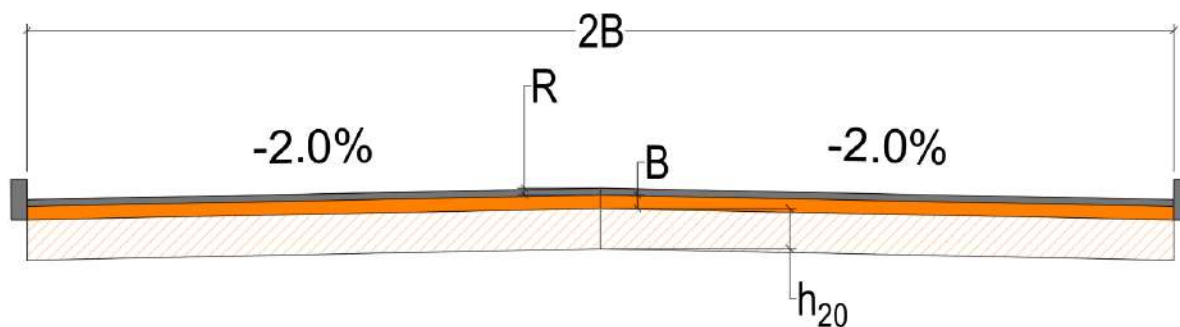
$$\therefore H_m = 51,67 \text{ cm}$$

$$R \cdot k_R + B \cdot k_B + h_{20} \cdot k_S + h_n k_{Ref} \geq H_m \Rightarrow 5,0 \cdot 2,0 + 15 \cdot 1,0 + h_{20} \cdot 1 = 51,67$$

$$\therefore h_{20} = 26,67 \text{ cm}$$

Trazendo o valor da base (B) para 20 cm tem-se $h_{20} \approx 20$ cm.

Sendo assim, a estrutura do pavimento **dimensionado para o bairro Tabuleiro** está representada na imagem a seguir:



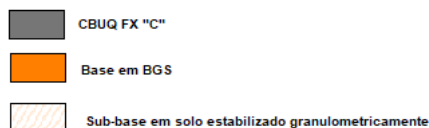


Figura 11 - Seção tipo (CBUQ).

Onde:

- i. $R=5,0$ cm;
- ii. $B=20$ cm;
- iii. $h_{20}=20$ cm.

6.3.3 Meio-fio de concreto

Os Meios-fios são dispositivos posicionados ao longo do pavimento, e mais elevado que este, com duplo objetivo de limitar a área destinada ao trânsito de veículos e conduzir as águas precipitadas sobre o pavimento e passeios para outros dispositivos de drenagem.

Os Meios-fios pré-moldados com dimensões de 1,00 m de comprimento por 0,30 m de altura e largura de 0,12 m com canto superior arredondado, deverão apresentar as superfícies planas e arestas retilíneas. Esta largura se deve ao padrão atual encontrado no mercado local. Deverão ser assentados e rejuntados.

6.3.4 Dimensionamento do Pavimento Flexível – Restauração

Algumas ruas do lote levantado possuem camadas de Paralelepípedo e ou Concreto Simples. Após o levantamento topográfico e tratamento de dados, , verificou-se que as ruas não possuem projeto de microdrenagem.

A fim de garantir o escoamento total dessas áreas, bem como a resistência e bom funcionamento dos materiais empregados empregados, fica definido como solução a remoção total dessas matérias e a execução dos novos projetos apresentados neste volume e no volume 02.

Na seguir serão apresentadas as ruas onde serão empregadas essa solução:

MEMÓRIA DE DEMOLIÇÃO						
RUA	INCIDÊNCIA DE REVESTIMENTOS	EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ESPESSURA ESTIMADA (m)	ÁREA (m ²)	VOLUME (m ³)



Rua Projetada 13	Concreto da E0+0 até E0+3	3,0	6,0	0,05	18,00	0,90
Rua Projetada 05	Concreto da E0+0 até E1+0	20,0	4,0	0,05	80,00	4,00
Rua Nova Nascença	Concreto da E0+0 até E1+3 / Concreto da E2+3 até E5+6	86,0	6,0	0,05	516,00	25,80
Rua Projetada 09	Concreto da E0+0 até E3+0	60,0	6,0	0,05	360,00	18,00
Rua Projetada 18	Concreto da E0+4 até E5+0	96,0	5,0	0,05	480,00	24,00
Rua Projetada 16	Concreto da E0+5 até E3+0	55,0	5,0	0,05	275,00	13,75
Rua Projetada 14	Concreto da E1+0 até E2+0	20,0	5,0	0,05	100,00	5,00
Travessa Projetada 04	Concreto da E1+0 até E3+0	40,0	4,0	0,05	160,00	8,00
Rua Projetada 17	Concreto da E1+0 até E3+10	50,0	5,0	0,05	250,00	12,50
Rua Projetada 11	Concreto da E2+15 até E4+0	25,0	5,0	0,05	125,00	6,25
Rua Projetada 07	Concreto da E4+10 até E6+10	40,0	4,0	0,05	160,00	8,00
Rua Projetada 01	Concreto da E7+15 até E9+0	25,0	8,0	0,05	200,00	10,00
Rua Santa Clara	Concreto E0+0 até E0+6	6,0	6,0	0,05	36,00	1,80
					2.760,00	138,00
Rua Reserva do Parque	Paralelepípedo da E0+0 até E3+0	60,0	4,0	-	240,00	-
Rua Oscar Carneiro Simões	Paralelepípedo da E0+0 até E0+5	5,0	6,0	-	30,00	-
Rua da Floresta	Paralelepípedo da E0+0 até E5+0	100,0	8,0	-	800,00	-
					1.070,00	

Tabela 7 - Incidência de Revestimentos

6.3.4.1 Detalhes das Seções Tipo

A seção transversal de pavimentação é apresentada no Volume 2.

7. PROJETO DE MICRODRENAGEM

7.1 Estudo hidrológico

Os estudos hidrológicos foram procedidos com a finalidade de identificar e qualificar as circunstâncias climáticas, pluviométricas e hídricas da área onde se localiza o trecho em estudo, balizar-se a aplicação de modelos pluviais necessários ao dimensionamento das obras para adequação do sistema de drenagem existente.

A adoção dos coeficientes de impermeabilização e *run-off* baseou-se no Manual de Drenagem de Rodovias (2006) - DNIT.

A metodologia empregada na elaboração do estudo hidrológico em questão foi extraída basicamente das Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários-2006/DNIT/IPR - DNIT-IS-203.

Através de textos e dados observados referentes ao clima, se busca um entendimento desse fenômeno e a sua manifestação na área atravessada pela estrada, com precipitações, temperaturas, etc. Como se sabe a precipitação, por exemplo, é um fenômeno explicado pelo entendimento do clima, que depende este de fatores estáticos (topográficos, altitudes, longitudes, latitudes, presença de serras, vales, etc.) e de fatores dinâmicos como as correntes de circulação atmosférica (os anticiclones, as correntes perturbadas, etc.).

O estudo das precipitações é fundamental num projeto de estradas, principalmente nos estudos dos seguintes tópicos:

- a) Verificação das estatísticas de descarga (curva dupla acumulação) ou dedução dessas quando não há informações disponíveis;
- b) Determinação das enchentes para projeto das obras de drenagem, ponte, etc.;
- c) Levantamento da possibilidade de danos ambientais decorrentes do aumento do deflúvio superficial e do direcionamento das águas pluviais, como: erosões, assoreamentos, inundações, etc.;
- d) Escolha do tipo de revestimento da pista de rolamento;
- e) Planejamento da construção a fim de evitar interrupções de trabalho devido às chuvas ou inundações.

7.1.1 Chuva de projeto (Curva IDF)

7.1.1.1 Precipitações

Para fins de estimativa das alturas precipitadas a se aplicar neste projeto utilizou-se a fórmula da curva IDF proposta por Denardin e Freitas (1982) com os respectivos parâmetros e equação mostrados logos a seguir:

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

Onde:

- a) $K = 274,09$;
- b) $T = 10$ anos;
- c) $t =$ variável;
- d) $b = 6$;
- e) $c = 0,56$;
- f) $a = 0,28$.

7.1.1.2 Bacias de contribuição

O cálculo dos parâmetros, ou seja, área da bacia drenada, comprimento do talvegue principal e desnível entre o ponto mais alto nas cabeceiras dos mananciais e a seção de drenagem foram determinados com suficiente precisão através da individualização das bacias contribuintes feitas pelo traçado em plantas topográficas das linhas dos divisores de águas ou espigões.

As plantas cartográficas foram georreferenciadas e os dados geométricos das bacias foram obtidos pelo software CIVIL 3D.

7.1.1.3 Tempo de retorno

O tempo de recorrência para o projeto dos dispositivos de drenagem foi fixado, levando-se em consideração os seguintes fatores:

- a) Importância e segurança da obra;
- b) No caso de interrupção do tráfego, os prejuízos econômicos;
- c) Danos às obras de drenagem;
- d) Estimativa de custos de restauração, na hipótese de destruição;
- e) Periculosidade de subestimação das vazões pelos danos que as cheias possam ocasionar às populações ribeirinhas e às propriedades;

f) Outros fatores de ordem econômica.

Em face desses fatores, foram usados os seguintes períodos de recorrência segundo a Instrução de Serviço - IS-203 do DNIT, mostrada na tabela a seguir:

PERÍODO DE RETORNO (T_R)	
ESPÉCIE	TR (anos)
Microdrenagem	2 a 10
Drenagem subsuperficial	10
Bueiros Tubulares	15 (como canal)
	25 (como orifício)
Bueiro Celular	25 (como canal)
	50 (como orifício)
Pontilhão	50
Ponte	100

Tabela 8 - Período de Retorno.

7.1.1.4 Coeficiente de escoamento

Para cada etapa do Método Racional e do Hidrograma Unitário Triangular – HUT, os coeficientes de drenagem superficial ou de escoamento e o do complexo solo-vegetação foram adotados com o auxílio do quadro desenvolvido por R.Peltier / J.L. Bonnenfant, que leva em consideração a natureza da cobertura da bacia, sua declividade e área.

7.1.1.5 Tempo de concentração

É definido como sendo o tempo necessário para que a área de drenagem passe a contribuir para a vazão na seção estudada. De uma maneira geral, o tempo de concentração de uma bacia qualquer depende de vários parâmetros tais como:

- Área da bacia e sua forma;
- Comprimento e declividade do canal mais longo (principal);
- Tipo, recobrimento vegetal, uso da terra etc.

Segundo estudos, as características que influem principalmente no tempo de concentração são as três citadas acima.