retorno para macrodrenagem desta magnitude deve ter período de retorno de 15 anos.

5.2.5 Intensidade da chuva

Além de se estabelecer a área de contribuição e o coeficiente de escoamento, é necessário, para se obter a vazão máxima afluente ao projeto, definir a intensidade da chuva na região.

Os estudos hidrológicos visam o conhecimento do regime hídrico da área onde se situa a intervenção proposta. O presente estudo foi desenvolvido utilizando-se os dados fornecidos pelo software "PLUVIO 2.1", elaborado pelo Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos – DEA da Universidade Federal de Viçosa - Minas Gerais.

Este programa foi desenvolvido a partir de estudos realizados pelo Engenheiro Otto Pfafstetter, publicados em "Chuvas Intensas do Brasil", para 97 estações pluviográficas no Brasil.

Para execução do programa adotou-se, dentre os pontos ofertados, a cidade de Lauro de Freitas/ BA onde está inserida a área do projeto.

O estudo do engenheiro Otto Pfafstetter consiste na elaboração de equação analítica onde se apresentam parâmetros específicos a cada região. Na expressão apresentada a seguir enunciam-se cada um dos parâmetros componentes que se necessita para definir a Precipitação Máxima a ser adotada em projeto.

$$P = T_R^K . [a.t + b.\log(1 + c.t)]$$

Sendo que, define-se K como:

$$K = \left(\alpha + \frac{\beta}{t_c^\gamma}\right)$$

Onde:

- P é a precipitação máxima, em mm;
- TR é o período de retorno, em anos;
- tc é o tempo de concentração, em horas;
- α e β são valores que dependem da duração da precipitação;

Jeferson Costa Marinho
Engenheiro Civil
CREA/BA 050886782-7
MAT. 121027-0

- γ, a, b, c são valores constantes relativos a cada Posto de Observação.

A intensidade da chuva será definida a partir do programa que oferece a seguinte equação:

$$I = \frac{K \, . \, T_r{}^{a}}{(tc + b)^{c}}$$

$$I = \frac{1288{,}53 \, . \, T_r{}^{0{,}2}}{(tc + 22)^{0{,}81}}$$

Onde:

- I é a intensidade, em mm/h;
- Tr é o período de retorno, em anos;
- tc é a duração da chuva, em min;
- K, a, b, c = parâmetros relativos a uma determinada localidade.

5.3 METODOLOGIA DE CÁLCULO DE DESCARGAS

Para definição das vazões de projeto é preciso saber qual a área de contribuição ao trecho em estudo. Na hidrologia estabelece-se que para regiões com áreas de contribuição pequenas, ou seja, com menos de 2 km², deve-se adotar o Método Racional para efeito de cálculo.

De acordo com o Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE, 2005), os métodos a serem utilizados podem adotar a orientação a seguir:

- Método Racional: área de contribuição menor que 2 km²
- Método I-Pai-Wu: área de contribuição entre 2 km² e 200 km²
- Método Prof. Kokei Uehara: área de contribuição entre 200 km² e 600 km²
- Hidrograma Unitário: área de contribuição superior a 600 km²

5.3.1 Método Racional (MR)

O método racional baseia-se nas seguintes hipóteses:

Jeferson Costa Adrinho
Engenheiro Civil
CREA/BA: 050896782-7
MAT 121027-0

- Precipitação uniforme sobre toda a bacia;
- Precipitação uniforme na duração da chuva;
- A intensidade da chuva é constante;
- O coeficiente de escoamento superficial é constante;
- A vazão máxima ocorre quando toda a bacia está contribuindo.

A vazão de projeto obtida pelo método Racional segue a seguinte equação:

$$Q = 2{,}78\, x\, C * i * A$$

Onde:

- Q é descarga de projeto, em L/s;
- C é o coeficiente adimensional de escoamento superficial (Run-off);
- I é a intensidade média da precipitação sobre a bacia, em mm/h;
- A é a área de bacia drenada, em ha;

5.4 ESTUDO HIDRÁULICO

A concepção do projeto de drenagem propriamente dito, em sua essência caracterizou-se no dimensionamento de estrutura de drenagem com vistas a escoar todo o caudal protegendo a região de alagamentos, para tanto é apresentado neste tópico a metodologia, os parâmetros, as plantas e planilhas de cálculos com indicação de tipo, dimensões, localização e extensão das obras previstas.

Para o desenvolvimento dos estudos e concepção do projeto, utilizaram-se os elementos básicos presentemente disponíveis, que estão relacionados a seguir:

- As descargas máximas para cada sub-bacia;
- Traçado em planta e perfil;
- Seções transversais adotadas;
- A planta do levantamento topográfico;
- Os estudos hidrológicos para região; e,
- Informações e observações de campo sobre o comportamento das obras existentes.

Jefersul Costa Marin
Engenheiro Civil
CREA/BA: 050866782
MAT: 121027-0

O levantamento topográfico possibilitou a determinação dos elementos necessários à definição das características do projeto hidráulico. Os estudos hidrológicos permitiram mensurar as vazões, descargas de projeto, baseando o dimensionamento hidráulico.

5.4.1 Rede de drenagem

O dimensionamento hidráulico é realizado utilizando-se a equação de Manning onde, em uma determinada seção hidráulica, é possível determinar a altura da lâmina d'água de forma que se veicule a vazão afluente.

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

Onde:

- Q é a vazão (m³/s);
- n é o coeficiente de rugosidade de Manning (adimensional);
- A é a área molhada (m²);
- RH é o raio hidráulico (m);
- i é a declividade (m/m).

A rede de drenagem é categorizada como rede principal e rede secundária. A rede secundária é a tubulação que coleta água das caixas de recepção e bocas de lobo e direciona para os poços de visita. A rede principal é a que interliga poços de visita, entre si, ou com os lançamentos.

A rede principal projetada é uma galeria retangular, seguida por um trecho em canal retangular, até lançar em um canal natual. A planilha de dimensionamento da galeria retangular é apresentada na Tabela 2. A planilha de dimensionamento do canal retangular é apresentada na Tabela 3.

5.4.2 Lançamento

O lançamento ocorrerá no rio Ipitanga.

Jeferson Costa Martins
Engenheiro
CREA/BA: 050[illegible]
MAT. 12102[illegible]

Tabela 2 - Dimensionamento da galeria

MEMORIA DE CALCULO - GALERIA

OBRA: Canal dos Irmãos — **Parametros da Equação IDF:**

Municipio = Lauro de Freitas-BA — K = 1288,5 b = 22 — Coeficiente de rugosidade (n) CONCRETO 0,013

Tempo de retorno (Tr) = 15 anos — a = 0,2 c = 0,81

Trecho	CT TAMPA	CT DE FUNDO		Compr.	Decliv.	Área Contrib. (ha)		tc	C	I	Vazão	Seção		Lâmina	Veloc.	Tempo	Cap Escoa
		Mont	Jus	(m)	(m/m)	Parcial	Acumul.	(min)		(mm/h)	(m³/s)	base	altura	(m)	(m/s)	(min)	
PV01/PV02	14,04	11,00	10,70	83,31	0,0036	0,000	103,880	56,00	0,70	64,97	13,12	2,5	2,0	1,48	3,56	0,39	13,18
PV02/PV03	13,40	10,70	10,30	102,35	0,0039	17,870	121,750	56,39	0,70	64,71	15,32	2,5	2,0	1,61	3,80	0,45	15,31
PV03/PV04	13,25	10,30	10,00	90,30	0,0033	6,180	127,930	56,84	0,70	64,41	16,02	2,5	2,0	1,78	3,61	0,42	16,06
PV04/PV05	13,40	10,00	9,75	74,20	0,0034	4,700	132,630	57,26	0,70	64,13	16,54	2,5	2,0	1,81	3,65	0,34	16,52
PV05/PV06	13,01	9,75	9,20	169,85	0,0032	5,100	137,730	57,59	0,70	63,91	17,12	3,0	2,0	1,56	3,66	0,77	17,12
PV06/PV07	12,19	9,20	8,90	83,77	0,0036	7,910	145,640	58,37	0,70	63,41	17,96	3,0	2,0	1,56	3,85	0,36	17,96
PV07/PV08	11,95	8,90	8,80	24,95	0,0040	3,950	149,590	58,73	0,70	63,18	18,38	3,0	2,0	1,52	4,04	0,10	18,38
PV08/PV09	11,96	8,80	8,70	40,55	0,0025	0,000	149,590	58,83	0,70	63,12	18,36	3,0	2,0	1,82	3,36	0,20	18,36
PV09/PV10	11,88	8,70	8,45	70,70	0,0035	5,000	154,590	59,03	0,70	62,99	18,93	3,0	2,0	1,63	3,88	0,30	18,93
PV10/PV11	12,00	8,45	8,10	95,94	0,0036	6,830	161,420	59,34	0,70	62,80	19,71	3,0	2,0	1,66	3,96	0,40	19,71
PV11/PV12	12,50	8,10	7,95	48,52	0,0031	9,100	170,520	59,74	0,70	62,55	20,74	3,0	2,0	1,84	3,76	0,21	20,74
PV12/PV13	12,19	7,95	7,75	54,96	0,0036	0,000	170,520	59,96	0,70	62,42	20,70	3,0	2,0	1,72	4,01	0,23	20,70
PV13/PV14	11,90	7,75	7,55	57,26	0,0035	0,000	170,520	60,19	0,70	62,28	20,65	3,0	2,0	1,75	3,94	0,24	20,70
PV14/PV15	11,64	7,55	7,35	68,50	0,0029	9,050	179,570	60,43	0,70	62,13	21,69	4,0	2,0	1,46	3,71	0,31	21,69
PV15/PV16	11,20	7,35	7,00	101,72	0,0034	9,390	188,960	60,74	0,70	61,94	22,76	4,0	2,0	1,43	3,99	0,42	22,79
PV16/PV17	10,30	7,00	6,80	82,20	0,0024	9,250	198,210	61,16	0,70	61,68	23,77	4,0	2,0	1,67	3,56	0,38	23,77
PV17/PV18	9,98	6,80	6,60	79,80	0,0025	10,120	208,330	61,54	0,70	61,45	24,89	4,0	2,0	1,71	3,65	0,36	24,90
PV18/PV19	9,77	6,60	6,45	57,60	0,0026	10,080	218,410	61,91	0,70	61,24	26,01	4,0	2,0	1,74	3,74	0,26	26,00
PV19/PV20	9,76	6,45	6,25	80,03	0,0025	0,000	218,410	62,17	0,70	61,09	25,94	4,0	2,0	1,77	3,69	0,36	26,05
PV20/PV21	9,50	6,25	6,00	115,00	0,0022	13,180	231,590	62,53	0,70	60,87	27,41	4,5	2,0	1,72	3,53	0,54	27,40
PV21PV22	9,37	6,00	5,70	134,10	0,0022	0,000	231,590	63,07	0,70	60,56	27,27	4,5	2,0	1,70	3,56	0,63	27,24
PV22/PV23	9,33	5,70	5,40	116,18	0,0026	24,620	256,210	63,70	0,70	60,20	29,99	4,5	2,0	1,73	3,85	0,50	29,98
PV23/PV24	8,95	5,40	5,15	106,70	0,0023	3,330	259,540	64,20	0,70	59,92	30,24	4,5	2,0	1,80	3,72	0,48	30,16
PV24/PV25	8,25	5,15	4,95	79,78	0,0025	7,230	266,770	64,68	0,70	59,65	30,94	4,5	2,0	1,79	3,84	0,35	30,96
PV25/CANAL	8,00	4,95	4,92	11,40	0,0026	3,000	269,770	65,02	0,70	59,46	31,19	4,5	2,0	1,77	3,92	0,05	31,21
CANAL	7,50	4,92															

Jeferson Costa Marinho
Engenheiro Civil
CREA-BA 071857827-0
MAT 2119270

16

Tabela 3 - Dimensionamento do canal retangular

MEMORIA DE CALCULO - CANAL

OBRA: Canal Luiz Tarquinio — **Parametros da Equação IDF:**

Municipio = Lauro de Freitas-BA — **K =** 1288,5 **b =** 22 — **Coeficiente de rugosidade (n) CONCRETO** 0,013

Tempo de retorno (Tr) = 15 anos — **a =** 0,2 **c =** 0,81

Trecho	CT TERR	CT DE FUNDO		Compr.	Decliv.	Área Contrib. (ha)		tc	C	I	Vazão	Seção		Lâmina	Veloc.	Tempo	Cap Escoa
		Mont	Jus	(m)	(m/m)	Parcial	Acumul.	(min)		(mm/h)	(m³/s)	base	altura	(m)	(m/s)	(min)	
							269,770										
P01/P02	7,93	4,70	4,40	137,76	0,0022	116,920	386,690	56,00	0,70	64,97	48,85	5,7	2,3	2,10	4,08	0,56	48,85
P02/P03	7,40	4,40	4,20	99,05	0,0020	0,000	386,690	56,56	0,70	64,59	48,57	7,0	2,3	2,05	4,10	0,40	58,86
P03/P04	7,10	4,20	3,90	250,21	0,0012	12,813	399,503	56,97	0,70	64,32	49,97	7,0	2,3	2,20	3,25	1,28	50,12
P04	7,00	3,90	3,90														

Jeferson Costa Marinho
Engenheiro Civil
CREA BA 050895792-7
MAT. [illegible]

17

6 PAVIMENTAÇÃO

A definição de um pavimento é função de vários parâmetros, dentre os quais se destacam a vida útil esperada, os materiais de construção disponíveis na localidade e a metodologia executiva a ser empregada na construção da via, visando o melhor desempenho para implantação do anteprojeto proposto.

O Anteprojeto de Pavimentação contempla as vias por onde passa as galerias de macrodrenagem que tem larguras variáveis, e também contempla a recomposição das vias aonde foi previsto redes e microdrenagem.

Preconiza-se que em fase de Projeto Executivo sejam feitos os devidos estudos e dimensionamentos das pavimentações.

6.1.1 Conceituação das camadas componentes do sistema projetado

As camadas componentes da estrutura de pavimentação são assim conceituadas:

- **Subleito** – terreno de fundação do pavimento;
- **Regularização e compactação do subleito** – processo de planificação e compactação da superfície do subleito, de modo a conformá-lo geometricamente em acordo com o projeto (larguras, greides, cotas e inclinações);
- **Sub-base** – camada apoiada diretamente sobre o subleito regularizado e compactado ou sobre o reforço do subleito, quando este se justificar, com comprometimento estrutural complementar à base;
- **Base** – camada assente sobre a sub-base, destinada a receber e distribuir os esforços oriundos do tráfego e sobre a qual se implanta o revestimento;
- **Revestimento** – capa de rolamento, que recebe diretamente a ação do tráfego e é destinada a melhorar a superfície de rolamento quanto às condições de conforto e segurança, promovendo, também, resistência ao desgaste.

Jeferson Costa Ma
Engenheiro Civil
CREA/BA: 67823
MAT:

6.1.2 Classificação Quanto à Função

As vias urbanas são classificadas quanto à função que exercem no sistema viário municipal da seguinte forma:

- **Via arterial I (expressa)** – tem como função principal interligar as diversas regiões do município, promovendo ligações intraurbanas de média distância, articulando-se com as vias expressas e com outras de categoria inferior, contando, obrigatoriamente, com faixas segregadas para o transporte coletivo, que terão prioridade sobre qualquer outro uso projetado ou existente na área destinada a sua implantação;
- **Via arterial II (arterial)** – com a mesma função da via arterial I, difere desta apenas pelas suas características geométricas, em razão da impossibilidade de implantação de via marginal. Conta, sempre que possível, com faixas exclusivas ou preferenciais para o transporte coletivo;
- **Via coletora I (principal)** – tem a função principal de coletar e distribuir os volumes de tráfego local e de passagem em percursos entre bairros;
- **Via coletora II (secundária)** – tem a função de coletar e distribuir os volumes de tráfego local dos núcleos dos bairros;
- **Vias locais** – vias cuja finalidade primordial é o acesso às propriedades, sendo desencorajado o tráfego direto.

6.1.3 Classificação Quanto ao Tráfego

As vias urbanas a serem pavimentadas serão classificadas, para fins de dimensionamento de pavimento, de acordo com o tráfego previsto para as mesmas, conforme os seguintes tipos:

- **Tráfego leve** – ruas de características essencialmente residenciais, para as quais não é previsto o tráfego de ônibus, podendo existir ocasionalmente a passagem de caminhões e ônibus em número não superior a 20 veículos por dia por faixa de tráfego;

- **Tráfego médio** – ruas e avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número entre 21 a 100 veículos por dia por faixa de tráfego;

Jeferson Costa Mafra
Engenheiro Civil
CREA/BA: 050686782-7
MAT. 121027-0

- **Tráfego médio pesado** – ruas e avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número entre 101 a 300 veículos por dia por faixa de tráfego;

- **Tráfego pesado** – ruas e avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número entre 301 a 1.000 veículos por dia por faixa de tráfego;

- **Tráfego muito pesado** – ruas e avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 1.001 a 2.000 por dia por faixa de tráfego.

Na Tabela 4 exposta a seguir é apresentada a classificação das vias e os parâmetros de tráfego a serem adotados.

Tabela 4 - Classificação das Vias e os Parâmetros de Tráfego a serem adotados

Função predominante	Tráfego previsto	Vida de projeto (anos)	Volume inicial faixa mais carregada		N	N característico
			Veículo leve	Caminhão ou ônibus		
Via local residencial	Leve	10	100 a 400	4 a 20	$2,70x10^4$ a $1,40x10^5$	10^5
Via coletora secundária	Médio	10	401 a 1.500	21 a 100	$1,40x10^5$ a $6,80x10^5$	$5,00x10^5$
Via coletora principal	Meio Pesado	10	1.501 a 5.000	101 a 300	$1,40x10^6$ a $3,10x10^6$	$2,00x10^6$
Via arterial	Pesado	12	5.001 a 10.000	301 a 1.000	$1,00x10^7$ a $3,30x10^7$	$2,00x10^7$
Via arterial principal / expressa	Muito Pesado	12	> 10.00	1.001 a 2.000	$3,30x10^7$ a $6,70x10^7$	$5,00x10^7$
Faixa exclusiva de ônibus	Volume Médio	12	-	< 500	$3,00x10^6$	107
	Volume Pesado		-	> 500	$5,00x10^7$	$5,00x10^7$

Fonte: adaptado da publicação IP-02, da Prefeitura Municipal de São Paulo.

Jeferson Costa Marinho
Engenheiro Civil
CREA

6.1.4 Vida útil do projeto

A vida útil das obras, se não for definido pela Prefeitura Municipal, será fixado pela projetista em função das características do sistema viário a projetar. Os valores usualmente utilizados variam conforme apresentado na Tabela 5 exposta a seguir, e de acordo com a mesma, a vida útil do projeto é correspondente a 10 anos.

Tabela 5 - Condição de Utilização do Sistema Viário X Vida Útil do Projeto

Condição de Utilização do Sistema Viário	Vida útil
Acessos locais	5 anos
Vias locais	10 anos
Vias coletoras	12 anos
Vias arteriais	15 anos

6.1.5 Definição do número "N"

A definição do número "N" depende da classificação das vias, bem como o planejamento urbano como um todo, uma vez que as vias estejam pavimentadas, o seu uso não será o mesmo. A partir das informações apresentadas, considerou-se que as vias a serem requalificadas possuem N característico adotado de $1{,}00 \times 10^5$ sendo consideradas vias locais.

6.1.6 Dimensionamento dos pavimentos

Para o pré-dimensionamento do pavimento foi adotado o Método elaborado pela ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland), em detrimento da Fórmula de Peltier, pois a metodologia aplicada em vias locais pode resultar em pavimentos superdimensionados.

O Método da ABCP faz uso de Procedimentos, o qual o Procedimento A, adotado e descrito abaixo, é estabelecido em função do Número "N" de Solicitações de Eixo Simples Padrão.

Jeferson Costa Marinho
Engenheiro Civil
CREA/BA: 050686782-7
MAT: 1210270

Procedimento A (ABCP/ET-27) - Sua utilização é mais recomendada para vias que possuam: tráfego leve ("N" típico até 10^5 Solicitações de Eixo Simples Padrão) por não necessitar utilizar camada de base, gerando estruturas esbeltas e economicamente viáveis e; tráfego meio pesado a pesado com "N" típico superior a $1,5 \times 10^6$ em função do emprego de bases cimentadas. De acordo com a IP-06/2004 (Instrução Técnica de Projeto da Prefeitura de São Paulo), este Procedimento possui algumas recomendações, quais sejam:

- Para tráfego com $N < 1,5 \times 10^6$, a camada de Base não é necessária;
- Para tráfego com $1,5 \times 10^6 \leq N < 1,0 \times 10^7$, a espessura mínima da camada de Base Cimentada será de 10 cm;
- Quando o $N \geq 5 \times 10^5$, o material da Sub-base deve apresentar um valor de CBR ≥ 30%; se o Subleito natural apresentar CBR ≥ 30%, fica dispensada a utilização de camada de Sub-Base.

Após a entendimento da classificação das vias e aplicação do método chegou-se ao seguinte pavimento para as vias objeto de intervenção:

- Sub-leito regularizado e compactado em terreno natural;
- Sub-base de 20 cm em material estabilizado granulometricamente;
- Base de 20 cm em brita graduada;
- Revestimento em CBUQ de 5 cm.

A seção tipos dos pavimentos está apresentada em peça gráfica.

Jefferson Costa Martins
Engenheiro Civil
CREA-BA: 050886782-7
MAT. 121027-0

7 ESTRUTURAL

As galerias de macrodrenagem são apresentadas em 6 seções distintas:

- Galeria Retangular 2,00 x 2,50
- Galeria Retangular 2,00 x 3,00
- Galeria Retangular 2,00 x 4,00
- Galeria Retangular 2,00 x 4,50
- Canal Retangular Aberto 5,70 x 2,30
- Canal Trapezoidal Aberto

Em peça gráfica são apresentadas as galerias nos desenhos civis das seções das estruturas. Todos os trechos foram projetados em concreto.

Preconiza-se que em fase de Projeto Executivo sejam feitos os devidos estudos e dimensionamentos dos elementos estruturais.

Jeferson Costa Marinho
Engenheiro Civil
CREA-BA: 050886782-7
MAT. 121027-0