

ESTUDO DE MACRODRENAGEM DE ITAÍ / SP

Volume II:

- Estudo Hidrológico
- Estudo Hidráulico
- Alternativas de Soluções



Fevereiro de 2010



ÍNDICE

1.- APRESENTAÇÃO	4
2.- HIDROLOGIA URBANA DE ITAÍ	5
2.1. Classificação das Bacias Urbanas de Itaí (Bacia do Cór. Lageado)	5
2.2. Período de Retorno	5
2.3. Tempo de Concentração	7
2.4.- Previsão de Vazões para Chuvas de Projeto	13
3.- ELEMENTOS DE MICRO-DRENAGEM URBANA DE ITAÍ	16
3.1.- Distribuição Espacial dos Componentes:	21
4.- DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DOS COMPONENTES	22
4.1.- Ruas e Sarjetas:	22
4.2.- Bocas-de-Lobo:	22
4.3.- Galerias:	24
4.4.- Poços de Visita:	24
4.5.- Redução da Capacidade de Escoamento:	25
5.- CRITÉRIOS DE ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DA MACRODRENAGEM EM ITAÍ	37
5.1.- Padrões e Critérios de Projeto	38
5.2.- Vazões de Projeto	39
5.3.- Restrições de Projeto	39
5.4.- Principais Dispositivos e Obras Empregados na Drenagem Urbana de Itaí	41
6.- ANÁLISE HIDRÁULICA PARA A DRENAGEM ITAÍ	45
6.1.- Equações Básicas - Escoamentos Permanentes e Não Permanentes	46
6.2.- Interpretação Física da Equação do Escoamento Permanente	47
6.3.- Solução Numérica e Algoritmo de Solução para os Elementos da Drenagem de Itaí	49
6.4.- Caracterização das Seções Transversais Cór. Lageado	50
7.- PRÉ-DIMENSIONAMENTO DE CANAIS DE DRENAGEM: CÓRREGO LAGEADO	52
8.- DIAGNÓSTICO DO SISTEMA ATUAL E PROPOSIÇÃO DE ALTERNATIVAS PARA A MACRODRENAGEM DE ITAÍ	53
8.1.- Alternativas de Solução para a Drenagem em Itaí	56

9.- QUANTIFICAÇÃO DE SERVIÇOS E OBRAS PARA AS ALTERNATIVAS PROPOSTAS NO ESTUDO DE MACRODRENAGEM DE ITAÍ	85
9.1.- Critérios Adotados no Estudo de Macrodrenagem Itaí	85
9.2.- Quantitativos de Materiais e Serviços	86
9.3.- Caracterização e Custos das Intervenções na cidade de Itaí	92
10.- DIRETRIZES EXECUTIVAS DE OBRAS E SERVIÇOS DE DRENAGEM EM ITAÍ	93
10.1.- Galerias	93
10.2.- Dissipadores de Energia	119
11.- PLANO DE AÇÃO PARA A DRENAGEM DO MUNICÍPIO DE ITAÍ	126
11.1.- Plano de Ação Imediata – PAI	127
11.2.- Plano de Ação Continuada – PAC	129
12.- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	134

1.- APRESENTAÇÃO

Este volume traz os estudos hidrológicos e hidráulicos, bem como algumas soluções propostas para a drenagem da cidade de Itaí, visando estabelecer um plano de ações a curto, médio e longo prazos no sentido de reabilitar o sistema de drenagem existente, ampliar a cobertura do serviço, bem como aumentar sua eficiência, através da implantação de novas unidades operacionais e ações não estruturais, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da população.

Desta forma, o estudo de Macrodrenagem de Itaí objetiva identificar, localizar e conhecer os problemas institucionais e técnicos existentes no município, no que concerne ao gerenciamento, operação e manutenção da drenagem urbana.

Tem a premissa de recomendar a implantação de obras e ações, corretivas e preventivas, para aumentar a eficiência e abrangência drenagem urbana do município de forma integrada e contínua, com apresentação da respectiva metodologia de execução dos serviços/obras e orçamento estimado.

Apóia a Prefeitura Municipal de Itaí a estabelecer diretrizes para o uso e ocupação disciplinada do solo, através da identificação e zoneamento de áreas menos vulneráveis a alagamentos e áreas mais susceptíveis ao problema, bem como, propor diretrizes que poderão ser incorporadas ao Plano Diretor com vistas às atuais e futuras ocupações.

Por fim, orienta a Prefeitura Municipal de Itaí a estabelecer medidas que possam reduzir drasticamente os riscos de exposição da população a inundações e alagamentos, bem como prejuízos aos cofres públicos.

2.- HIDROLOGIA URBANA DE ITAÍ

2.1. Classificação das Bacias Urbanas de Itaí (Bacia do Córrego Lageado)

A Bacia Hidrográfica do Córrego do Lageado recebe praticamente toda água captada pelos sistemas pluviais da malha urbana de Itaí, principalmente da região central. Conseqüentemente, todo impacto trazido por estas águas influem diretamente sobre este curso d'água, fazendo com que o mesmo sofra os mais variados danos ambientais, como: assoreamento, erosões, aporte de poluição difusa.

Normalmente, as bacias ocupadas pelo processo de urbanização são de portes pequeno e médio. Devido à variação natural dos parâmetros que influem no comportamento hidrológico da bacia, a distinção entre bacias pequenas e médias é imprecisa e até mesmo subjetiva. Comumente, bacias com tempo de concentração inferior a 1 hora e/ou área de drenagem não superior a 2,5 km² são classificadas como pequenas. Bacias com tempo de concentração superior a 12 horas e/ou área de drenagem maior que 1.000 km² se classificam como grandes; bacias médias se situam entre esses dois tipos.

Na grande maioria das vezes, não se dispõe de registros de vazão nas áreas nas quais se pretende realizar obras de drenagem. No entanto, pode-se sintetizar as vazões de projeto por meio dos dados de precipitação. É nesse contexto que a classificação da bacia em pequena ou média é fundamental. Embora se possa utilizar o método racional em bacias pequenas, não é recomendável que o mesmo seja usado para o cálculo das vazões em bacias de porte médio. Devido à necessidade de se considerar a variação temporal da intensidade da chuva e o amortecimento na bacia de porte médio, são usadas, normalmente, técnicas baseadas na teoria do hidrograma unitário, pois do contrário as vazões de pico seriam superestimadas.

A escolha do método de cálculo pode ser auxiliada por meio do quadro seguinte, o qual aponta alguns atributos das bacias pequenas e médias.

Quadro.- Classificação de Bacias

Característica	Bacia pequena	Bacia média
Varição temporal da intensidade de chuva	Constante	Variável
Varição espacial da intensidade de chuva	Uniforme	Uniforme
Escoamento superficial	Predominante em superfícies	Em superfícies e canais
Armazenamento na rede de canais	Desprezível	Desprezível

2.2. Período de Retorno

Para se decidir o grau de proteção conferido à população de Itaí com a construção das obras de drenagem, deve-se determinar a vazão de projeto. Deve-se, também, conhecer a probabilidade P de o valor de uma determinada

vazão ser igualado ou superado em um ano qualquer. A vazão de projeto é imposta de tal forma que sua probabilidade P não exceda um determinado valor pré-estabelecido.

É difícil avaliar os danos resultantes de uma inundação, principalmente quando esses danos não passam de mero transtorno. Os prejuízos decorrentes de inundações (mesmo que freqüentes) de sarjetas e cruzamentos em áreas residenciais da cidade de Itaí, podem até mesmo ser desprezíveis, se o acúmulo de água durar pouco de cada vez. Já na uma zona comercial da cidade, esse mesmo tipo de ocorrência pode causar transtornos mensuráveis.

A aplicação de métodos puramente econômicos para o estabelecimento do período de retorno é limitada pela impossibilidade de levar em conta aspectos que não podem ser expressos em termos monetários, por motivos éticos. Além disso, a relação benefício/custo é de difícil quantificação. Quanto maior o período de retorno adotado, maior será a proteção conferida à população de Itaí; por outro lado não só o custo, como também o porte das obras e sua interferência no ambiente urbano serão maiores.

Devido a essas dificuldades em estabelecer o período de retorno de forma objetiva, sua escolha acaba recaindo sobre critérios técnicos. Quando a escolha do período de retorno adequado fica a critério exclusivo do projetista, pode-se usar os valores do quadro seguinte, que são valores aceitos de forma mais ou menos ampla pelos técnicos e gozam de certo consenso.

Quadro.- Períodos de retorno em função da ocupação da área

Tipo de obra	Tipo de ocupação	Período de retorno (anos)
Micro-drenagem	Residencial	2
Micro-drenagem	Comercial	5
Micro-drenagem	Áreas comerciais e artérias de tráfego	5-10
Macro-drenagem	Áreas Comerciais e residenciais	50-100

Para que se possa escolher o valor desejado, é fundamental a distinção entre *risco* e *período de retorno*. A probabilidade P da vazão de projeto ser igualada ou superada durante a vida útil da obra (N anos) é o inverso do período de retorno T, ou seja: $P=1/T$. Há portanto, a cada ano, uma probabilidade de que a obra não falhe igual a $1-1/T$. Portanto, a possibilidade de que ela não venha a falhar em toda sua vida útil é $(1-1/T)^N$, o que implica que o risco, ou probabilidade de que a obra falhe pelo menos uma vez durante sua vida útil é $R=1-(1-1/T)^N$.

Uma vez obtido o período de retorno, conhece-se a tormenta de projeto e a chuva excedente. São, então, aplicadas técnicas que determinam o hidrograma de projeto através do hietograma da chuva excedente.

2.3. Tempo de Concentração

Tempo de concentração é o tempo necessário para a água precipitada no ponto mais distante na bacia, deslocar-se até a seção principal. É um dos parâmetros cruciais do Método Racional, e sua determinação está sujeita a incerteza e a imprecisões. Diversas fórmulas empíricas têm sido propostas para determinar esse parâmetro em função de características físicas da bacia, da sua ocupação e, eventualmente, da intensidade da chuva. Essas fórmulas têm origem em estudos experimentais de campo ou de laboratório e, portanto, devem ser aplicadas em condições que se aproximem daquelas para as quais foram determinadas e do tipo de escoamento que cada fórmula procura representar. Nesse aspecto distinguem-se três tipos de escoamento:

□□ escoamento em superfícies, constituído fundamentalmente por lâminas de água escoando sobre planos e prevalece em bacias muito pequenas. As velocidades são baixas devido às pequenas espessuras das lâminas e dependem da declividade e rugosidade da superfície e também da intensidade de chuva. Como a extensão dos escoamentos geralmente não é maior do que 50 a 100 metros as fórmulas que refletem este tipo de escoamento são aplicáveis a parques de estacionamento, aeroportos e bacias urbanas muito pequenas. Fórmulas desse tipo geralmente apresentam o valor de t_c em função dos fatores acima relacionados;

□□ escoamento em canais naturais, que prevalece em bacias de maior porte em que os canais são bem definidos. As velocidades são maiores que nos casos acima, pois os canais conduzem a água de forma mais eficiente. Nessas bacias o valor de t_c depende menos da rugosidade da superfície da intensidade da chuva, pois o tempo em que o escoamento ocorre sobre a superfície é menor que no canal. Usualmente as fórmulas que representam esse tipo de escoamento apresentam o valor de t_c em função do comprimento do curso de água e de sua declividade, e

□□ escoamento em galerias e canais artificiais, que prevalece em bacias cujas condições naturais foram significativamente modificadas por obras de drenagem e as velocidades são evidentemente mais altas que nos casos anteriores. Além dos já citados, o valor de t_c é normalmente expresso também em função de parâmetros que refletem as alterações introduzidas tais como a parcela da bacia que conta com sistemas de drenagem ou a extensão dos cursos d'água canalizados. Em uma bacia urbana normalmente estão presentes os três tipos de escoamentos com maior ou menor significado dependendo das características da bacia. A seguir são apresentadas algumas das fórmulas mais utilizadas para o cálculo do tempo de concentração.

Em todas as fórmulas, o significado dos termos é o seguinte:

t_c = tempo de concentração (em minutos)

A = área da bacia (em km^2)

L = comprimento do talvegue (em km)

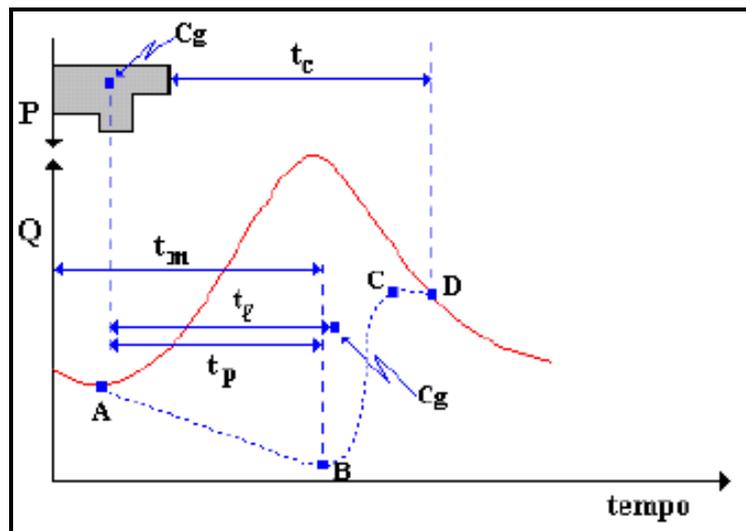
S = declividade do talvegue (em m / m)

H = diferença entre as cotas da seção de saída e o ponto mais a montante da bacia (em m)

- *Tempo de retardo* (t_r). É o intervalo de tempo entre os centros de gravidade do hietograma e do hidrograma.
- *Tempo do pico* (t_p). É o intervalo entre o centro de massa do hietograma e o tempo em que ocorre o pico do hidrograma.
- *Tempo de ascensão* (t_m). É o intervalo de tempo decorrido entre o início da chuva e o pico do hidrograma.
- *Tempo de base* (t_b). É o tempo entre o início da precipitação e aquele em que a precipitação ocorrida já escoou através na superfície, ou que a superfície volta às condições anteriores à ocorrência da precipitação.
- *Tempo de recessão* (t_e). É o tempo necessário para a vazão baixar até o ponto C, quando cessa o escoamento superficial.
- *Tempo de concentração* (t_c). É o tempo necessário para que a água precipitada no ponto mais distante da bacia participe na vazão do fundo do vale. Esse tempo também é definido como o intervalo de tempo entre o fim da precipitação e o ponto de inflexão do hidrograma.

Entretanto, esses parâmetros estão inter-relacionados através de fórmulas empíricas o que torna suficiente o conhecimento apenas do tempo de concentração.

Figura.- Hidrograma Típico



A grande quantidade de fórmulas que fornecem o valor do tempo de concentração em função das características da bacia e da intensidade de precipitação se originam de estudos experimentais e devem ser aplicadas em

condições aproximadas àquelas para as quais foram determinadas. Cada fórmula procura representar um tipo diferente de escoamento, que podem ser classificados em três grupos:

- *Escoamentos em superfícies.* Prevaecem em bacias diminutas e são constituídos de lâminas que escoam à baixa velocidade sobre planos. Dependem sobretudo da intensidade da chuva e da rugosidade e declividade da superfície. A extensão deste tipo de escoamento é raramente superior a 100 metros e, portanto, as fórmulas que os refletem podem ser aplicadas a aeroportos, parques de estacionamento, etc.

- *Escoamentos em canais naturais.* As velocidades são maiores que no caso anterior, pois prevaecem em bacias de maior porte, nas quais os canais são bem delineados, implicando em um escoamento mais eficiente. Escoamentos que se encaixam nesta categoria dependem menos da intensidade da chuva e da rugosidade do terreno, pois o tempo que a água demora para escoar no canal é maior que na superfície.

- *Escoamentos em canais artificiais e galerias.* As velocidades são ainda mais altas, pois este tipo de escoamento ocorre em bacias que tiveram suas condições primitivas modificadas por obras de drenagem, de maneira significativa.

Com maior ou menor predominância, as três categorias de escoamento ocorrem simultaneamente em uma mesma bacia, dependendo das características da mesma. Com certeza, na área urbana de Itai teremos essas ocorrências. As fórmulas mais usuais são apresentadas a seguir. Em todas elas, o tempo de concentração é obtido em minutos, a declividade S da bacia é dada em m/km e o comprimento L do talvegue, em km . Todas as fórmulas apresentam resultados semelhantes para $L = 10 km$, a partir do qual passam a divergir.

- **Fórmula de Kirpich.** Para ser utilizada em bacias não maiores que $0,5 km^2$ e declividades entre 3 e 10%.

$$t_c = 3,989 \frac{L^{0,770}}{S^{0,385}}$$

onde L é o comprimento do talvegue e S é sua declividade. Esta fórmula foi obtida para bacias com canais bem definidos e declividades altas. No entanto, o fato de ter sido desenvolvida para bacias tão pequenas, parece indicar que reflete o escoamento do primeiro tipo.

- **SCS Lag Formula.** Desenvolvida para bacias rurais com áreas de drenagem inferiores a $8 km^2$.

$$t_c = 3,42 \left(\frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0,7} \frac{L^{0,8}}{S^{0,5}}$$

onde CN é o número da curva (curve number) do método desenvolvido pelo Soil Conservation Service. Deve-se ajustar o valor de CN para bacias urbanas em função da parcela dos canais que foram modificados e da área impermeabilizada. Para uma ocupação não-homogênea do solo urbano, o SCS recomenda que seja feita uma média ponderada dos números da curva.

$$CN = \frac{\sum_{i=1}^k A_i \cdot CN_i}{A}$$

Como as velocidades de escoamento também se alteram, o SCS propõe que o tempo de concentração seja ajustado através da seguinte expressão:

$$F_a = 1 + PRCT(0,02185CN^3 + 0,4298CN^2 - 335CN + 6789) \times 10^6$$

onde F_a é o fator de correção e PRCT é a porcentagem impermeabilizada da bacia.

- **Método Cinemático do SCS.** Para bacias compostas de trechos de declividades variáveis, esta fórmula se baseia no fato de que a somatória dos tempos de trânsito em cada trecho nada mais é que o tempo de concentração.

$$t_c = \frac{100}{6} \sum \frac{L}{V}$$

Do ponto de vista conceitual, este método é o mais correto, pois permite que se leve em conta as características específicas da bacia. O SCS propõe que se use o conteúdo do quadro seguinte para o cálculo das velocidades na parte superior da bacia onde há predominância de escoamento em superfície.

O quadro seguinte apresenta as velocidades médias para os diversos tipos de escoamentos encontrados no município de Itaí.

Quadro.- Velocidades médias (m/s)

Tipo de escoamento	0% ≤ S ≤ 3%	4% ≤ S ≤ 7%	8% ≤ S ≤ 11%	S ≥ 12%
<i>Em superfície de:</i>				
-Florestas	0-0,5	0,5-0,8	0,8-1,0	1,0
-Pastagens	0-0,8	0,8-1,1	1,1-1,3	1,3
-Áreas cultivadas	0-0,9	0,9-1,4	1,4-1,7	1,7
-Pavimentos	0-2,6	2,6-4,0	4,0-5,2	5,2
<i>Em canais:</i>				
-Mal definidos	0-0,6	0,6-1,2	1,2-2,1	***
-Bem definidos	Manning	Manning	Manning	Manning

- **Fórmula de Dooge.** Foi determinada para bacias rurais com áreas de drenagem variando de 140 a 930 km², servindo para os três tipos de escoamento descritos, embora seja mais apropriada para escoamentos em canais.

$$t_c = 21,88 \frac{A^{0,41}}{S^{0,17}}$$

onde A é a área de drenagem da bacia em km².

É recomendável que se calcule a velocidade média e compare o valor encontrado com os do quadro anterior. Também se recomenda que seja feita uma análise de sensibilidade do hidrograma de projeto com relação à rugosidade, número da curva e outros parâmetros que são determinados com alto grau de incerteza.

O valor do *CN* pode ser obtido do quadro seguinte. Os tipos de solos identificados para cruzamento com os dados do referido quadro são:

Solo A: solos que produzem baixo escoamento superficial e alta infiltração. Solos arenosos profundos com pouco silte e argila.

Solo B: solos menos permeáveis do que o anterior, solos arenosos menos profundos do que o tipo A e com permeabilidade superior à média.

Solo C: solos que geram escoamento superficial acima da média e com capacidade de infiltração abaixo da média, contendo percentagem considerável de argila e pouco profundo.

Solo D: solos contendo argilas expansivas e pouco profundas, com muito baixa capacidade de infiltração, gerando a maior proporção de escoamento superficial.

Quadro.- Valores de CN para bacias urbanas

Utilização ou cobertura do solo		A	B	C	D
Zonas cultivadas:	Sem conservação do solo	72	81	88	91
	com conservação do solo	62	71	78	81
Pastagens ou terrenos baldios:	em más condições	68	79	86	89
	em boas condições	39	61	74	80
Prado em boas condições		30	58	71	78
Bosques ou zonas florestais	cobertura ruim	45	66	77	83
	cobertura boa	25	55	70	77
Espaços abertos, relvados, parques, campos de golf cemitérios, boas condições					
	com relva em mais de 75% da área	39	61	74	80
	com relva de 50% a 75% da área	49	69	79	84
Zonas comerciais e de escritórios		89	92	94	95
Zonas industriais		81	88	91	93
Zonas residenciais					
lotes de (m ²)	% média impermeável				
<500	65	77	85	90	92
1000	38	61	75	83	87
1300	30	57	72	81	86
2000	25	54	70	80	85
4000	20	51	68	79	84
Parques de estacionamento, telhados, viadutos, etc		98	98	98	98
Arruamentos e estradas					
asfaltadas e com drenagem de águas pluviais		98	98	98	98
paralelepípedos		76	85	89	91
terra		72	82	87	89

Para o cálculo de tempo de concentração na bacia urbana estudada, foram utilizadas as fórmulas empíricas apresentadas anteriormente: Kirpich, e Dooge, cujos parâmetros utilizados foram os seguintes:

Para a bacia estudada foi adotado um solo tipo C. Portanto, para as áreas urbanizadas considerou-se $CN = 90$ (zonas residenciais com lotes de até 500 m²), e para os espaços abertos e condições de pré-urbanização considerou-se $CN = 70$ (bosques com boa cobertura). Para uma ocupação mista calculou-se a média ponderada adotando como fator de ponderação a área correspondente a cada valor de CN .

Os resultados dos tempos de concentração obtidos estão apresentados no quadro seguinte.

Quadro.- Tempos de concentração para as expressões de Dooge, Kirpich

Bacia	Tc – Dooge (min)	Tc – Kirpich (min)
Lageado	110	80

Uma primeira observação que pode ser feita é de que há uma tendência de aumento do t_c à medida que se aumentam a área total e o comprimento da bacia. Analogamente, quando se aumentam as porcentagens da área urbanizada, o tempo de concentração da bacia diminui.

Esse comportamento pode ser parcialmente explicado, pois, quanto maior a área e o comprimento da bacia, maior deve ser o tempo que a água leva para percorrer desde o ponto mais distante até a seção principal. Porém, quanto maior a porcentagem de urbanização da bacia, mais rápido será o escoamento e, portanto, menor o tempo de concentração.

Analisando as fórmulas utilizadas, os valores mais baixos foram obtidos com as expressões de Kirpich.

A expressão de Dooge resultou em valores cerca de 60% maiores do que os obtidos pelas expressões anteriores. Essas observações estão ilustradas na figura 06, onde são apresentados os gráficos dos tempos de concentração da bacia, calculados pelos dois métodos, utilizando a declividade S_1 e sem o ajuste do SCS.

É importante lembrar que os resultados obtidos não estão livres das incertezas dos métodos utilizados. Por exemplo, as porcentagens de área urbanizada e de comprimento do canal foram estimadas a partir de imagens digitalizadas, onde não era possível determinar o uso de solo na micro-escala ou escala de lote. Dessa forma, áreas consideradas urbanizadas podem ainda conter grandes porcentagens de áreas permeáveis como áreas verdes. Para solucionar esse problema são necessárias visitas a campo e/ou análise de imagens aéreas ou de satélites para a verificação das estimativas utilizadas para o SCS.

2.4.- Previsão de Vazões para Chuvas de Projeto

Chuva: Intensidade da precipitação a ser utilizada no cálculo (i (mm/h)) e o valor obtido pela relação IDF adotada (*Valor IDF*), em função da duração e do período de retorno.

A tabela a seguir ilustra as intensidades máximas anuais em mm/min, obtida do posto pluviográfico localizado no município de Piraju, que contribuiu na geração da equação *IDF* utilizada neste estudo.

$$i = 37,3614 * (t_c + 30)^{-0,8660} + 10,0167 * \left((t + 60)^{-0,8427} * (-0,4766 - 0,8977 * I_n * I_n * (T/(T-1))) \right)$$

INTENSIDADES PLUVIOMÉTRICAS MÁXIMAS ANUAIS (mm/min)

Município	Prefixo	Nome	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Entidade	Início	Fim
Piraju	E6-006	Jurumirim	23°13'	49°14'	571	DAEE	1972	Posto em atividade

Ano	10'	20'	30'	60'	120'	180'	360'	720'	1080'	1440'
1972	1,31	1,01	0,82	0,658	0,375	0,357	0,233	0,148	0,105	0,079
1973	1,62	1,31	1,03	0,665	0,374	0,256	0,246	0,137	0,105	0,086
1974	1,45	1,24	1,163	0,676	0,493	0,328	0,164	0,086	0,069	0,053
1975	1,72	1,325	0,926	0,805	0,597	0,451	0,245	0,123	0,086	0,043
1976	1,49	1,36	1,05	0,59	0,365	0,286	0,18	0,133	0,067	0,051
1977	2,02	1,59	1,46	1,008	0,735	0,553	0,306	0,113	0,075	0,06
1978	1,38	1,215	1,1	1,018	0,658	0,514	0,349	0,174	0,122	0,041
1979	2,04	1,86	1,766	1,133	0,709	0,476	0,241	0,121	0,085	0,064
1980	1,74	1,505	1,256	0,795	0,47	0,323	0,139	0,055	0,045	0,036
1981	1,34	1,05	0,843	0,528	0,352	0,262	0,15	0,085	0,063	0,048
1982	1,93	1,485	1,316	0,551	0,369	0,332	0,283	0,143	0,095	0,064
1983	2,49	2,31	2,2	1,611	0,845	0,564	0,305	0,153	0,108	0,092
1984	1,89	1,58	1,203	0,723	0,373	0,255	0,128	0,082	0,063	0,048
1985	0,97	0,92	0,83	0,685	0,478	0,387	0,35	0,199	0,138	0,104
1986	1,7	1	0,756	0,523	0,44	0,344	0,196	0,107		
1987	1,39	1,24	0,86	0,481	0,32	0,246	0,163	0,112	0,084	0,066
1988	1,38	1,355	1,11	0,683	0,404	0,256	0,147	0,083	0,055	0,054
1989	1,7	1,495	1,353	0,95	0,505	0,356	0,208	0,104	0,075	0,054
1990	1,16	0,8	0,68	0,361	0,319	0,228	0,116	0,08	0,061	0,034
1991	1,45	1,31	1,02	0,688	0,515	0,425	0,27	0,136	0,09	0,047
1992	1,3	1,285	1,256	0,868	0,506	0,365	0,196	0,103	0,07	0,037
1993	1,34	1,325	1,123	0,741	0,467	0,318	0,14	0,084	0,056	0,042
1994	1,43	1,015	0,79	0,588	0,473	0,358	0,237	0,173	0,117	0,093
1995	1,66	1,495	1,34	0,941	0,535	0,38	0,197	0,126	0,049	0,043
1996	1,6	1,46	1,316	0,695	0,356	0,237	0,15	0,102	0,085	0,067
1997	1,44	1,355	1,236	0,895	0,644	0,466	0,298	0,209	0,147	0,135

Os riscos analisados foram os usuais em drenagem: 25 e 100 anos. Foi feita uma análise para a condição total de urbanização, adotando $CN=70$. Para esta bacia (Lageado), a duração da chuva foi adotada igual ao seu tempo de concentração calculado pela fórmula de Kirpich com a declividade S_1 . As figuras abaixo mostram a precipitação de projeto adotada para as bacias em estudo para os tempos de retorno de 25 e 100 anos.

Obtida a precipitação de projeto, aplicou-se o método da convolução para o hidrograma unitário do SCS (hidrograma triangular), resultando no hidrograma esperado para cada evento.

Para fazer uma previsão de vazões mais acurada na Bacia do Cór. Lageado, foi utilizado o pacote “Modelos Hidrológicos – ABC6 – V. 1.17” desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP).

Para a transformação chuva-vazão nas bacias optou-se pela separação do escoamento do método SCS e propagação do escoamento superficial pelo hidrograma triangular do SCS. O tempo de concentração foi calculado pelas fórmulas indicadas. Nos trechos d’água, o método de propagação do escoamento escolhido foi o Muskingum-Cunge Linear. Foi adotada uma chuva de projeto coincidente ao t_c obtido das fórmulas com tempos de retorno de 25 e 100 anos, em intervalos de 5 min.

Com a metodologia aplicada para a previsão de vazões, obtiveram-se as seguintes vazões de pico para as bacias urbanas de Itaí:

Quadro.- Vazões de Pico nas Bacias Urbanas de Itaí para riscos de 25 e 100 anos

Bacia	Qpico (m ³ /s) – Triangular SCS – Dooge	
	25 ANOS	100 ANOS
<i>Cór. Lageado</i>	27,552	39,859
	Triangular SCS – Kirpich	
<i>Cór. Lageado</i>	28,946	42,382
	Santa Bárbara – Dooge	
<i>Cór. Lageado</i>	19,500	28,075
	Santa Bárbara – Kirpich	
<i>Cór. Lageado</i>	20,609	30,053

Como se pode observar no quadro anterior, o efeito da urbanização causa um grande aumento na vazão de pico, além de aumentar o volume escoado superficialmente.

É importante fazer uma comparação entre os resultados das simulações feitas com o ABC6, às vazões de pico calculadas anteriormente.

Neste trabalho, foram utilizados na determinação do hidrograma de projeto, **modelos lineares** decorrentes da teoria do hidrograma unitário. São modelos de aplicação mais simples e preferidos em drenagem urbana aos modelos mais sofisticados, que exigem um número maior de parâmetros na sua calibração.

Dos métodos apresentados para análise do escoamento superficial direto, o método do hidrograma triangular do Soil Conservation Service é um método que faz uma simplificação geométrica do processo físico, pois parte do princípio de que o volume precipitado é igual à área de um triângulo. Não considera nem a translação e nem o amortecimento do escoamento superficial na bacia. Desta forma, o método deve ser aplicado em bacias hidrográficas pequenas. É o método que dá os maiores valores de pico, quando comparado aos de Santa Bárbara e Clark.

Os métodos de Santa Bárbara e Clark diferem na translação do escoamento superficial. O método de Santa Bárbara considera a bacia hidrográfica com

apenas uma isócrona, cujo intervalo de tempo é igual ao tempo de concentração. No método de Clark, a bacia hidrográfica é dividida em mais de uma isócrona, possibilitando ao escoamento uma defasagem no tempo. Estes dois métodos diferem em função da constante linear do reservatório e são mais representativos do comportamento do escoamento na bacia hidrográfica. A diferença média entre o método do hidrograma triangular unitário do SCS e os de Clark e Santa Bárbara é da ordem de 50%. Os métodos de Clark e de Santa Bárbara apresentaram uma diferença média de 15% para a bacia estudada.

A recomendação básica a ser feita, é que se deve fazer sempre uma **análise de sensibilidade** quando da determinação dos hidrogramas de projeto. Atualmente os recursos computacionais são grandes, permitindo com maior facilidade e rapidez uma avaliação mais abrangente, com inúmeras combinações em relação aos parâmetros de projeto.

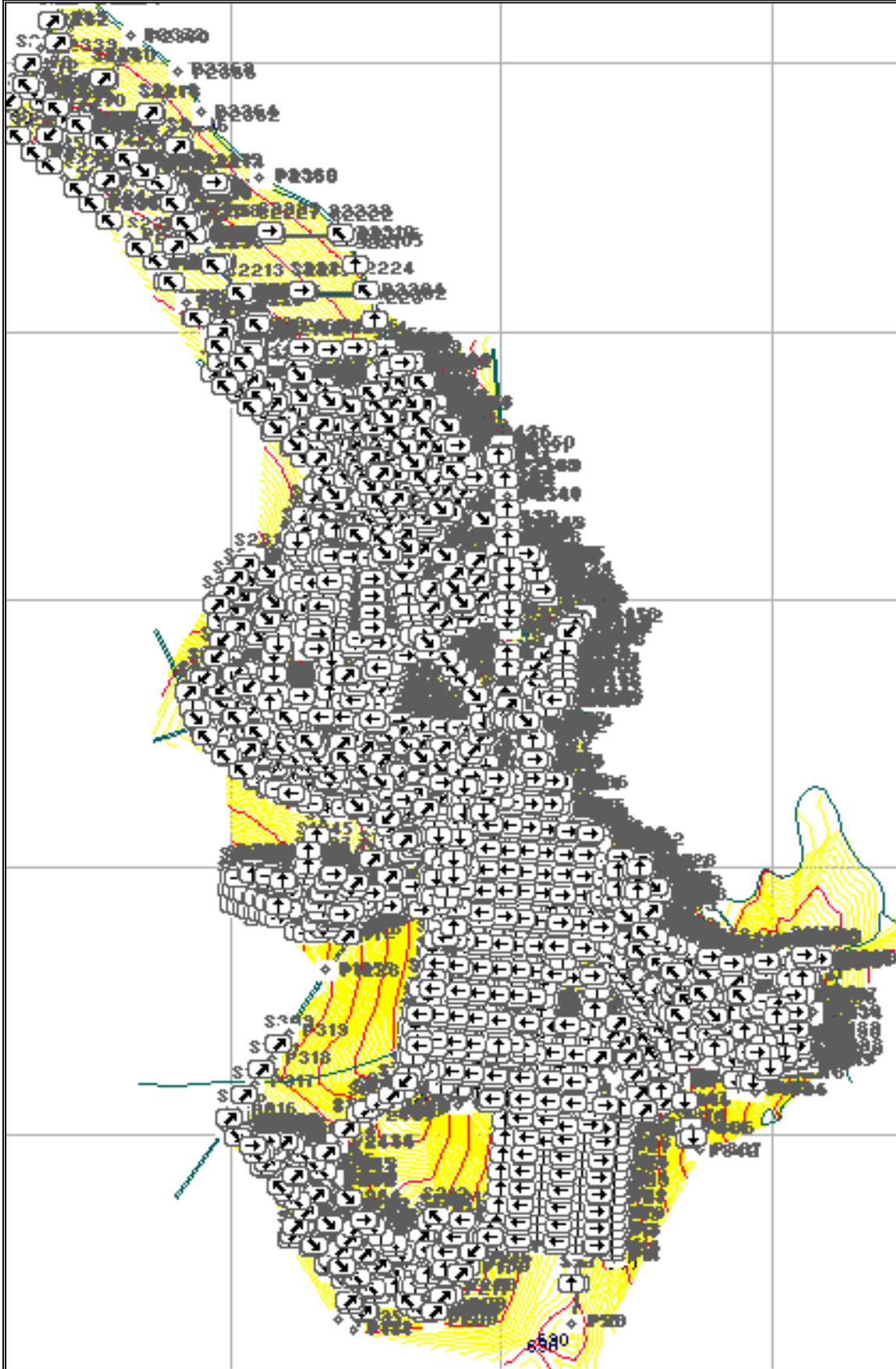
3.- ELEMENTOS DE MICRO-DRENAGEM URBANA DE ITAÍ

Os elementos principais da micro-drenagem que certamente deverão compor os sistema da área urbana de Itaí são: os meio-fios, as sarjetas, as bocas-de-lobo, os poços de visita, as galerias, os condutos forçados, as estações de bombeamento e os sarjetões.

- *Meio-fio*: São constituídos de blocos de concreto ou de pedra, situados entre a via pública e o passeio, com sua face superior nivelada com o passeio, formando uma faixa paralela ao eixo da via pública.
- *Sarjetas*: São as faixas formadas pelo limite da via pública com os meio-fios, formando uma calha que coleta as águas pluviais oriundas da rua.
- *Bocas-de-lobo*: São dispositivos de captação das águas das sarjetas.
- *Poços de visita*: São dispositivos colocados em pontos convenientes do sistema, para permitir sua manutenção.
- *Galerias*: São as canalizações públicas destinadas a escoar as águas pluviais oriundas das ligações privadas e das bocas-de-lobo.
- *Sarjetões*: São formados pela própria pavimentação nos cruzamentos das vias públicas, formando calhas que servem para orientar o fluxo das águas que escoam pelas sarjetas.

Conforme ilustração seguinte, se verifica na cidade de Itaí, em função da topografia apresentada, o caminhamento das águas, de acordo com a orientação das setas, caracterizando as bacias urbanas existentes.

Figura.- Caminhamento das águas de chuva do município de Itaí



A partir de mapas digitalizados dessas bacias (arquivos de AutoCAD e imagens Bitmap), implementou-se um inventário com suas características físicas e condições de urbanização relevantes para a realização de estudos posteriores.

As características das bacias presentes no inventário são os dados de entrada para modelo empregado no estudo da drenagem do município de Itaí.

Para efeito de cálculo das bacias de contribuição urbanas (vide mapa em anexo), foi adotada a divisão das áreas de influência apresentada na figura seguinte.

O valor de intensidade de precipitação que o software irá utilizar para verificação das sarjetas depende da opção Cálculo Automático de Intensidade de Precipitação.

Caso esta opção esteja selecionada, os valores de intensidade (i) serão calculados de acordo com o caminhamento do escoamento nas sarjetas, utilizando como duração da chuva o tempo de concentração acumulado até o ponto de cálculo. Isto resultará em valores de i diferentes para cada trecho de sarjeta, o que pode ser posteriormente verificado na planilha de resultados de cálculos de sarjetas. Caso esta opção não esteja selecionada, o software utilizará o valor fixo de intensidade de precipitação especificado para cada sarjeta. Neste caso, o valor apresentado no quadro *Valor IDF* servirá somente como referência ao usuário para a estimativa do valor de i para os cálculos

Coeficiente de Run Off: Valor do coeficiente a ser considerado no cálculo. Pode ser fornecido pelo usuário, no campo C ($0 \leq C \leq 1$) ou utilizado o valor obtido pela expressão de *Horner*. Esta expressão utiliza a *Porcentagem Impermeável (P)* para calcular o valor de C . Adota-se o valor mínimo de $C=0,05$ para os casos onde a expressão de *Horner* resulta em valor negativo; (Vide planilha de cálculo hidrológico adiante).

Os resultados dos tempos de concentração obtidos estão apresentados nas tabelas adiante. É importante lembrar que os resultados obtidos não estão livres das incertezas dos métodos utilizados. Por exemplo, as porcentagens de área urbanizada foram estimadas a partir de imagens digitalizadas, onde não era possível determinar o uso de solo na micro-escala ou escala de lote. Dessa forma, áreas consideradas urbanizadas podem ainda conter grandes porcentagens de áreas permeáveis como áreas verdes. Para solucionar esse problema são necessárias visitas a campo e/ou análise de imagens aéreas ou de satélites para a verificação das estimativas utilizadas para o *Coeficiente de Run Off*.

Com a metodologia aplicada para a previsão de vazões, obtiveram-se as seguintes vazões de pico para as bacias urbanas de Itaí para período de retorno $T_r = 10$ anos (tabelas em seguintes).

Como se pode observar nas tabelas, o efeito da urbanização causa um grande aumento na vazão de pico, além de aumentar o volume escoado superficialmente.

Figura. Áreas de Influência da micro drenagem de Itai

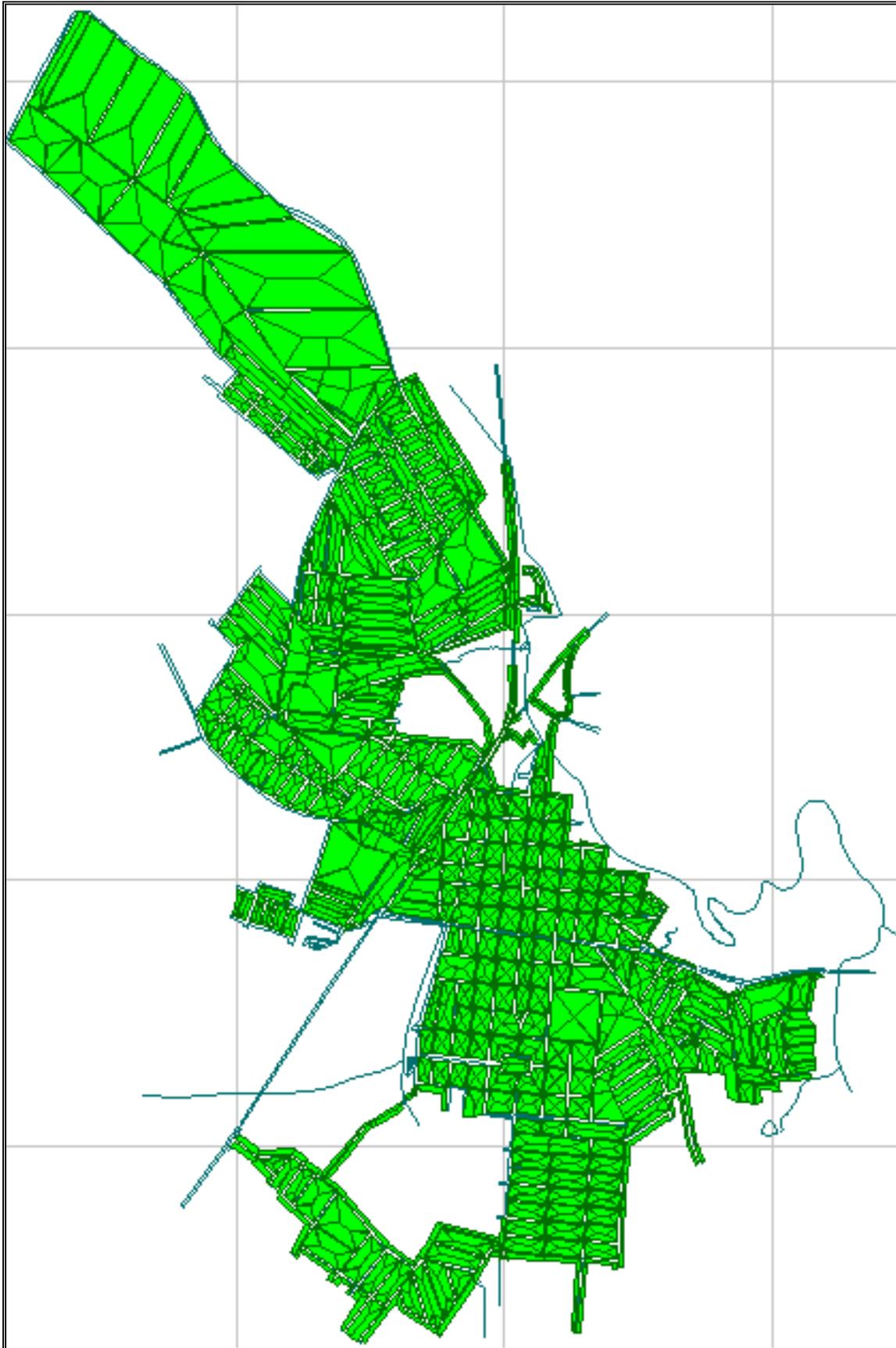
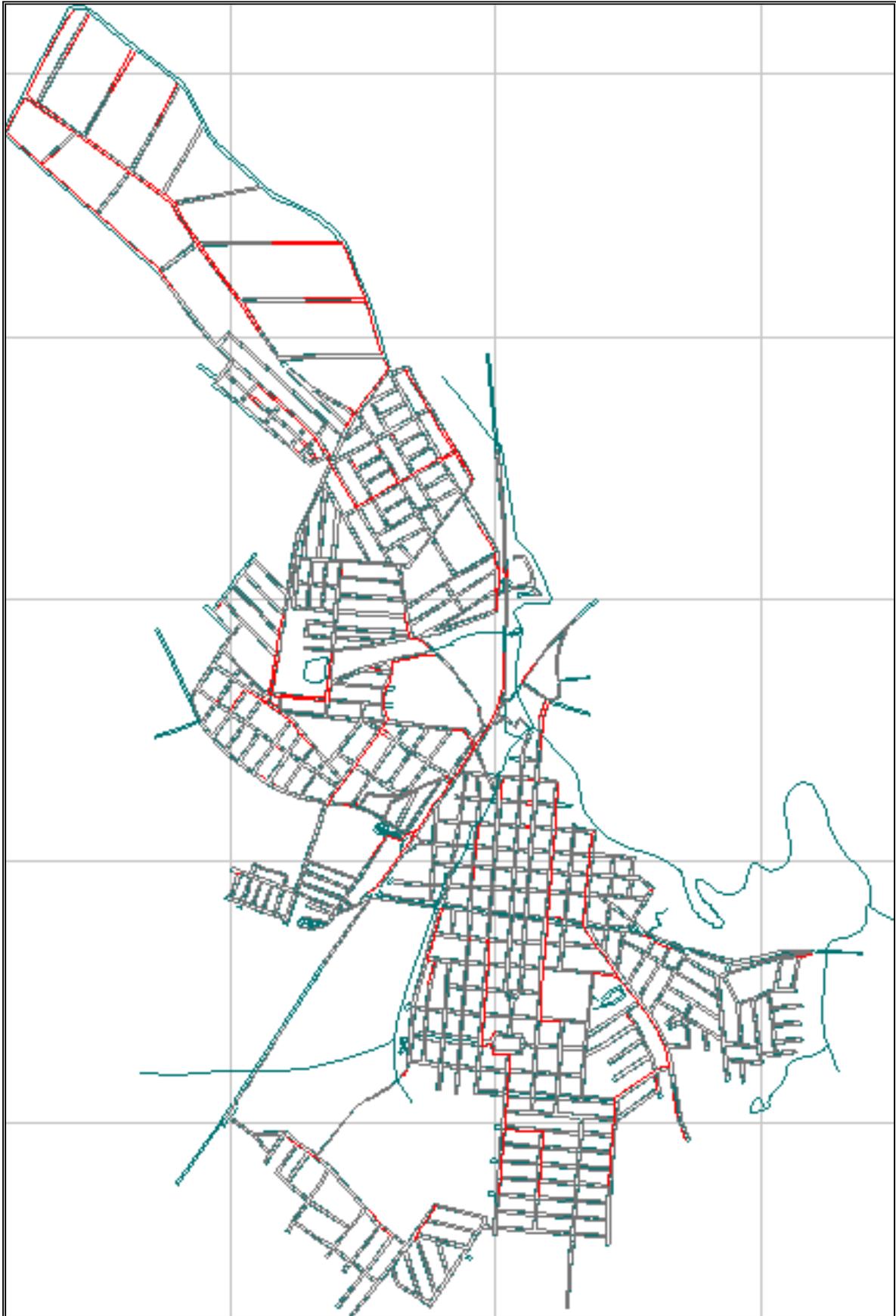


Figura.- Pontos de Alagamento em Itaí (destaque em vermelho)



3.1.- Distribuição Espacial dos Componentes:

- **Traçado preliminar das galerias:** O traçado das galerias deve ser desenvolvido simultaneamente com o projeto das vias públicas e parques, para evitar imposições ao sistema de drenagem que geralmente conduzem a soluções mais onerosas. Deve haver homogeneidade na distribuição das galerias para que o sistema possa proporcionar condições adequadas de drenagem a todas as áreas da bacia.
- **Coletores:** A rede coletora pode se situar sob o meio-fio ou sob o eixo da via pública, com recobrimento mínimo de 1,00 m e possibilitar a ligação das tubulações de escoamento das bocas-de-lobo, ligações estas que devem ter um recobrimento mínimo de 60 cm.
- **Bocas-de-lobo:** Recomenda-se que a localização das bocas-de-lobo obedçam os seguintes critérios: Quando for ultrapassada sua *capacidade de engolimento*, ou houver saturação da sarjeta, deve haver bocas-de-lobo em ambos os lados da via. Deverá haver bocas-de-lobo nos pontos mais baixos de cada quadra. Se não se dispuser de dados sobre a capacidade de escoamento das sarjetas, recomenda-se um máximo espaçamento de 60 m entre as bocas-de-lobo. Não se recomenda colocar bocas-de-lobo nas esquinas, pois os pedestres teriam de saltar a torrente em um trecho de descarga superficial máxima para atravessar a rua, além de ser um ponto onde duas torrentes convergentes se encontram. A melhor localização das bocas-de-lobo é em pontos um pouco à montante das esquinas.
- **Poços de visita.** Sugere-se o uso das medidas constantes do quadro seguinte, que apresenta o espaçamento máximo recomendado para os poços de visita. Deve haver poços de visita nos pontos onde há mudança de direção, de declividade e de diâmetro e nos cruzamentos de vias públicas.

Quadro.- Espaçamentos entre poços de visita

Diâmetro do conduto (cm)	Espaçamento (m)
30	120
50 - 90	150
100 ou mais	180

- **Caixas de ligação:** Quando é necessária a construção de bocas-de-lobo intermediárias ou para evitar que mais de quatro tubulações cheguem em um determinado poço de visita, utilizam-se as chamadas caixas de ligação. A diferença entre as caixas de ligação e os poços de visita é que as caixas não são *visitáveis*.

4.- DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DOS COMPONENTES

4.1.- Ruas e Sarjetas:

A capacidade de descarga das sarjetas depende de sua declividade, rugosidade e forma. Se não houver vazão excessiva, o abaulamento das vias públicas faz com que as águas provenientes da precipitação escoem pelas sarjetas. O excesso de vazão ocasiona inundação das calçadas, e as velocidades altas podem até erodir o pavimento. Pode-se calcular a capacidade de condução das ruas e sarjetas sob duas hipóteses:

- Água escoando por toda a calha da rua. Admite-se que a declividade da via pública seja de 3% e que a altura da água na sarjeta seja de 15 cm;
- Água escoando somente pelas sarjetas. Neste caso se admite que a declividade da via seja também de 3%, porém com 10 cm de altura da água na sarjeta. Para os dois casos, usa-se normalmente a fórmula de Chézy com coeficiente de Manning:

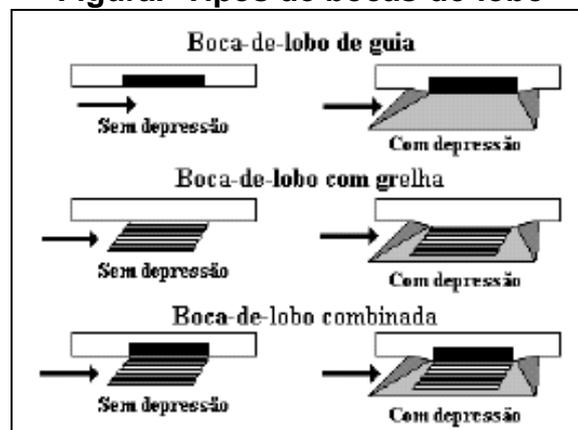
$$V = \frac{\sqrt{S}}{n} R_h^{2/3}$$

onde V é a velocidade na sarjeta em m/s, S é a declividade longitudinal da rua em m/m, R_h é o raio hidráulico e n é o coeficiente de rugosidade de Manning, adotado como 0,0167 para pavimentos comuns de vias públicas. Deve-se levar em conta que as tensões de cisalhamento junto às paredes da sarjeta é irregular, devido à profundidade transversalmente variável, o que ocasiona um escoamento não-uniforme, mesmo quando em regime permanente. Se a água da sarjeta se acumula em torno da boca-de-lobo, as características da boca-de-lobo serão mais determinantes na altura do escoamento que a sarjeta.

4.2.- Bocas-de-Lobo:

Há três tipos principais de bocas coletoras, como pode ser visto na figura seguinte.

Figura.- Tipos de bocas-de-lobo



A água, ao se acumular sobre a boca-de-lobo com entrada pela guia, gera uma lâmina d'água mais fina que a altura da abertura no meio-fio, fazendo com que a abertura se comporte como um vertedouro de seção retangular, cuja *capacidade de engolimento* é:

$$Q = 1,7Ly^{3/2}$$

onde Q é a vazão em m³/s, y é a altura da lâmina d'água próxima à abertura da guia e L é o comprimento da soleira em metros.

Se a altura da água superar o dobro da abertura no meio-fio, a vazão é calculada pela seguinte expressão:

$$Q = 3,101Lh^{3/2} \sqrt{\frac{2y-h}{2h}}$$

onde h é a altura do meio-fio em metros. A opção por uma ou outra fórmula para $h < y < 2h$, fica a critério do projetista.

Para lâminas d'água de profundidade inferior a 12 cm, as bocas-de-lobo com grelha funcionam como um vertedouro de soleira livre, cuja equação é:

$$Q = 1,7Py^{3/2}$$

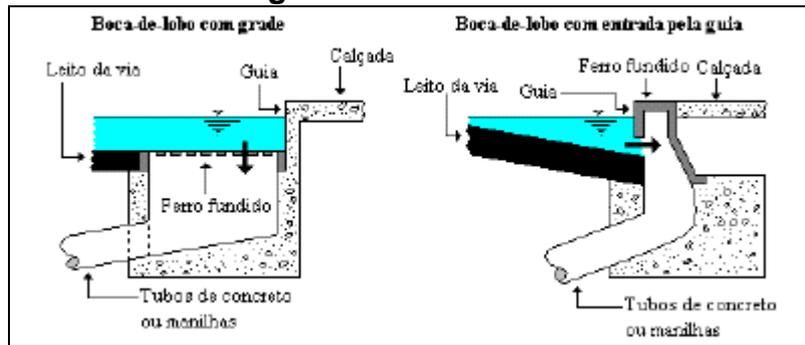
onde P é o perímetro do orifício. Se um dos lados da grelha for adjacente ao meio-fio, o comprimento deste lado não deve ser computado no cálculo do valor de P.

Se a profundidade da lâmina for maior que 42 cm, a vazão deve ser calculada por:

$$Q = 2,91A\sqrt{y}$$

onde A é a área livre da grade em m², ou seja: as áreas das grades devem ser excluídas. Como no caso anterior, o projetista deve se encarregar do critério a ser adotado para $12 \text{ cm} < y < 42 \text{ cm}$.

Teoricamente, a capacidade de engolimento das bocas-de-lobo combinadas é aproximadamente igual à soma das vazões pela abertura na guia e pela grelha. A seguinte mostra detalhes de bocas-de-lobo em corte longitudinal.

Figura.- Bocas-de-lobo

4.3.- Galerias:

O dimensionamento das galerias é feito através das equações de Chézy, Manning e outras expressões adotadas para o escoamento da vazão de projeto em regime permanente uniforme. O problema principal é a determinação das declividades e dimensões mais econômicas. No entanto, as normas seguintes podem orientar a escolha desses parâmetros:

- ✓ Os condutos devem ser calculados para escoamento permanente e uniforme à seção plena, e com velocidade não inferior a 76 cm/s;
- ✓ Deve-se adotar condutos de no mínimo 30 cm de diâmetro para evitar obstruções;
- ✓ Nunca se deve diminuir as seções à jusante, pois qualquer detrito que venha a se alojar na tubulação deve ser conduzido até a descarga final;
- ✓ Para que se minimize o volume de escavação, a declividade dos condutos deve se adaptar o mais que for possível à declividade do terreno;
- ✓ Os ajustes nas conexões de condutos de seções diferentes deve ser feito pela geratriz superior interna. Porém, isto não se aplica a junções de ramais secundários que afluem em queda aos poços de visita.

4.4.- Poços de Visita:

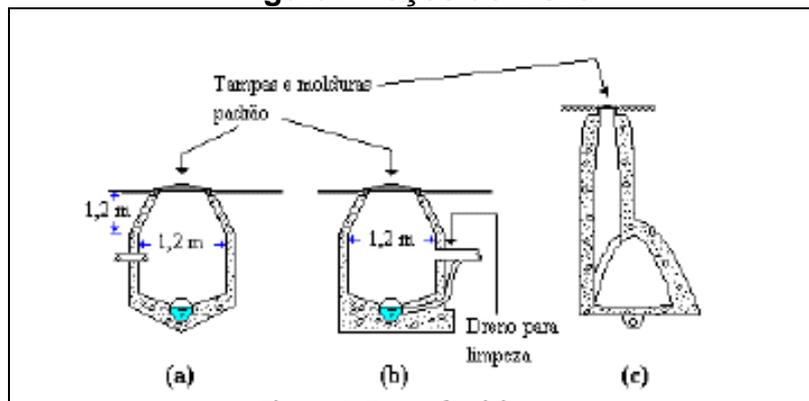
Além de proporcionar acesso aos condutos para sua manutenção, os poços de visita também funcionam como caixas de ligação aos ramais secundários. Portanto, sempre deve haver um poço de visita onde houver mudanças de seção, de declividade ou de direção nas tubulações e nas junções dos troncos aos ramais.

Geralmente, os poços são construídos de concreto, tijolos, blocos de concreto ou metal corrugado. A figura seguinte ilustra a forma mais usual de poços de visita de concreto ou de tijolos. O fundo do poço é, geralmente, de concreto e possui uma canaleta de seção semi-circular para o escoamento da água. Os ramais podem ser ligados diretamente ao poço, como mostrado na figura .a, ou pode-se, através de uma queda externa, ligá-los ao fundo do poço (figura .b).

Quando a queda exceder 60 cm, normalmente, adota-se esta última solução. Se os condutos tiverem diâmetro superior a 1,20 m, o poço deve ser construído como esquematizado na figura seguinte.

As tampas dos poços, assim como as molduras onde se encaixam, devem ser de ferro fundido com peso variando entre 90 kg (quando submetida a tráfego leve) e 270 kg (em vias principais). As tampas não podem ser lisas para evitar que os veículos derrapem ao trafegar sobre elas. É aconselhável que as tampas sejam aferrolhadas, se houver possibilidade de saltarem por pressão de águas refluídas ou por explosão de gás de esgoto.

Figura.- Poços de visita



4.5.- Redução da Capacidade de Escoamento:

No caso das sarjetas de pequena declividade, multiplica-se o valor da capacidade calculada por um fator de redução que considera a obstrução por sedimentos. Recomenda-se o uso dos dados constantes do quadro seguinte:

Quadro- Fatores de redução do escoamento nas sarjetas

Declividade da sarjeta	Fator de redução
0,4 %	0,50
1,0 % a 3,0 %	0,80
5,0 %	0,50
6,0 %	0,40
8,0 %	0,27
10,0 %	0,20

Tanto a obstrução ocasionada por detritos como a irregularidade do pavimento das vias públicas próximo às sarjetas fazem com que a capacidade real de engolimento das bocas-de-lobo seja inferior à calculada. Esta redução pode ser estimada por meio do quadro seguinte:

Quadro.- Fatores de redução da capacidade de engolimento das bocas-de-lobo

Localização na sarjeta	Tipo de boca-de-lobo	Fator de redução
Ponto baixo	De guia	0,80
	Com grelha	0,50
	Combinada	0,65
Ponto intermediário	De guia	0,80
	Com grelha longitudinal	0,60
	Com grelha transversal ou longitudinal com barras transversais combinada	0,60
		110% dos valores indicados para a grelha correspondente.

Nas tabelas seguintes são apresentadas as planilhas de cálculos resultantes de todo Estudo de Drenagem Urbana do município de Itaí.

Planilhas do Estudo Hidrológico de Itaí

NÓ INICIAL	NÓ FINAL	DESCR. DA SARGETA	ÁREA		I (mm/h)	Tr (anos)	C.I.df (mm/h)	C	%	C Imperm.	C Horner	Tc (min.)	Tc Kerby (min.)	Tc G.Ribeiro (min.)
			ÁREA PLANTA (ha)	ÁREA SARGETA (ha)										
P8	P9	S7	0,1831	0,1831	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,68	-----		
P9	P10	S8	0,1681	0,1681	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	7,52	7,52	1,61	
P10	P11	S9	0,1552	0,1552	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,19	3,95	1,19	
P20	P21	S18	0,1662	0,1662	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,57	-----		
P21	P22	S19			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,23	-----		
P22	P23	S20	0,2267	0,2267	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,56	-----		
P23	P10	S21			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,58	1,58	0,16	
P28	P29	S26	0,0865	0,0865	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	5,71	5,71	0,97	
P29	P30	S27			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,21	1,89	0,21	
P30	P31	S28	0,2578	0,2578	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,45	4,13	1,45	
P31	P32	S29			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,21	1,62	0,21	
P32	P23	S30	0,2426	0,2426	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,44	4,06	1,44	
P38	P39	S36	0,2116	0,2116	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,50	4,50	1,38	
P39	P40	S37			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,55	1,55	0,20	
P40	P41	S38	0,2580	0,2580	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,94	3,94	1,42	
P41	P42	S39			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,20	1,63	0,19	
P42	P18	S40	0,2481	0,2481	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,48	5,05	1,49	
P18	P19	S16	0,2504	0,2504	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,60	7,62	1,60	
P19	P6	S17			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,68	1,68	0,19	
P6	P7	S6	0,1206	0,1206	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,98	3,98	1,18	
P12	P13	S10	0,2487	0,2487	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,10	3,90	1,29	
P13	P14	S11			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,21	1,95	0,18	
P14	P15	S12	0,2411	0,2411	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,42	5,44	1,46	
P15	P16	S13			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,23	4,05	0,24	
P16	P17	S14	0,2569	0,2569	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,47	5,12	1,47	
P17	P18	S15			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,19	2,06	0,19	
P43	P44	S41	0,2376	0,2376	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,36	4,33	1,36	
P44	P45	S42			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,22	1,86	0,22	
P45	P46	S43	0,2401	0,2401	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,43	3,92	1,43	
P46	P47	S44			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,19	1,77	0,19	
P47	P17	S45	0,2401	0,2401	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,50	5,54	1,50	
P81	P77	S76	0,2294	0,2294	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,42	4,30	1,42	
P77	P71	S77			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,31	1,31	0,16	
P71	P62	S78	0,2378	0,2378	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	5,20	5,20	1,45	
P62	P63	S59			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,19	2,30	0,19	
P63	P54	S75			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,18	1,95	0,18	

Planilhas do Estudo Hidrológico de Itai (continuação)

NÓ INICIAL	NÓ FINAL	DESCR. DA SARGETA	ÁREA PLANTA		I (mm/h)	Tr (anos)	I C.Idf (mm/h)	C	%	C Imperm.	C Horner	Tc (min.)	Te Kerby (min.)	G.Ribeiro (min.)
			(ha)	(ha)										
P82	P54	S79	0,2114	0,2114	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	8,83	8,83	1,50	
P83	P53	S80	0,2602	0,2602	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	6,36	6,36	1,42	
P53	P54	S51			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	2,23	2,23	0,21	
P84	P85	S81	0,2612	0,2612	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,67	3,67	0,98	
P85	P86	S82			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,18	1,60	0,18	
P86	P26	S83			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,44	1,44	0,14	
P26	P27	S24			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,90	1,79	0,19	
P27	P22	S25	0,2258	0,2258	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,45	4,93	1,47	
P87	P86	S84			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,01	3,82	1,01	
P88	P85	S85			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,00	3,73	1,00	
P89	P27	S86	0,2314	0,2314	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,25	4,25	1,31	
P90	P25	S87	0,2305	0,2305	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,81	3,81	1,33	
P25	P26	S23	0,2296	0,2296	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,49	4,76	1,51	
P91	P92	S88	0,2331	0,2331	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,99	3,99	1,49	
P92	P24	S89	0,0463	0,0463	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,96	2,48	0,22	
P24	P21	S22	0,3196	0,3196	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	7,05	7,07	3,14	
P93	P39	S90	0,2091	0,2091	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,73	4,73	1,37	
P94	P40	S91	0,2343	0,2343	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,56	4,56	1,36	
P95	P41	S92	0,2519	0,2519	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,43	4,43	1,38	
P96	P42	S93	0,2423	0,2423	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,53	4,51	1,40	
P98	P50	S95	0,2137	0,2137	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,92	3,92	1,36	
P50	P51	S48	0,2169	0,2169	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,39	4,42	1,39	
P51	P52	S49			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,18	1,59	0,18	
P52	P53	S50	0,2314	0,2314	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	5,23	5,23	1,48	
P99	P51	S96	0,2357	0,2357	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,05	4,05	1,35	
P100	P52	S97	0,2090	0,2090	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,34	3,98	1,34	
P101	P48	S98	0,1761	0,1761	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	7,85	8,39	1,88	
P48	P49	S46	0,2415	0,2415	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,31	4,33	1,50	
P49	P50	S47			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,18	1,34	0,18	
P102	P103	S99	0,3335	0,3335	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,42	4,42	1,58	
P103	P104	S100	0,4084	0,4084	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,62	4,62	1,91	
P104	P48	S101			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	2,00	1,87	0,25	
P109	P110	S106	0,8842	0,8842	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	10,04	10,33	3,59	
P111	P112	S107			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,40	3,40	0,71	
P112	P113	S108			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,40	----	----	
P113	P33	S109	0,1065	0,1065	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,75	----	----	
P33	P34	S31	0,1745	0,1745	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	6,46	6,30	1,11	
P34	P35	S32			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,21	1,71	0,20	
P35	P36	S33	0,2246	0,2246	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,46	4,09	1,46	
P36	P37	S34			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,20	1,60	0,20	
P37	P19	S35	0,2337	0,2337	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,00	4,00	1,40	
P105	P106	S102	0,1747	0,1747	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,62	4,61	1,62	
P106	P107	S103	0,2164	0,2164	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,50	4,53	1,83	
P107	P108	S104			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,68	1,56	0,19	
P108	P55	S105			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,50	1,50	0,19	
P55	P56	S52	0,0412	0,0412	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,44	2,36	0,44	
P56	P57	S53			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,20	1,87	0,20	
P57	P58	S54	0,0716	0,0716	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,66	3,21	0,66	
P58	P59	S55			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,20	1,32	0,20	
P59	P60	S56	0,2796	0,2796	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,52	4,55	1,52	
P60	P61	S57			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,23	2,40	0,23	
P61	P62	S58	0,2495	0,2495	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,47	5,23	1,47	
P115	P116	S111	0,0446	0,0446	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,58	3,11	0,59	
P116	P117	S112			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,23	1,95	0,23	
P117	P108	S113	0,0276	0,0276	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,35	3,35	0,84	
P125	P108	S121	0,0214	0,0214	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,48	4,48	0,70	
P126	P64	S122	0,0958	0,0958	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	7,75	7,75	1,50	
P64	P65	S60	0,0460	0,0460	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,41	2,14	0,41	
P65	P66	S61			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,17	1,41	0,17	
P66	P67	S62	0,0848	0,0848	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,67	2,81	0,67	
P67	P68	S63			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,20	1,79	0,20	
P68	P69	S64	0,2502	0,2502	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,58	5,43	1,58	
P69	P70	S65			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,22	----	----	
P70	P71	S66	0,2302	0,2302	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	5,68	5,68	1,50	
P118	P119	S114	0,0472	0,0472	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	2,95	2,95	0,79	
P119	P64	S115			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,21	1,57	0,21	
P127	P124	S123	0,0343	0,0343	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	2,37	2,37	0,49	
P124	P119	S120	0,0416	0,0416	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,36	3,36	0,52	
P128	P123	S124	0,0287	0,0287	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,36	2,05	0,36	
P123	P124	S119			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	2,79	2,79	0,20	
P129	P65	S125	0,1269	0,1269	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	6,36	6,36	1,44	
P130	P66	S126	0,1399	0,1399	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	5,54	5,54	1,42	
P131	P67	S127	0,1700	0,1700	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	5,00	5,00	1,38	
P132	P68	S128	0,2320	0,2320	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	5,66	5,66	1,43	
P133	P60	S129	0,2800	0,2800	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	5,72	5,72	1,42	
P134	P61	S130	0,2320	0,2320	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	5,94	5,94	1,45	
P135	P54	S131	0,2345	0,2345	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,77	4,77	1,40	

Planilhas do Estudo Hidrológico de Itai (continuação)

NÓ INICIAL	NÓ FINAL	DESCR. DA SARGETA	ÁREA		I (mm/h)	Tr (anos)	C.I.df (mm/h)	C	%	C Imperm.	C Horner	Tc (min.)	Tc Kerby (min.)	G.Ribeiro (min.)
			PLANTA (ha)	ÁREA (ha)										
P136	P63	S132	0,2432	0,2432	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	6,83	6,83	1,49	
P137	P14	S133	0,2263	0,2263	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	7,05	7,05	1,50	
P138	P13	S134	0,2408	0,2408	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	7,00	7,00	1,51	
P143	P144	S139	0,2390	0,2390	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	5,32	5,32	1,45	
P144	P4	S140	0,2373	0,2373	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,74	3,74	1,43	
P4	P5	S4			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,22	4,67	0,22	
P5	P6	S5	0,4458	0,4458	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	7,88	7,88	3,19	
P145	P3	S141	0,2473	0,2473	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,34	3,71	1,34	
P3	P4	S3	0,2333	0,2333	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,42	4,74	1,42	
P146	P2	S142	0,2453	0,2453	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,82	3,82	1,41	
P2	P3	S2			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,22	5,98	0,22	
P149	P150	S145	0,1481	0,1481	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	5,35	5,35	1,71	
P150	P151	S146			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	2,37	2,37	0,39	
P151	P152	S147	0,1658	0,1658	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,82	4,82	0,97	
P152	P1	S148			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	2,16	2,16	0,31	
P1	P2	S1	0,2436	0,2436	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,79	3,79	1,17	
P153	P154	S149	0,1111	0,1111	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	2,44	2,44	0,57	
P154	P148	S150	0,0876	0,0876	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,92	3,92	0,83	
P148	P147	S144	0,2979	0,2979	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	13,07	13,07	3,27	
P147	P5	S143	0,2198	0,2198	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,93	3,93	1,56	
P155	P156	S151	0,0632	0,0632	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	2,96	2,96	0,64	
P156	P150	S152	0,1188	0,1188	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	5,51	5,51	1,37	
P159	P160	S155	0,1482	0,1482	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,15	3,15	0,81	
P160	P161	S156			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,47	1,47	0,18	
P161	P162	S157	0,1652	0,1652	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,43	3,43	1,05	
P162	P163	S158			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,47	1,47	0,18	
P163	P142	S159	0,2558	0,2558	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,23	4,23	1,59	
P142	P73	S138	0,2066	0,2066	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	7,39	7,39	1,51	
P73	P74	S68			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,20	1,82	0,20	
P74	P75	S69	0,2836	0,2836	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	5,47	5,47	1,58	
P75	P76	S70			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,21	-----		
P76	P77	S71	0,2515	0,2515	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	8,63	8,63	1,61	
P157	P158	S153	0,2192	0,2192	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,73	4,73	1,16	
P158	P151	S154	0,1143	0,1143	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,82	3,82	0,65	
P164	P165	S160	0,5115	0,5115	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	7,15	7,15	1,34	
P165	P166	S161			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	2,18	2,18	0,29	
P166	P114	S162			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,57	1,57	0,18	
P114	P107	S110	0,2691	0,2691	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,92	4,92	1,72	
P168	P120	S164			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,70	1,70	0,18	
P120	P121	S116	0,1936	0,1936	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,52	3,52	1,14	
P121	P72	S117			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,20	1,55	0,20	
P72	P73	S67	0,2202	0,2202	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,28	3,76	1,28	
P167	P161	S163	0,1967	0,1967	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	9,35	9,35	1,30	
P169	P121	S165	0,1936	0,1936	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	5,74	5,74	1,35	
P170	P72	S166	0,2469	0,2469	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	5,52	5,52	1,31	
P171	P140	S167	0,2192	0,2192	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	5,70	5,70	1,51	
P140	P75	S136	0,2396	0,2396	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,95	4,95	1,44	
P172	P139	S168	0,2165	0,2165	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,33	4,41	1,33	
P139	P76	S135	0,2279	0,2279	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	6,06	6,06	1,49	
P173	P78	S169	0,2399	0,2399	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	6,56	6,56	1,53	
P78	P79	S72	0,2315	0,2315	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,32	4,34	1,43	
P79	P80	S73			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,47	1,47	0,20	
P80	P63	S74	0,2156	0,2156	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,86	5,11	1,44	
P174	P175	S170	0,3226	0,3226	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,88	3,29	0,88	
P175	P176	S171			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,40	2,18	0,40	
P176	P177	S172			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,68	2,81	0,68	
P177	P178	S173			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,22	1,60	0,22	
P178	P179	S174	0,1562	0,1562	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,70	4,42	1,70	
P179	P142	S175			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	2,39	2,39	0,22	
P180	P183	S178	0,2066	0,2066	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	5,52	5,52	2,02	
P183	P184	S179	0,1181	0,1181	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,66	3,66	1,06	
P188	P189	S184	0,2288	0,2288	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,40	4,40	1,57	
P190	P185	S186	0,3837	0,3837	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,80	4,80	1,99	
P185	P186	S181			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	2,81	2,81	0,26	
P186	P187	S182	0,2204	0,2204	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,88	8,30	1,88	
P187	P182	S183			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	2,14	2,14	0,23	
P182	P181	S177	0,0588	0,0588	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	6,46	6,46	1,56	
P181	P141	S176			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,86	4,86	0,44	
P141	P74	S137	0,2571	0,2571	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	5,94	5,94	1,43	
P191	P189	S185	0,2762	0,2762	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	5,08	5,08	1,49	
P192	P186	S187	0,2655	0,2655	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,41	4,41	1,76	
P193	P194	S188	0,2505	0,2505	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,79	3,79	1,30	
P194	P195	S189			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,52	1,52	0,19	
P195	P181	S190	0,0789	0,0789	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,48	4,48	1,28	
P200	P201	S195			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,53	2,65	0,53	
P201	P202	S196			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,18	1,58	0,18	

Planilhas do Estudo Hidrológico de Itai (continuação)

NÚ INICIAL	NÚ FINAL	DESCR. DA SARGETA	ÁREA		I (mm/h)	Tr (anos)	C.Idf (mm/h)	C	%	C Imperm.	C Horner	Tc (min.)	Tc Kerby (min.)	G.Ribeiro (min.)
			ÁREA (ha)	PLANTA (ha)										
P202	P203	S197	0,1568	0,1568	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,44	4,24	1,44	
P203	P204	S198			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,96	1,95	0,18	
P204	P199	S199	0,2088	0,2088	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	6,06	6,06	1,52	
P199	P179	S194			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,30	1,30	0,20	
P205	P179	S200	0,2233	0,2233	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,37	4,47	1,40	
P206	P207	S201	0,2813	0,2813	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,02	3,59	1,02	
P207	P208	S202			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,19	1,65	0,19	
P208	P209	S203	0,2461	0,2461	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,41	4,37	1,41	
P209	P203	S204			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,66	1,66	0,19	
P214	P215	S209	0,1587	0,1587	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,85	3,28	0,85	
P215	P216	S210			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,19	1,63	0,19	
P216	P209	S211	0,2097	0,2097	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,25	4,25	1,43	
P218	P219	S213	0,1865	0,1865	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,40	3,40	1,15	
P219	P215	S214	0,2077	0,2077	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,79	4,79	1,42	
P222	P216	S217	0,2438	0,2438	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,44	4,74	1,44	
P223	P208	S218	0,2613	0,2613	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,21	4,21	1,33	
P224	P113	S219	0,1478	0,1478	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,93	-----		
P226	P227	S221	0,2413	0,2413	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,35	4,35	1,28	
P227	P228	S222	0,2300	0,2300	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,99	4,99	1,48	
P228	P229	S223			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	2,05	2,05	0,19	
P229	P204	S224	0,2281	0,2281	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	7,20	7,20	1,55	
P234	P197	S229	0,2146	0,2146	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	7,95	7,95	1,42	
P197	P198	S192			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,47	1,47	0,18	
P198	P199	S193	0,2479	0,2479	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,55	6,71	1,55	
P210	P211	S205	0,2308	0,2308	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,04	3,85	1,04	
P211	P212	S206			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,66	1,66	0,19	
P212	P213	S207	0,2225	0,2225	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,43	4,36	1,43	
P213	P204	S208			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,57	1,57	0,17	
P217	P184	S212	0,1320	0,1320	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,72	3,72	0,81	
P220	P221	S215	0,4073	0,4073	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,82	3,82	1,30	
P221	P207	S216	0,3371	0,3371	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,31	4,31	1,36	
P230	P231	S225	0,0743	0,0743	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	2,84	2,84	0,71	
P231	P232	S226	0,1651	0,1651	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	5,04	5,04	1,48	
P232	P233	S227			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,93	1,93	0,19	
P233	P213	S228	0,2348	0,2348	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	13,28	13,28	1,71	
P235	P198	S230	0,2506	0,2506	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	5,98	5,98	1,38	
P236	P237	S231	0,8077	0,8077	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	8,08	8,13	4,34	
P238	P239	S233	0,0749	0,0749	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	2,08	2,08	0,45	
P240	P237	S232	0,5204	0,5204	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	6,28	6,26	3,08	
P241	P242	S234	0,2597	0,2597	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	5,93	5,93	1,56	
P242	P243	S235			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,89	1,89	0,19	
P243	P244	S236	0,2160	0,2160	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,28	4,28	1,35	
P244	P245	S237			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,83	1,83	0,17	
P245	P246	S238	0,1717	0,1717	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,02	4,51	1,02	
P246	P237	S239			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,86	1,86	0,26	
P250	P245	S243	0,1447	0,1447	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,73	3,73	1,42	
P252	P243	S245	0,2200	0,2200	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,16	4,16	1,44	
P253	P242	S246	0,2533	0,2533	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,30	4,30	1,45	
P254	P255	S247	0,1432	0,1432	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,19	4,19	1,37	
P255	P232	S248	0,0750	0,0750	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,27	3,27	0,67	
P258	P259	S251	0,2376	0,2376	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	5,79	4,62	1,04	
P259	P257	S252	0,2521	0,2521	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,41	4,41	1,48	
P257	P255	S250			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,47	1,47	0,20	
P260	P233	S253	0,2633	0,2633	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,96	3,96	1,45	
P261	P212	S254	0,2493	0,2493	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,63	4,63	1,39	
P262	P211	S255	0,2317	0,2317	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,44	4,52	1,44	
P263	P264	S256	0,2628	0,2628	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,93	4,93	1,37	
P264	P265	S257			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,19	1,62	0,19	
P265	P266	S258	0,2344	0,2344	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,39	3,75	1,39	
P266	P267	S259			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,61	1,61	0,20	
P267	P268	S260	0,2083	0,2083	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,37	4,08	1,37	
P268	P269	S261			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,22	1,87	0,22	
P269	P270	S262	0,1292	0,1292	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,63	2,85	0,63	
P281	P256	S272	0,2446	0,2446	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	6,64	6,64	1,52	
P256	P257	S249	0,2605	0,2605	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,32	4,32	1,48	
P272	P273	S264			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	2,10	2,10	0,22	
P273	P274	S265	0,0777	0,0777	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,63	2,88	0,63	
P274	P275	S266			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,18	1,52	0,18	
P275	P276	S267	0,2454	0,2454	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,39	3,76	1,39	
P276	P277	S268			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,18	1,62	0,18	
P277	P278	S269	0,2400	0,2400	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,40	4,19	1,40	
P278	P279	S270			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,20	1,69	0,20	
P279	P280	S271	0,0944	0,0944	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,64	2,88	0,64	
P282	P283	S273	0,1503	0,1503	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	5,98	5,98	1,49	
P283	P284	S274	0,0703	0,0703	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	2,83	2,83	0,64	
P284	P285	S275			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,52	1,52	0,17	

Planilhas do Estudo Hidrológico de Itai (continuação)

NÓ INICIAL	NÓ FINAL	DESCR. DA SARGETA	ÁREA		I (mm/h)	Tr (anos)	C.I.df (mm/h)	C	z Imperm.	C Horner	Tc (min.)	Tc Kerby (min.)	G.Ribeiro (min.)
			ÁREA PLANTA (ha)	ÁREA (ha)									
P285	P286	S276	0,2300	0,2300	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,14	4,12	1,42
P286	P287	S277			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,22	-----	
P287	P288	S278	0,2403	0,2403	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,34	4,33	1,40
P288	P278	S279	0,2260	0,2260	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,94	4,94	1,48
P296	P249	S287	0,1760	0,1760	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,07	3,07	0,87
P249	P246	S242	0,1644	0,1644	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,14	4,14	1,42
P289	P290	S280	0,2428	0,2428	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,65	3,41	0,94
P290	P291	S281			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,18	1,57	0,18
P291	P292	S282	0,1404	0,1404	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,02	3,52	1,03
P292	P293	S283			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,21	-----	
P293	P294	S284	0,5105	0,5105	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,96	5,19	1,96
P294	P295	S285			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,55	1,55	0,19
P295	P279	S286	0,1518	0,1518	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,90	4,90	1,48
P300	P264	S291	0,2492	0,2492	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,01	4,01	1,36
P301	P251	S292	0,2574	0,2574	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	7,26	7,26	1,48
P251	P244	S244	0,2675	0,2675	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,68	3,68	1,41
P302	P303	S293	0,1378	0,1378	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,96	3,96	0,82
P303	P298	S294			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,85	1,85	0,20
P298	P285	S289	0,2279	0,2279	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,03	4,03	1,40
P304	P299	S295	0,0990	0,0990	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,58	3,58	0,54
P299	P297	S290			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	2,09	2,09	0,21
P297	P248	S288	0,1478	0,1478	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,10	3,10	0,90
P248	P249	S241			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,71	1,71	0,21
P305	P306	S296	0,2397	0,2397	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,57	3,57	1,26
P306	P266	S297	0,2292	0,2292	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,96	3,96	1,39
P309	P310	S300	0,1654	0,1654	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	5,01	4,79	0,58
P310	P307	S301			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,70	1,70	0,19
P307	P308	S298	0,2278	0,2278	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,22	4,22	1,43
P308	P306	S299			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,51	1,51	0,17
P311	P312	S302	0,2427	0,2427	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,17	4,17	1,40
P312	P313	S303			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,66	1,66	0,19
P313	P267	S304	0,2360	0,2360	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,39	3,97	1,39
P315	P291	S306	0,2165	0,2165	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,74	4,70	1,47
P317	P293	S308	0,3303	0,3303	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,26	4,26	1,44
P318	P319	S309	0,9228	0,9228	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	6,83	6,83	4,05
P325	P322	S314	0,2187	0,2187	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	5,22	5,22	1,51
P322	P323	S312	0,6223	0,6223	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	6,54	6,54	3,78
P326	P320	S315	0,2378	0,2378	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,48	4,48	1,39
P320	P321	S310	0,2418	0,2418	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,97	4,97	1,42
P321	P322	S311			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,54	1,54	0,20
P327	P328	S316	0,3632	0,3632	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,56	4,56	1,52
P328	P320	S317			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,79	1,79	0,21
P332	P333	S321	0,2120	0,2120	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,43	4,43	1,43
P333	P334	S322			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,17	1,59	0,17
P334	P269	S323	0,2036	0,2036	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,42	4,35	1,42
P337	P329	S325	0,2572	0,2572	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,29	3,64	1,29
P329	P330	S318	0,2320	0,2320	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,40	4,40	1,42
P330	P331	S319			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,69	1,69	0,19
P331	P268	S320	0,2327	0,2327	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,27	4,27	1,41
P335	P336	S324	0,6449	0,6449	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	2,74	6,04	3,39
P338	P339	S326	0,2322	0,2322	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,00	4,00	1,25
P339	P340	S327	0,2444	0,2444	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,39	4,21	1,39
P342	P343	S329	0,1978	0,1978	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,24	3,92	1,24
P344	P345	S330	0,3383	0,3383	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,62	4,55	1,62
P346	P330	S331	0,2267	0,2267	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,81	3,81	1,34
P347	P331	S332	0,2651	0,2651	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,82	3,82	1,34
P348	P97	S333	0,0838	0,0838	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,01	3,01	0,49
P97	P49	S94	0,1555	0,1555	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,23	4,23	1,41
P196	P197	S191	0,2131	0,2131	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,38	3,99	1,38
P247	P248	S240	0,1615	0,1615	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,76	4,76	1,44
P314	P290	S305	0,2406	0,2406	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,57	4,57	1,46
P341	P340	S328	0,2420	0,2420	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	1,23	3,88	1,23
P349	P225	S334			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	2,04	2,04	0,33
P225	P112	S220			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	0,66	-----	
P350	P187	S335	0,1758	0,1758	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,84	3,84	0,85
P351	P182	S336	0,0936	0,0936	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,39	3,39	0,75
P352	P178	S337	0,0837	0,0837	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	2,29	2,29	0,39
P353	P177	S338			137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	2,01	2,01	0,28
P354	P324	S339	0,2132	0,2132	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,05	4,05	1,33
P324	P321	S313	0,2210	0,2210	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	6,41	6,34	1,51
P355	P316	S340	0,1336	0,1336	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,22	4,22	1,00
P316	P292	S307	0,2227	0,2227	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,09	4,13	1,44
P356	P284	S341	0,1635	0,1635	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	5,70	5,70	1,47
P357	P285	S342	0,2542	0,2542	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	5,76	5,76	1,49
P358	P276	S343	0,2296	0,2296	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	5,61	5,61	1,44
P359	P277	S344	0,2641	0,2641	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	5,17	5,17	1,44
P360	P310	S345	0,1516	0,1516	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	4,82	4,82	1,40

Planilhas do Estudo Hidrológico de Itaí (continuação)

NÓ INICIAL	NÓ FINAL	DESCR. DA SARGETA	ÁREA		I (mm/h)	Tr (anos)	C.Idf (mm/h)	C	%	C	Tc (min.)	Tc Kerby (min.)	Tc G.Ribeiro (min.)
			ÁREA PLANTA (ha)	ÁREA SARGETA (ha)									
P361	P307	S346	0,2551	0,2551	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	5,44	5,44	1,41
P362	P308	S347	0,2309	0,2309	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	3,69	3,69	1,31
P363	P364	S348	0,2126	0,2126	137,34	10	137,34	0,80	80	0,56	5,05	5,05	1,50

O sistema de macro-drenagem de Itaí foi dividido em diversas sub-bacias. Para cada estrutura de drenagem presente nestas sub-bacias, foram determinadas as capacidades de condução de vazões e elaboradas proposições de ampliação, modificação ou mesmo de reestruturação em função da ocupação urbana presente.

Para as estruturas já existentes, como as galerias e os canal existente no município (Lageado), foram desenvolvidos estudos de forma a verificar o seu enquadramento nos objetivos e diretrizes deste Estudo.

Quanto ao dimensionamento hidráulico, o detalhamento é apresentado nos quadros seguintes.

Planilhas do Dimensionamento da Rede de Drenagem de Itai

Col.	rech	Extensão (m)	Vazão (m3/s)	Diâmetro (m)	Declividade (m/m)	Y	Vel.	Q Seção	V Seção	Cota Ter.	Cota Ter.	Cota Gal.	Cota Gal.	Prof.Gal.	Prof.Gal.	Tubo
						- D	Real (m/s)	Plena (m3/s)	Plena (m/s)	Montante (m)	Jusante (m)	Montante (m)	Jusante (m)	Montante (m)	Jusante (m)	
G1	T1	80,97	1,488	0,800	0,0281	0,600	4,73	2,217	4,41	669,654	664,370	664,847	662,570	4,807	1,800	Tubo de Concreto
	T2	76,57	5,323	1,500	0,0122	0,606	4,75	7,795	4,41	664,370	657,857	656,288	655,357	8,082	2,500	Tubo de Concreto
	T3	20,82	5,469	1,500	0,0122	0,617	4,78	7,795	4,41	657,857	656,111	653,864	653,611	3,993	2,500	Tubo de Concreto
	T4	54,93	5,519	1,500	0,0122	0,621	4,78	7,795	4,41	656,111	653,200	651,368	650,700	4,743	2,500	Tubo de Concreto
	T5	66,02	6,719	1,500	0,0083	0,732	4,98	13,858	4,41	653,200	650,955	648,502	647,955	4,698	3,000	Tubo de Concreto
	T6	63,11	6,924	1,500	0,0083	0,742	4,99	13,858	4,41	650,955	650,000	647,523	647,000	3,432	3,000	Tubo de Concreto
	T7	50,94	7,656	1,500	0,0083	0,751	5,00	13,858	4,41	650,000	647,056	644,478	644,056	5,522	3,000	Tubo de Concreto
	T8	50,64	7,656	1,500	0,0083	0,751	5,00	13,858	4,41	647,056	643,913	641,333	640,913	5,723	3,000	Tubo de Concreto
G2	T13	124,20	2,420	1,000	0,0209	0,616	4,77	3,465	4,41	670,750	664,765	665,358	662,765	5,392	2,000	Tubo de Concreto
	T11	108,43	6,327	1,500	0,0122	0,684	4,91	7,795	4,41	664,765	659,619	658,438	657,119	6,327	2,500	Tubo de Concreto
	T12	89,87	6,451	1,500	0,0122	0,694	4,93	7,795	4,41	659,619	653,200	651,793	650,700	7,826	2,500	Tubo de Concreto
G3	T14	89,75	1,345	0,800	0,0281	0,562	4,62	2,217	4,41	665,706	658,250	658,973	656,450	6,732	1,800	Tubo de Concreto
	T15	86,88	1,345	0,800	0,0281	0,562	4,62	2,217	4,41	658,250	650,385	651,027	648,585	7,223	1,800	Tubo de Concreto
	T16	82,97	2,578	1,200	0,0074	0,657	3,27	3,358	2,97	650,385	649,769	648,185	647,569	2,200	2,200	Tubo de Concreto
	T17	50,94	4,699	1,200	0,0164	0,772	5,02	4,989	4,41	649,769	643,091	641,725	640,891	8,044	2,200	Tubo de Concreto
	T18	50,70	4,699	1,200	0,0164	0,772	5,02	4,989	4,41	643,091	638,882	637,513	636,682	5,578	2,200	Tubo de Concreto
G4	T21	100,51	0,154	0,600	0,0041	0,435	1,30	0,392	1,39	654,625	654,214	653,025	652,614	1,600	1,600	Tubo de Concreto
	T22	58,28	0,336	0,600	0,0147	0,471	2,57	0,745	2,63	654,214	653,357	652,614	651,757	1,600	1,600	Tubo de Concreto
	T23	58,87	1,984	0,800	0,0281	0,738	4,99	2,217	4,41	653,357	651,462	651,317	649,662	2,040	1,800	Tubo de Concreto
	T24	51,04	2,299	1,000	0,0209	0,595	4,72	3,465	4,41	651,462	648,000	647,066	646,000	4,396	2,000	Tubo de Concreto
	T25	51,42	2,299	1,000	0,0209	0,595	4,72	3,465	4,41	648,000	644,760	643,834	642,760	4,166	2,000	Tubo de Concreto
G5	T9	92,49	0,012	0,600	0,0541	0,064	1,53	1,428	5,05	675,471	670,467	673,871	668,867	1,600	1,600	Tubo de Concreto
	T10	72,22	2,423	1,000	0,0209	0,616	4,77	3,465	4,41	670,467	664,370	663,878	662,370	6,588	2,000	Tubo de Concreto
G6	T19	95,41	1,495	0,800	0,0281	0,601	4,73	2,217	4,41	668,433	660,933	661,816	659,133	6,617	1,800	Tubo de Concreto
	T20	96,94	1,755	0,800	0,0281	0,671	4,89	2,217	4,41	660,933	649,769	650,695	647,969	10,238	1,800	Tubo de Concreto
G7	T26	103,89	0,640	0,800	0,0088	0,510	2,48	1,238	2,46	666,445	665,533	664,645	663,733	1,800	1,800	Tubo de Concreto
	T27	56,22	0,640	0,800	0,0302	0,361	3,92	2,300	4,57	665,533	663,833	663,733	662,033	1,800	1,800	Tubo de Concreto
	T28	137,48	1,522	0,800	0,0281	0,609	4,75	2,217	4,41	663,833	653,357	655,423	651,557	8,411	1,800	Tubo de Concreto

Planilhas do Dimensionamento da Rede de Drenagem de Itai (continuação)

Col.	rech	Extensão (m)	Vazão (m3/s)	Diâmetro (m)	Declividade (m/m)	Y	Vel.	Q Seção	V Seção	Cota Ter.	Cota Ter.	Cota Gal.	Cota Gal.	Prof.Gal.	Prof.Gal.	Tubo
						- D	Real (m/s)	Plena (m3/s)	Plena (m/s)	Montante (m)	Jusante (m)	Montante (m)	Jusante (m)	Montante (m)	Jusante (m)	
G8	T121	93,57	0,486	0,600	0,0100	0,671	2,41	0,615	2,17	589,421	588,484	587,821	586,884	1,600	1,600	Tubo de Concreto
	T122	96,66	0,486	0,800	0,0022	0,664	1,37	0,623	1,24	588,484	588,269	586,684	586,469	1,800	1,800	Tubo de Concreto
	T119	71,55	3,063	1,000	0,0209	0,731	4,98	3,465	4,41	588,269	577,800	577,294	575,800	10,975	2,000	Tubo de Concreto
	T120	66,83	3,063	1,000	0,0209	0,731	4,98	3,465	4,41	577,800	567,800	567,195	565,800	10,605	2,000	Tubo de Concreto
G9	T123	69,31	0,216	0,600	0,0046	0,509	1,49	0,418	1,48	621,655	621,333	620,055	619,733	1,600	1,600	Tubo de Concreto
	T124	60,42	0,216	0,600	0,0022	0,645	1,12	0,288	1,02	621,333	621,200	619,652	619,519	1,681	1,681	Tubo de Concreto
	T125	52,23	0,436	0,800	0,0023	0,612	1,35	0,630	1,25	621,200	621,000	619,319	619,200	1,881	1,800	Tubo de Concreto
	T126	53,80	0,489	0,800	0,0085	0,440	2,29	1,219	2,43	621,000	620,543	619,200	618,743	1,800	1,800	Tubo de Concreto
	T127	60,81	0,508	0,800	0,0089	0,444	2,35	1,248	2,48	620,543	620,002	618,743	618,202	1,800	1,800	Tubo de Concreto
	T110	95,40	0,686	0,800	0,0108	0,500	2,73	1,373	2,73	620,002	618,974	618,202	617,174	1,800	1,800	Tubo de Concreto
	T111	100,12	0,686	0,800	0,0306	0,373	4,01	2,313	4,60	618,974	615,911	617,174	614,111	1,800	1,800	Tubo de Concreto
	T112	63,69	1,087	0,800	0,0281	0,494	4,39	2,217	4,41	615,911	612,977	612,968	611,177	2,943	1,800	Tubo de Concreto
	T113	59,79	1,312	0,800	0,0281	0,553	4,60	2,217	4,41	612,977	610,135	610,016	608,335	2,961	1,800	Tubo de Concreto
	T114	58,41	1,312	0,800	0,0281	0,553	4,60	2,217	4,41	610,135	607,482	607,324	605,682	2,811	1,800	Tubo de Concreto
	T115	63,06	1,768	0,800	0,0281	0,675	4,90	2,217	4,41	607,482	603,474	603,447	601,674	4,035	1,800	Tubo de Concreto
	T116	62,96	1,963	0,800	0,0281	0,731	4,98	2,217	4,41	603,474	599,082	599,052	597,282	4,422	1,800	Tubo de Concreto
	T117	53,42	1,963	0,800	0,0281	0,731	4,98	2,217	4,41	599,082	594,188	593,890	592,388	5,192	1,800	Tubo de Concreto
	T118	66,07	2,395	1,000	0,0209	0,611	4,76	3,465	4,41	594,188	588,269	587,649	586,269	6,539	2,000	Tubo de Concreto
G10	T128	22,09	0,890	0,600	0,0413	0,624	4,79	1,247	4,41	609,765	608,737	608,048	607,137	1,716	1,600	Tubo de Concreto
	T129	66,03	0,957	0,600	0,0413	0,657	4,86	1,247	4,41	608,737	603,889	605,013	602,289	3,724	1,600	Tubo de Concreto
	T130	64,44	1,053	0,600	0,0413	0,705	4,95	1,247	4,41	603,889	598,308	599,367	596,708	4,522	1,600	Tubo de Concreto
	T131	64,20	1,053	0,600	0,0413	0,705	4,95	1,247	4,41	598,308	592,579	593,628	590,979	4,680	1,600	Tubo de Concreto
	T132	22,81	1,340	0,800	0,0342	0,528	4,97	2,444	4,86	592,579	591,800	590,779	590,000	1,800	1,800	Tubo de Concreto
	T133	52,90	1,340	0,800	0,0281	0,561	4,62	2,217	4,41	591,800	587,059	586,746	585,259	5,054	1,800	Tubo de Concreto
	T134	85,67	1,435	0,800	0,0281	0,586	4,69	2,217	4,41	587,059	569,286	569,895	567,486	17,164	1,800	Tubo de Concreto
G11	T144	111,98	0,848	1,200	0,0005	0,796	0,88	0,872	0,77	591,360	591,559	589,160	589,104	2,200	2,455	Tubo de Concreto
	T145	113,79	0,848	1,200	0,0060	0,363	2,29	3,012	2,66	591,559	590,625	589,104	588,425	2,455	2,200	Tubo de Concreto
	T146	105,09	2,225	1,200	0,0207	0,438	4,67	5,603	4,95	590,625	588,455	588,335	586,165	2,290	2,290	Tubo de Concreto
	T147	95,98	2,225	1,200	0,0238	0,421	4,92	6,015	5,32	588,455	586,080	586,165	583,880	2,290	2,200	Tubo de Concreto
	T148	31,42	2,225	1,200	0,0164	0,468	4,29	4,989	4,41	586,080	585,000	583,315	582,800	2,765	2,200	Tubo de Concreto
	T143	53,84	5,483	1,200	0,0164	0,760	4,09	4,989	4,41	585,000	582,000	580,682	579,800	4,318	2,200	Tubo de Concreto

Planilhas do Dimensionamento da Rede de Drenagem de Itaip (continuação)

Col.	rech	Extensão	Vazão	Diâmetro	Declividade	Y	Vel.	Q Seção	V Seção	Cota Ter.	Cota Ter.	Cota Gal.	Cota Gal.	Prof.Gal.	Prof.Gal.	Tubo
						-	Real	Plena	Plena	Montante	Jusante	Montante	Jusante	Montante	Jusante	
		(m)	(m ³ /s)	(m)	(m/m)	D	(m/s)	(m ³ /s)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
G12	T149	54,31	0,316	0,600	0,0030	0,768	1,36	0,337	1,19	605,116	604,952	603,516	603,352	1,600	1,600	Tubo de Concreto
	T150	68,03	0,527	1,000	0,0005	0,804	0,78	0,536	0,68	604,952	605,000	602,952	602,918	2,000	2,082	Tubo de Concreto
	T151	81,35	0,527	1,000	0,0005	0,804	0,78	0,536	0,68	605,000	605,029	602,918	602,878	2,082	2,151	Tubo de Concreto
	T152	111,54	1,191	1,000	0,0043	0,652	2,20	1,569	2,00	605,029	604,400	602,878	602,400	2,151	2,000	Tubo de Concreto
	T153	108,46	1,191	1,000	0,0069	0,558	2,64	1,987	2,53	604,400	603,655	602,400	601,655	2,000	2,000	Tubo de Concreto
	T154	34,02	1,482	1,000	0,0193	0,468	4,11	3,327	4,24	603,655	603,000	601,655	601,000	2,000	2,000	Tubo de Concreto
	T155	75,70	1,766	1,000	0,0209	0,506	4,43	3,465	4,41	603,000	599,895	599,475	597,895	3,525	2,000	Tubo de Concreto
	T156	105,82	1,766	1,000	0,0209	0,506	4,43	3,465	4,41	599,895	595,182	595,391	593,182	4,503	2,000	Tubo de Concreto
	T157	59,73	2,052	1,000	0,0209	0,554	4,60	3,465	4,41	595,182	592,004	591,251	590,004	3,930	2,000	Tubo de Concreto
	T158	79,40	2,296	1,000	0,0125	0,712	3,84	2,684	3,42	592,004	591,009	589,847	588,851	2,158	2,158	Tubo de Concreto
	T159	75,94	2,296	1,000	0,0101	0,781	3,49	2,407	3,06	591,009	590,086	588,782	588,016	2,227	2,069	Tubo de Concreto
	T160	101,60	2,296	1,000	0,0209	0,595	4,72	3,465	4,41	590,086	586,211	586,332	584,211	3,754	2,000	Tubo de Concreto
	T161	99,71	2,296	1,000	0,0209	0,595	4,72	3,465	4,41	586,211	583,414	583,496	581,414	2,714	2,000	Tubo de Concreto
	T162	29,87	2,436	1,000	0,0209	0,618	4,78	3,465	4,41	583,414	582,090	580,714	580,090	2,700	2,000	Tubo de Concreto
	T163	38,50	2,436	1,000	0,0162	0,675	4,32	3,052	3,89	582,090	581,466	580,033	579,409	2,057	2,057	Tubo de Concreto
G13	T171	82,12	0,342	0,600	0,0059	0,631	1,82	0,473	1,67	614,730	614,242	613,130	612,643	1,600	1,600	Tubo de Concreto
	T172	70,03	0,342	0,600	0,0098	0,537	2,21	0,608	2,15	614,242	613,556	612,643	611,956	1,600	1,600	Tubo de Concreto
	T173	80,79	0,520	0,800	0,0065	0,493	2,11	1,064	2,12	613,556	613,032	611,756	611,232	1,800	1,800	Tubo de Concreto
	T174	89,95	0,520	0,800	0,0122	0,413	2,66	1,458	2,90	613,032	611,939	611,232	610,139	1,800	1,800	Tubo de Concreto
	T175	82,80	0,739	0,800	0,0374	0,368	4,40	2,556	5,09	611,939	608,845	610,139	607,045	1,800	1,800	Tubo de Concreto
	T176	66,51	0,739	0,800	0,0277	0,399	3,95	2,202	4,38	608,845	607,000	607,045	605,200	1,800	1,800	Tubo de Concreto
	T177	82,63	0,909	0,800	0,0375	0,412	4,66	2,560	5,09	607,000	603,904	605,200	602,104	1,800	1,800	Tubo de Concreto
	T178	50,32	0,909	0,800	0,0427	0,397	4,88	2,731	5,43	603,904	601,758	602,104	599,958	1,800	1,800	Tubo de Concreto
	T179	89,99	1,312	0,800	0,0281	0,554	4,60	2,217	4,41	601,758	596,600	597,330	594,800	4,427	1,800	Tubo de Concreto
	T180	93,16	1,312	0,800	0,0281	0,554	4,60	2,217	4,41	596,600	590,000	590,819	588,200	5,781	1,800	Tubo de Concreto
	T181	9,11	1,592	0,800	0,0281	0,627	4,80	2,217	4,41	590,000	589,350	587,806	587,550	2,194	1,800	Tubo de Concreto
G14	T18	31,13	0,807	0,600	0,0437	0,575	4,80	1,284	4,54	614,235	612,875	612,635	611,275	1,600	1,600	Tubo de Concreto
	T19	35,89	0,817	0,600	0,0323	0,640	4,27	1,104	3,91	612,875	611,714	611,275	610,114	1,600	1,600	Tubo de Concreto
G15	T36	64,23	0,304	0,600	0,0152	0,441	2,53	0,756	2,67	681,000	680,026	679,400	678,426	1,600	1,600	Tubo de Concreto
	T37	62,35	0,443	1,000	0,0008	0,595	0,91	0,669	0,85	680,026	679,977	678,026	677,977	2,000	2,000	Tubo de Concreto
	T38	65,48	0,580	1,000	0,0216	0,274	3,31	3,522	4,48	679,977	678,564	677,977	676,564	2,000	2,000	Tubo de Concreto
	T39	62,46	0,717	1,000	0,0216	0,306	3,52	3,522	4,48	678,564	677,216	676,564	675,216	2,000	2,000	Tubo de Concreto
	T40	148,35	0,859	1,000	0,0209	0,339	3,66	3,465	4,41	677,216	666,351	667,449	664,351	9,767	2,000	Tubo de Concreto

Planilhas do Dimensionamento da Rede de Drenagem de Itaip (continuação)

Col.	rech	Extensão (m)	Vazão (m³/s)	Diâmetro (m)	Declividade (m/m)	Y	Vel.	Q Seção	V Seção	Cota Ter.	Cota Ter.	Cota Gal.	Cota Gal.	Prof.Gal.	Prof.Gal.	Tubo
						-	Real	Plena	Plena	Montante	Jusante	Montante	Jusante	Montante	Jusante	
						D	(m/s)	(m³/s)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
G16	T52	103,63	0,931	0,600	0,0413	0,644	4,84	1,247	4,41	634,000	628,300	630,976	626,700	3,024	1,600	Tubo de Concreto
	T53	33,05	1,003	0,600	0,0318	0,753	4,39	1,094	3,87	628,300	627,250	626,634	625,584	1,666	1,666	Tubo de Concreto
	T54	89,13	1,107	0,600	0,0413	0,733	4,98	1,247	4,41	627,250	623,300	625,378	621,700	1,872	1,600	Tubo de Concreto
	T55	114,08	1,296	0,600	0,0413	0,792	5,03	1,247	4,41	623,300	610,778	613,885	609,178	9,415	1,600	Tubo de Concreto
	T56	76,86	1,328	0,800	0,0281	0,558	4,61	2,217	4,41	610,778	601,750	602,111	599,950	8,667	1,800	Tubo de Concreto
	T57	74,88	1,406	0,800	0,0281	0,578	4,67	2,217	4,41	601,750	591,727	592,033	589,927	9,717	1,800	Tubo de Concreto
	T58	84,75	1,488	0,800	0,0281	0,600	4,73	2,217	4,41	591,727	581,889	582,472	580,089	9,256	1,800	Tubo de Concreto
	T59	24,89	1,559	0,800	0,0281	0,618	4,78	2,217	4,41	581,889	574,867	573,767	573,067	8,122	1,800	Tubo de Concreto
G17	T66	87,73	0,480	0,600	0,0372	0,443	3,97	1,184	4,19	620,544	617,283	618,944	615,683	1,600	1,600	Tubo de Concreto
	T67	81,41	0,480	0,600	0,0280	0,480	3,57	1,028	3,64	617,283	615,000	615,683	613,400	1,600	1,600	Tubo de Concreto
	T68	83,07	1,192	0,800	0,0120	0,690	3,22	1,451	2,89	615,000	614,000	613,136	612,136	1,864	1,864	Tubo de Concreto
	T69	62,30	1,919	0,800	0,0281	0,718	4,97	2,217	4,41	614,000	612,000	611,952	610,200	2,048	1,800	Tubo de Concreto
	T70	66,69	1,919	0,800	0,0281	0,718	4,97	2,217	4,41	612,000	610,000	610,075	608,200	1,925	1,800	Tubo de Concreto
	T71	97,10	1,969	0,800	0,0281	0,733	4,98	2,217	4,41	610,000	605,923	606,853	604,123	3,147	1,800	Tubo de Concreto
	T72	62,30	2,431	1,000	0,0209	0,618	4,78	3,465	4,41	605,923	602,912	602,213	600,912	3,710	2,000	Tubo de Concreto
	T73	100,98	2,487	1,000	0,0209	0,627	4,80	3,465	4,41	602,912	598,337	598,446	596,337	4,466	2,000	Tubo de Concreto
	T74	66,96	3,620	1,200	0,0164	0,632	4,81	4,989	4,41	598,337	594,311	593,208	592,111	5,129	2,200	Tubo de Concreto
	T75	63,47	3,620	1,200	0,0164	0,632	4,81	4,989	4,41	594,311	589,979	588,818	587,778	5,493	2,200	Tubo de Concreto
	T76	33,80	3,653	1,200	0,0164	0,636	4,82	4,989	4,41	589,979	588,566	586,919	586,366	3,059	2,200	Tubo de Concreto
	T77	33,14	3,654	1,200	0,0164	0,636	4,82	4,989	4,41	588,566	586,625	584,968	584,425	3,598	2,200	Tubo de Concreto
	T78	87,41	3,669	1,200	0,0164	0,637	4,82	4,989	4,41	586,625	577,000	576,231	574,800	10,394	2,200	Tubo de Concreto
G18	T93	82,33	0,301	0,600	0,0171	0,424	2,64	0,803	2,84	618,375	616,968	616,775	615,368	1,600	1,600	Tubo de Concreto
	T94	82,57	0,702	0,600	0,0373	0,553	4,37	1,187	4,20	616,968	613,884	615,290	612,206	1,677	1,677	Tubo de Concreto
	T95	68,05	1,237	0,800	0,0110	0,737	3,32	1,385	2,76	613,884	613,060	611,949	611,202	1,935	1,857	Tubo de Concreto
	T96	72,16	1,237	0,800	0,0139	0,673	3,44	1,598	3,10	613,060	612,000	611,202	610,200	1,857	1,800	Tubo de Concreto
G19	T135	134,42	0,625	0,600	0,0139	0,716	2,88	0,725	2,56	610,826	608,955	609,226	607,355	1,600	1,600	Tubo de Concreto
	T136	136,54	0,625	0,600	0,0140	0,714	2,89	0,728	2,57	608,955	607,037	607,355	605,437	1,600	1,600	Tubo de Concreto
	T137	101,75	1,671	0,800	0,0281	0,648	4,85	2,217	4,41	607,037	603,261	604,322	601,461	2,715	1,800	Tubo de Concreto
	T138	100,95	1,671	0,800	0,0281	0,648	4,85	2,217	4,41	603,261	599,524	600,562	597,724	2,699	1,800	Tubo de Concreto
	T139	100,18	1,671	0,800	0,0281	0,648	4,85	2,217	4,41	599,524	595,368	596,385	593,568	3,139	1,800	Tubo de Concreto
	T140	100,17	1,671	0,800	0,0281	0,648	4,85	2,217	4,41	595,368	591,200	592,217	589,400	3,152	1,800	Tubo de Concreto
	T141	88,33	1,671	0,800	0,0281	0,648	4,85	2,217	4,41	591,200	587,417	588,100	585,617	3,100	1,800	Tubo de Concreto
	T142	54,51	1,671	0,800	0,0281	0,648	4,85	2,217	4,41	587,417	585,000	584,733	583,200	2,684	1,800	Tubo de Concreto
G20	T164	82,26	0,862	1,200	0,0012	0,576	1,28	1,367	1,21	584,080	583,979	581,880	581,779	2,200	2,200	Tubo de Concreto
	T165	71,75	0,862	1,200	0,0006	0,723	0,98	0,988	0,87	583,979	583,933	581,603	581,557	2,376	2,376	Tubo de Concreto
	T166	64,94	0,862	1,200	0,0005	0,809	0,88	0,872	0,77	583,933	583,868	581,453	581,420	2,480	2,448	Tubo de Concreto
	T167	79,18	1,822	1,200	0,0062	0,554	2,83	3,077	2,72	583,868	583,127	581,420	580,927	2,448	2,200	Tubo de Concreto
	T168	78,96	1,822	1,200	0,0136	0,440	3,80	4,554	4,03	583,127	582,050	580,927	579,850	2,200	2,200	Tubo de Concreto
	T169	63,40	1,822	1,200	0,0136	0,441	3,79	4,541	4,01	582,050	581,190	581,950	578,950	2,200	2,200	Tubo de Concreto
	T170	31,28	2,482	1,200	0,0137	0,525	4,12	4,571	4,04	581,190	580,760	578,889	578,459	2,301	2,301	Tubo de Concreto

Planilhas do Dimensionamento da Rede de Drenagem de Itaí (continuação)

Col.	rech	Extensão	Vazão	Diâmetro	Declividade	Y	Vel.	Q Seção	V Seção	Cota Ter.	Cota Ter.	Cota Gal.	Cota Gal.	Prof.Gal.	Prof.Gal.	Tubo
						-	Real	Plena	Plena	Montante	Jusante	Montante	Jusante	Montante	Jusante	
		(m)	(m ³ /s)	(m)	(m/m)	D	(m/s)	(m ³ /s)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
G21	T1	92,05	0,012	0,600	0,0547	0,064	1,53	1,436	5,08	675,438	670,400	673,838	668,800	1,600	1,600	Tubo de Concreto
	T2	72,25	0,503	0,600	0,0413	0,442	4,17	1,247	4,41	670,400	664,280	665,661	662,680	4,739	1,600	Tubo de Concreto
	T3	74,79	1,552	0,800	0,0281	0,616	4,77	2,217	4,41	664,280	657,750	658,053	655,950	6,227	1,800	Tubo de Concreto
	T4	19,69	1,698	0,800	0,0281	0,656	4,86	2,217	4,41	657,750	656,222	654,976	654,422	2,774	1,800	Tubo de Concreto
	T5	56,09	1,937	0,800	0,0281	0,724	4,97	2,217	4,41	656,222	653,273	653,050	651,473	3,173	1,800	Tubo de Concreto
	T6	66,27	2,442	1,000	0,0209	0,619	4,78	3,465	4,41	653,273	651,000	650,384	649,000	2,889	2,000	Tubo de Concreto
	T7	62,96	2,649	1,000	0,0136	0,776	4,05	2,797	3,56	651,000	650,143	648,844	647,987	2,156	2,156	Tubo de Concreto
	T8	52,85	2,828	1,000	0,0209	0,687	4,92	3,465	4,41	650,143	646,600	645,704	644,600	4,439	2,000	Tubo de Concreto
G22	T12	79,61	1,419	1,000	0,0054	0,682	2,49	1,755	2,23	650,273	649,846	648,273	647,846	2,000	2,000	Tubo de Concreto
	T11	46,68	3,149	1,000	0,0209	0,748	5,00	3,465	4,41	649,846	643,667	642,641	641,667	7,205	2,000	Tubo de Concreto
G23	T13	54,52	0,298	0,600	0,0170	0,423	2,63	0,801	2,83	654,214	653,286	652,614	651,686	1,600	1,600	Tubo de Concreto
	T14	61,00	0,535	0,600	0,0320	0,492	3,86	1,099	3,89	653,286	651,333	651,686	649,733	1,600	1,600	Tubo de Concreto
	T15	51,53	0,849	0,600	0,0461	0,584	4,95	1,318	4,66	651,333	648,958	649,678	647,303	1,655	1,655	Tubo de Concreto
	T16	50,93	0,849	0,600	0,0437	0,594	4,85	1,283	4,54	648,958	646,680	647,303	645,080	1,655	1,600	Tubo de Concreto
	T17	51,57	0,849	0,600	0,0427	0,599	4,81	1,268	4,49	646,680	644,480	645,080	642,880	1,600	1,600	Tubo de Concreto
	T18	47,30	0,849	0,600	0,0413	0,605	4,74	1,247	4,41	644,480	641,700	642,052	640,100	2,428	1,600	Tubo de Concreto
	T19	35,50	0,849	0,600	0,0413	0,605	4,74	1,247	4,41	641,700	637,952	637,817	636,352	3,884	1,600	Tubo de Concreto
G24	T9	96,89	1,566	0,800	0,0413	0,585	4,69	1,247	4,41	668,467	660,750	663,148	659,150	5,319	1,600	Tubo de Concreto
	T10	95,46	1,966	0,800	0,0413	0,711	4,96	1,247	4,41	660,750	649,846	652,185	648,246	8,565	1,600	Tubo de Concreto

Esta análise obedeceu a critérios técnicos objetivos, tais como os parâmetros de projeto usuais para canalizações de drenagem, mas também levou em consideração as posturas da administração municipal de Itaí, as necessidades urbanísticas das áreas, sejam existentes ou planejadas e ainda conceitos de sustentabilidade do sistema de drenagem. Desta forma, sempre que possível, foram propostas soluções compreendendo canalizações abertas, seguindo uma escala de complexidade para as obras que vão desde o canal natural escavado e protegido com vegetação até os canais e pontes de concreto.

Quadro.- Estrutura dos Estudos desenvolvidos em Itaí

Os estudos desenvolvidos seguem a estrutura apresentada a seguir:

	Metodologia de Análise e Simulação
Definição dos Critérios Hidráulicos de Verificação e Projeto	Velocidades Máximas admissíveis
	Borda Livre
	Forma das Seções
	Tipos de Revestimentos
Classificação em Sub-bacias	Divisão do município em sub-bacias agregadas em função de sua vocação e compartilhamento das soluções
Diagnóstico do Sistema Existente	Determinação da Capacidade de descarga de cada componente
Proposição de Alternativas	Planejamento das soluções
	Dimensionamento das Estruturas necessárias

5.- CRITÉRIOS DE ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DA MACRODRENAGEM EM ITAÍ

Dentro do contexto de desenvolvimento da região, a implantação do sistema de macro-drenagem urbana de Itaí deve ser orientado pelos seguintes objetivos principais:

- reduzir a exposição da população e das propriedades ao risco de inundações;
- reduzir sistematicamente o nível de danos causados pelas inundações;
- preservar as várzeas não urbanizadas;
- assegurar que as medidas corretivas sejam compatíveis com as metas e objetivos da região;
- minimizar os problemas de erosão e sedimentação;
- proteger a qualidade ambiental e o bem-estar social;
- promover a utilização das várzeas para atividades de lazer e contemplação.

Os princípios que devem nortear os programas de drenagem urbana do município de Itaí são os seguintes:

- Sistema de drenagem é parte do sistema ambiental urbano de Itaipu que pode ser considerado parte da infra-estrutura urbana ou como um meio para alcançar metas e objetivos mais abrangentes.
- A urbanização tem potencial para aumentar o volume e as vazões do escoamento superficial direto. A influência da ocupação de novas áreas deve ser analisada no contexto da bacia hidrográfica na qual estão inseridas (Lageado), de modo a se efetuarem os ajustes necessários para minimizar a criação de problemas de inundações.
- As várzeas são áreas de armazenamento natural. As várzeas fazem parte dos cursos naturais, tanto quanto a sua calha principal. Por esta razão, em geomorfologia a várzea também recebe a denominação de leito maior ou secundário.
- As funções de um curso d'água, como o Córrego Lageado, por exemplo, e de sua várzea associada são a coleta, armazenamento e veiculação das vazões de cheias. Essas funções não podem ser relegadas a um plano secundário em favor de outros usos que se possa imaginar para as várzeas, sem a adoção de medidas compensatórias onerosas. As várzeas têm a potencialidade de contribuir para a melhoria da qualidade da água e do ar, a manutenção de espaços abertos, a preservação de ecossistemas importantes e acomodação de redes de sistemas urbanos adequadamente planejados.
- Drenagem é um problema de destinação de espaço. Se o armazenamento natural é reduzido pela urbanização ou outros usos do solo sem as adequadas medidas compensatórias, as águas das cheias buscarão outros espaços para seu trânsito, podendo atingir locais em que isso não seja desejável. O primeiro passo para a utilização de espaços urbanos é providenciar meios necessários para o armazenamento das águas quando de grandes enchentes. As áreas para esse fim podem ser planejadas de modo a incorporar valores estéticos locais, assim como espaços para uso recreativo.
- Medidas de controle de poluição. Ao se tratar as águas do escoamento superficial direto de uma área urbana, como no caso do Córrego Lageado, deve ser dada atenção aos aspectos da qualidade dessas águas. Estes, por sua vez, estão relacionados com as práticas de limpeza das ruas, coleta e remoção de lixo e detritos urbanos, ligação clandestina de esgotos na rede de galerias, coleta e tratamento de esgoto e regulamentação do movimento de terras em áreas de desenvolvimento, tendo em vista o controle de erosão e conseqüente carga de sedimentos. O controle da poluição das águas é essencial para que sejam alcançados os benefícios potenciais que podem oferecer os cursos d'água urbanos e suas várzeas.

5.1.- Padrões e Critérios de Projeto

O desenvolvimento de padrões e critérios de projeto para as obras de drenagem urbana em Itaipu tem como principal objetivo a consolidação de diretrizes a serem seguidas quando da elaboração de projetos de drenagem, além das principais restrições existentes para cada um dos problemas

específicos, que deverão constituir as condições de contorno a serem consideradas no projeto.

Dentre os principais aspectos básicos a serem considerados ressaltam-se:

- contribuições ao canal principal (Lageado);
- identificação dos pontos baixos;
- obstruções por pontes;
- travessias de tubulações e outros;
- estrangulamento da calha ou seção do canal;
- sistema de drenagem lateral;
- benfeitorias e edificações importantes; e
- restrições a jusante.

São consideradas além desta, condições para implantação das intervenções propriamente ditas (canalizações, galerias), os aspectos relativos a espaços disponíveis para execução da medida estrutural a ser tomada, a existência de faixas viárias por ao menos um dos lados para propiciar a manutenção e conservação do talude e uma forma de traçado o mais retilíneo que propicie menor atrito e melhor forma de contenção para as linhas d'água nas enchentes (no caso de canais).

5.2.- Vazões de Projeto

Os critérios hidráulicos para o dimensionamento de obras de drenagem adotam como referência a vazão correspondente a um determinado período de retorno que, para galerias de médio porte pode ser de 10 anos e no caso de canalização de sistema de macro-drenagem, é de 25 anos, considerando-se o horizonte de ocupação futura.

O diagnóstico da capacidade de escoamento das estruturas existentes em Itaí foi feito tomando-se por base as vazões calculadas pelo modelo hidrológico para o ano de 2000. Assim, verificou-se inicialmente a capacidade da estrutura veicular a vazão de projeto com período de retorno de 10 anos atendendo ao critério de borda livre, que no caso é de 30 centímetros.

Para definir a necessidade de intervenções imediatas, verificou-se também a capacidade de escoamento do Córreg. Lageado considerando-se a vazão de período de retorno 25 anos com horizonte 2000, admitindo-se que o escoamento possa utilizar a faixa de talude correspondente ao critério de borda livre.

Para as obras emergenciais, foram elaboradas proposições e alternativas considerando vazões correspondentes aos períodos de retorno de 10 anos, com horizonte de ocupação atual.

5.3.- Restrições de Projeto

Os projetos de canalizações de córregos envolvem uma série de dados básicos e condições físicas de contorno no desenvolvimento destas obras. A seguir são

apresentados alguns dos principais aspectos que devem ser considerados no projeto de obras de drenagem no município de Itaí.

✓ Contribuição ao Canal Principal (Lageado):

Para as condições de vazões excepcionais, as sobrelevações localizadas do nível d'água devem ser analisadas com cuidado. Sua concepção é condicionada ao espaço disponível, muitas vezes restrito. Deve-se buscar a forma mais racional de compatibilização destes condicionantes.

✓ Identificação dos Pontos Baixos:

É conveniente efetuar a identificação de todos os pontos baixos ao longo das duas margens do curso d'água (Lageado), de modo a ser possível estabelecer os correspondentes perfis longitudinais que deverão orientar o arranjo básico a ser adotado para o projeto do canal ou galeria.

Nos casos em que seja impraticável manter a linha d'água de projeto do canal abaixo de um ou mais pontos baixos marginais, é necessário conceber soluções particulares de drenagem dos mesmos que deverão ser tratadas separadamente, seja mediante condutos paralelos ao canal principal até um ponto mais baixo a jusante, seja mediante conduto descarregando diretamente no canal, porém dotado de "flap gate" na saída ou, em último caso, um sistema localizado de drenagem por bombeamento.

✓ Obstruções por Pontes:

Em Itaí, nos casos em que as pontes constituem restrições ao escoamento é conveniente verificar a possibilidade de melhorias, tais como: adequação hidrodinâmica de pilares, alteamento de tabuleiro e proteção dos encontros das pontes.

✓ Travessias de Tubulações e Outros:

As travessias utilizadas mais freqüentemente são aquelas que atuam como suporte de adutoras, oleodutos, gasodutos etc. As intervenções possíveis de serem efetuadas para melhoria das condições de escoamento são semelhantes ao caso das pontes.

✓ Estrangulamento da Calha ou Seção do Canal:

No caso do Cór. Lageado, podem ocorrer estrangulamentos do curso d'água causado por construções muito próximas ao leito que implicam em limitações sérias para a veiculação das vazões máximas desejáveis.

Nesses casos, mesmo concebendo soluções de canal ou galeria, as capacidades máximas possíveis podem estar aquém das necessidades reais. Nestas situações com restrições, a busca de soluções pode envolver um conduto de reforço, o desvio de vazões a montante para outro local ou, eventualmente, a implantação de reservatórios de retenção a montante.

➤ Sistema de Drenagem Lateral:

Num trecho de curso d'água a canalizar, se no caso um trecho do Córrego Lageado, é também de grande importância a análise de todo o sistema de drenagem lateral, que se refere à micro-drenagem, e nos pontos de desemboque de condutos de médio porte como o caso de galerias.

Neste sentido é necessário compatibilizar altimetricamente as características do canal a projetar com os diferentes condutos afluentes, de modo a garantir as condições de escoamento desses condutos.

✓ Benfeitorias e Edificações Importantes:

Ocorrem muitas vezes a presença de benfeitorias e edificações importantes situadas nas margens de um dado curso d'água que, embora não constituam propriamente restrições à obra de canalização podem ter um certo peso no arranjo geral das obras de canalização, pela sua vinculação com a configuração do sistema viário local.

✓ Restrições a Jusante:

É importante nos projetos de canalização apresentar eventuais restrições a jusante do trecho a canalizar, que podem limitar as vazões que venham a ser veiculadas pelo trecho objeto de estudo. Em tais casos a necessidade de criar reservatórios de detenção a montante pode ser uma imposição a ser considerada no projeto.

5.4.- Principais Dispositivos e Obras Empregados na Drenagem Urbana de Itaí

▪ Canais Abertos (Lageado):

Na concepção geral de obras de drenagem urbana, a adoção de canais abertos em projetos é uma solução cogitada como primeira possibilidade pelas seguintes principais razões:

- 1) possibilidade de veiculação de vazões superiores à de projeto mesmo com prejuízo da borda livre;
- 2) facilidade de manutenção e limpeza;
- 3) possibilidade de adoção de seção transversal de configuração mista com maior economia de investimentos;
- 4) possibilidade de integração paisagística com valorização das áreas ribeirinhas, quando há espaço disponível; e
- 5) maior facilidade para ampliações futuras caso seja necessário.

Os canais abertos, como o Cór. Lageado, apresentam, por outro lado, restrições à sua implantação em situações em que os espaços disponíveis sejam reduzidos, como é o caso de áreas de grande concentração urbana.

A escolha do tipo de seção transversal de um canal a ser projetado depende de fatores como o espaço disponível para implantação, as características do solo de apoio, a declividade e condições de operação.

A configuração ótima de um canal de drenagem urbana é a *seção trapezoidal escavada com taludes gramados*, pela sua simplicidade de execução e manutenção, assim como pelo menor custo de implantação. O canal escavado, por admitir velocidades máximas reduzidas, exige maior espaço para sua implantação, assim como declividades menores.

Uma das vantagens dos canais escavados consiste em permitirem futuras remodelações para aumento de capacidade mediante revestimento, além de preservarem faixas maiores para futuras intervenções que se façam necessárias.

Os canais escavados constituem uma alternativa adequada para cursos d'água de áreas em processo de urbanização, como o Cór. Lageado, e para as quais sejam previsíveis incrementos futuros das vazões de escoamento superficial.

Quando o espaço disponível para implantação do canal é limitado, o canal revestido é inevitável para garantir maiores velocidades de escoamento é preferido, inclusive por necessitar de seções menores.

Na prática de projeto de canais urbanos (Lageado) é comum conceber canais visando apenas a veiculação de vazões de cheias, o que leva a sérios problemas de assoreamento e deposição de detritos para condições de operação de vazões de média intensidade, também conhecidas como vazões formativas ou modeladoras, que são as mais freqüentes.

Esses canais, sejam eles trapezoidais ou retangulares, normalmente têm fundos largos e incompatíveis com as vazões médias menores. É comum ocorrer a formação de pequenos leitos meandrados. Para evitar tais problemas, a solução recomendável é adoção de seções mistas, dimensionadas no seu conjunto, para veicular as vazões máximas previstas e que permitam conduzir as vazões médias em sub - leitos menores em condições adequadas de velocidade.

Nos canais trapezoidais escavados, é possível adotar um leito menor, trapezoidal ou retangular, em concreto; e nos canais revestidos, sejam eles de seção trapezoidal ou retangular, é possível um fundo com configuração triangular, mediante simples rebaixo do fundo.

▪ Galerias e Tubulações Fechadas:

Em projetos de drenagem urbana, como os aqui propostos para a cidade de Itaí, o uso de galerias de grandes dimensões são necessárias em áreas urbanizadas, devido a limitação de espaço e das restrições impostas pelo parcelamento do solo.

As galerias de grandes dimensões têm limitações que são as seguintes:

- As galerias têm capacidade de escoamento limitada, que é inferior à sua capacidade máxima quando em regime livre;
- Por serem fechadas, as galerias apresentam condições de manutenção mais difíceis que os canais abertos, sendo grande a probabilidade de assoreamento e deposição de detritos, que resultam sempre em perda de eficiência hidráulica;
- Em determinadas circunstâncias, as galerias exigem a adoção de seção transversal de células múltiplas. Este tipo de configuração de seção transversal apresenta vantagens sob o ponto de vista estrutural, mas em termos de desempenho hidráulico e de manutenção é muito problemática. O principal inconveniente de natureza hidráulica consiste no fato de ser necessária a introdução de "janelas" ao longo das paredes internas para que haja uma equalização de vazões entre as células. Essas "janelas", além de introduzir perdas localizadas não desprezíveis, constituem pontos de acúmulos de lixo e detritos. Além disso, as galerias de células múltiplas existentes mostram, invariavelmente a tendência de o escoamento das vazões menores se concentrar em apenas uma célula, com assoreamento mais acentuado nas demais, resultando em perda de eficiência na veiculação de vazões.

Pelas razões apontadas, é conveniente adotar galerias de célula única que permite, inclusive, prever o fundo para permitir a concentração das vazões menores em sua parte central.

Nos casos em que não é possível evitar a utilização de galerias de células múltiplas, julga-se razoável propor as recomendações a seguir com o propósito de melhorar a eficiência das mesmas, ou de pelo menos minimizar seus inconvenientes:

- Introduzir trechos em canal aberto que atuam como elementos de homogeneização do fluxo d'água, situando-os principalmente nos locais de entrada das principais contribuições laterais, de modo a evitar a necessidade de janelas nas paredes internas dos tramos de galeria. Além da sua função hidráulica, os trechos em canal aberto, constituiriam pontos de acesso para manutenção e limpeza em condições razoáveis de acesso;
- Nos casos de uso de galerias de células múltiplas é preferível optar por galeria de apenas duas células. Se for necessária a utilização de janelas de equalização, estas devem ser dimensionadas considerando as diferenças das

afluências em cada célula, por trecho de galeria, que deverão transpassar de lado. Julga-se recomendável, no sentido de reduzir o problema de retenção de detritos nas janelas, que o bordo vertente das mesmas esteja situado de 0.7 a 0.85 da altura livre da galeria;

☐ Conforme já destacado, as galerias celulares, em virtude da necessidade de janelas nas suas paredes internas, possuem coeficiente de rugosidade global maior do que as galerias de células simples.

▪ Reservatórios de Retenção:

A utilização de dispositivos de armazenamento em projetos de drenagem urbana não é uma tradição no Brasil. A literatura técnica internacional mostra, contudo, que esse tipo de instalação vem sendo crescentemente utilizado praticamente em todos os países de primeiro mundo há mais de vinte anos.

Cabe destacar que, na fase inicial de desenvolvimento das obras de drenagem urbana, o princípio fundamental que norteava os projetos era o de garantir o rápido escoamento das águas. Com o crescimento das áreas urbanas, especialmente nas atuais metrópoles, os picos de cheias dos cursos d'água principais passaram a alcançar níveis extremamente elevados em relação às condições primitivas de ocupação, com graves problemas de inundação. Isso permitiu constatar que a filosofia de projeto de obras de drenagem deveria ser radicalmente alterada, no sentido de propiciar maiores tempos de permanência das águas precipitadas sobre uma dada bacia com o propósito de reduzir as vazões de pico excessivamente elevadas nos pontos mais a jusante da mesma.

A partir de então, os dispositivos de detenção passaram a ter uma especial importância nos projetos de drenagem urbana. Além do que já foi dito, acrescentam-se os benefícios de caráter ambiental e estabilidade morfológica dos cursos d'água receptores que, com isto, não tem a mesma amplitude de variação de vazões escoadas, conforme ocorre nos projetos em que se contempla apenas as soluções de canalização.

A função básica dos dispositivos de armazenamento é a de retardar as águas precipitadas sobre uma dada área, de modo a contribuir para a redução das vazões de pico de cheias em pontos a jusante.

Os dispositivos de armazenamento compreendem dois tipos distintos que são os de *controle na fonte* e os de *controle a jusante*. Os dispositivos de *controle na fonte* são instalações de pequeno porte colocadas próximas ao local de origem do escoamento superficial de modo a permitir uma utilização mais eficiente da rede de drenagem a jusante.

Esse tipo de dispositivo possui grande flexibilidade em termos de escolha de local de implantação, apresenta possibilidade de padronização da instalação, permite uma melhoria das condições de drenagem a jusante, bem como do controle em tempo real das vazões. Permite, ainda, um incremento de capacidade de drenagem global do sistema. Por outro lado, dificulta o

monitoramento e a manutenção destas pequenas unidades instaladas em grande número e em diferentes locais. Isto implica também em elevados custos de manutenção.

Os dispositivos de *controle a jusante*, por outro lado, envolvem um menor número de locais de armazenamento. As obras de armazenamento podem, por exemplo, estar localizadas no extremo de jusante de uma bacia de drenagem de porte apreciável, ou mesmo numa sub-bacia de porte também expressivo.

Esta modalidade de controle permite reduzir o custo de implantação em relação ao caso de grande número de pequenas instalações de controle na fonte e apresenta maior facilidade de operação e manutenção com custos mais reduzidos. Por outro lado, apresenta maior dificuldade para encontrar locais adequados para sua implantação, com custos de desapropriação mais elevados, além de encontrar uma maior resistência na opinião pública quando se trata de reservatórios de armazenamento ou barramentos de maior porte.

É necessário destacar que não há uma distinção clara entre os dois tipos de dispositivos mencionados, existindo dispositivos que se enquadram em ambos os tipos. Para os casos na cidade de Itaí, estaremos adotando a solução em que resulte na otimização da relação custo benefício.

6.- ANÁLISE HIDRÁULICA PARA A DRENAGEM DE ITAÍ

Dentro da engenharia hidráulica, a modelação matemática já comprovou ser indispensável nos campos específicos da hidráulica fluvial e drenagem urbana, principalmente quando o estudo das situações transitórias do escoamento é necessário.

Neste particular, o emprego dos modelos matemáticos associados a suportes informáticos que facilitam a entrada e manipulação de extensas quantidades de dados além da fácil obtenção de resultados, têm sido utilizados em todo o mundo com o objetivo de verificação e projeto de obras hidráulicas

O escoamento permanente e não permanente nos canais artificiais ou naturais (Lageado) tem como objetivo a análise do funcionamento dos mesmos nas condições onde as grandezas hidráulicas variam ao longo do tempo e no espaço em função de um dado conjunto de dados de geometria e condições de extremidade.

Esta metodologia é largamente empregada no dimensionamento de redes de drenagem e esgotos, canais de irrigação e acesso à casas de força e outras aplicações dentro da engenharia hidráulica.

O escoamento em canais (Lageado) é definido como um problema unidimensional, no qual todas as características são associadas à dimensão de comprimento do conduto. Os aspectos relativos às particularidades das seções transversais são considerados na forma dos parâmetros hidro-geométricos das

mesmas, como área e forma da seção transversal, rugosidade das paredes, declividade do trecho representado e distância entre as seções representativas.

Estas seções, nos casos genéricos podem ser naturais, sem forma geométrica notável, ou artificiais, assim definidas por terem forma regular e resultarem de processo construtivo empregado para sua obtenção.

O escoamento não permanente tem como característica a variação ao longo do tempo das condições de extremidade, que usualmente são hidrogramas de enchentes, limnigramas, equipamentos hidráulicos associados à esquemas operacionais, estações de bombeamento etc.

Como produtos da análise do escoamento variado nos canais, como o Córrego Lageado, podem ser obtidos os níveis de água para enchentes hipotéticas em função de diferentes condições operacionais da calha e dos efeitos introduzidos nas extremidades, tais como reservatórios, marés e estações elevatórias.

6.1.- Equações Básicas - Escoamentos Permanentes e Não Permanentes

O escoamento genérico em condutos a nível livre, como por exemplo o Córrego Lageado, pode ser bem modelado matematicamente através das célebres equações de Saint-Venant [1], que combinam a conservação da massa e da quantidade de movimento.

Tais equações foram apresentadas em meados do século XIX como insolúveis analiticamente e desde então inúmeros modelos matemáticos têm sido propostos para torná-las integráveis e portanto passíveis de serem aplicadas aos casos práticos. Estas equações são apresentadas a seguir:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + B \frac{\partial y}{\partial t} = q \quad \text{Eq. 1}$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\beta \frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{dy}{dx} + gAS_f = q v \cos \gamma \quad \text{Eq. 2}$$

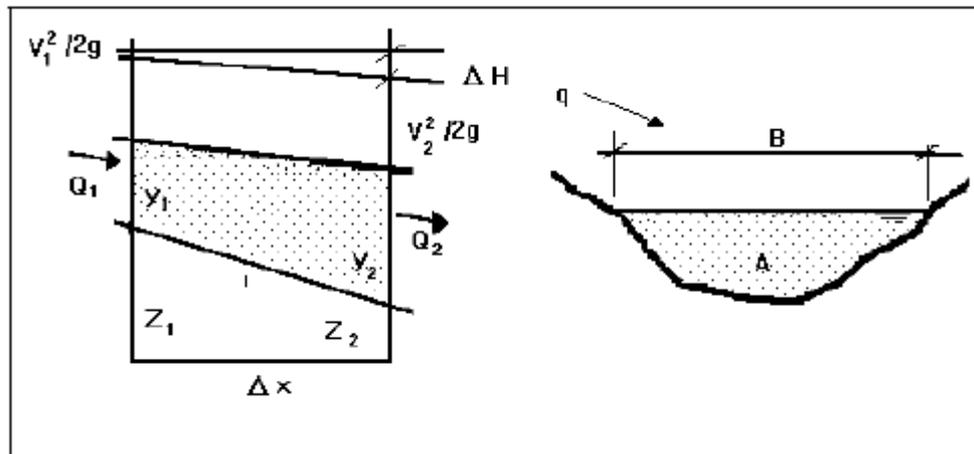
Estas equações consideram o caso mais amplo onde todos os parâmetros hidráulicos variam no tempo. A primeira equação representa simplesmente o balanço de massa sobre um volume de controle, e a segunda o balanço das forças externas sobre o volume de controle, por unidade de peso. As grandezas envolvidas representam:

- x → Coordenada longitudinal
- t → Tempo
- Q → Vazão líquida
- y → Cota do nível d'água

- p → Perímetro molhado
- A → Área molhada
- B → Largura à superfície livre
- β → Coeficiente de Quantidade de Movimento
- q → Vazão líquida de contribuição lateral específica
- S_f → Inclinação da linha de energia
- v → Velocidade da contribuição lateral líquida
- γ → Ângulo da contribuição lateral com o eixo do canal

A figura a seguir, indica o significado físico das variáveis relacionadas.

Figura.- Parâmetros de Interesse



O parâmetro S_f representa as perdas de carga, usualmente calculadas pela equação de Chézy, da forma:

$$S_f = Q |Q| K^{-2} \quad \text{Eq. 3}$$

onde:

$$K = C A \sqrt{R_h} \quad \text{Eq. 4}$$

resultando em:

$$F^2 = Q^2 B / g A^3$$

Significando o quadrado do número de Froude do escoamento.

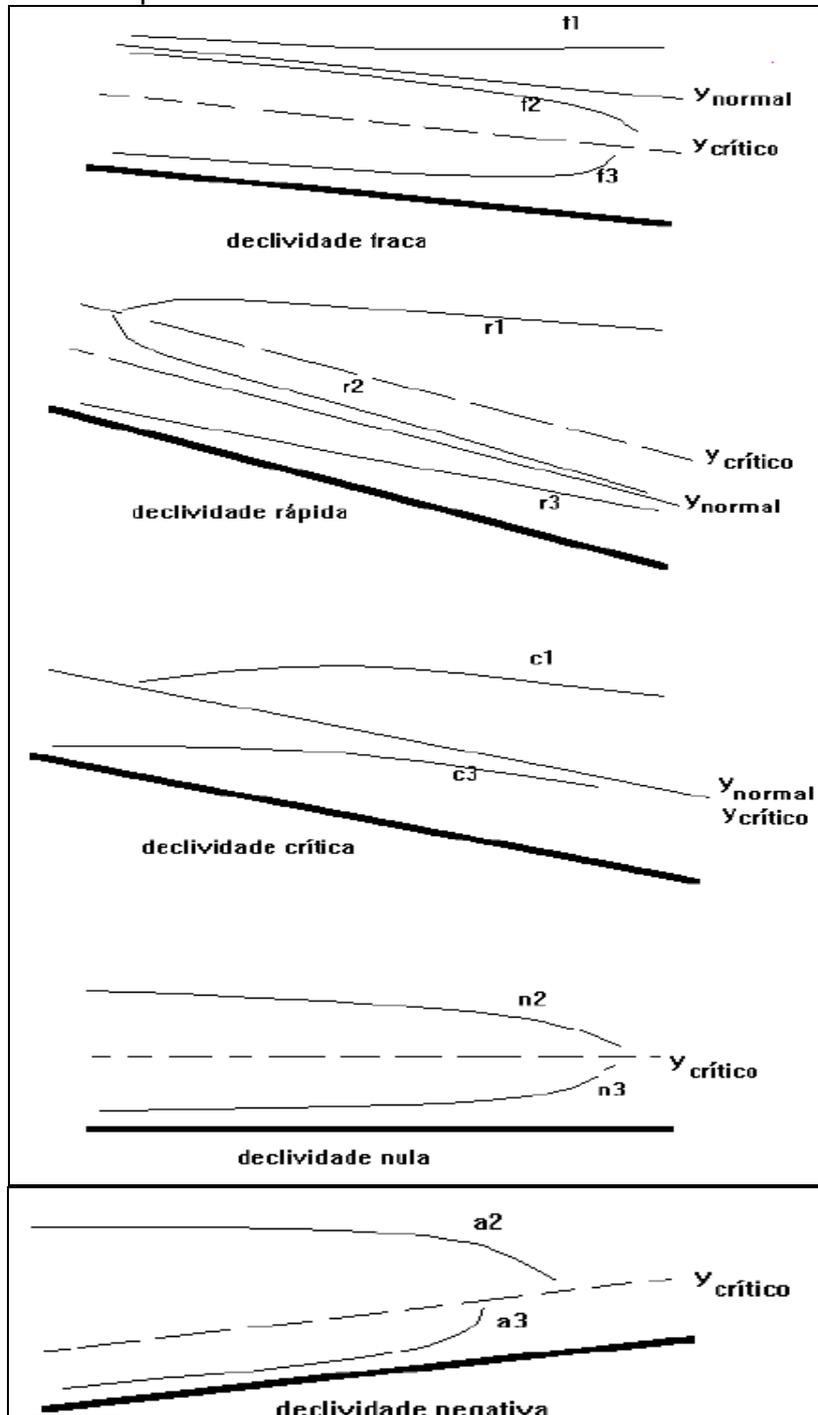
6.2.- Interpretação Física da Equação do Escoamento Permanente

A solução da equação geral do escoamento permanente nos canais admite diferentes interpretações físicas, relacionadas às condições do escoamento (vazão e perdas de carga) e às condições geométricas (seção e declividade). Para sua interpretação classifica-se didaticamente os canais ou trechos de canais em cinco categorias, em função de sua declividade relativa: canais de declividade fraca, rápida, crítica, nula ou negativa.

Esta classificação é feita em função da posição relativa entre as profundidades notáveis normal e crítica, conforme conceituado a seguir:

- A) Profundidade NORMAL: aquela associada ao escoamento em regime uniforme;
- B) Profundidade CRÍTICA: associada ao escoamento com número de Froude unitário.

As figuras a seguir dão uma idéia dos perfis possíveis de linha d'água associados a cada tipo de canal ou trecho de canal.



As 12 curvas anteriores podem ser combinadas das mais variadas formas nos casos práticos, resultando nas linhas d'água normalmente encontradas nos canais reais.

6.3.- Solução Numérica e Algoritmo de Solução para os Elementos da Drenagem de Itai

As equações 1 e 2, apresentadas anteriormente, necessitam ser resolvidas para o caso de regime permanente, em todas as seções de interesse. Adota-se para tanto um método numérico de cálculo que permita o cômputo dos valores de y em cada ponto.

O método numérico aqui empregado se baseia na substituição das grandezas diferenciais por diferenças finitas, onde cada variável será substituída por seu valor médio ponderado no espaço da forma:

$$F^2 = \frac{Q^2 B}{gA^3}$$

O parâmetro S_f pode ser estimado pela equação de Chèzy, resultando na expressão:

$$D_i y_{i+1} + B_i y_i = E_i$$

A equação acima, quando aplicada a um conjunto de n seções dá origem a um sistema de $n-1$ equações a n incógnitas em y . Admitindo-se uma condição de extremidade na primeira ou na última seção, obtém-se a solução do conjunto.

O Algoritmo de Solução:

Para a obtenção dos valores de Y de cada seção, em cada instante de tempo deve-se efetuar um processo no qual são classificados os trechos de canais pelas suas declividades, conforme indicado no item anterior.

Para tanto são calculadas as profundidades normais e críticas de cada trecho entre duas seções, e determinados os tramos onde o escoamento é fluvial, ou seja, onde a profundidade da linha d'água é superior à profundidade crítica, e aqueles onde o escoamento é torrencial, cuja profundidade é portanto, inferior à crítica.

Nos tramos onde o escoamento é fluvial, realiza-se o cálculo de jusante para montante pois a profundidade à jusante é conhecida. O cálculo para os trechos com esta característica segue a fórmula de recorrência:

$$y_i = \frac{E_i - D_i y_{i+1}}{B_i}$$

Quando o trecho é torrencial, o cálculo é feito de montante para jusante, através da expressão:

$$y_{i+1} = \frac{E_i - B_i y_i}{D_i}$$

Nas seções onde é constatada a mudança do regime (torrencial - fluvial ou fluvial - torrencial), a compatibilidade do escoamento é verificada pelas expressões da profundidade crítica:

- Escoamento Fluvial → Torrencial

$$F_r^2 = \frac{Q^2 B(y)}{g(A(y))^3}$$

- Escoamento Torrencial → Fluvial

$$\frac{y_f}{y_t} = \frac{1}{2} \left(\sqrt{8F_r^2 + 1} - 1 \right)$$

A equação acima, que é a expressão do ressalto hidráulico clássico permite também o posicionamento da mudança de regime, no ponto onde a mesma ocorre.

6.4.- Caracterização das Seções Transversais do Cór. Lageado

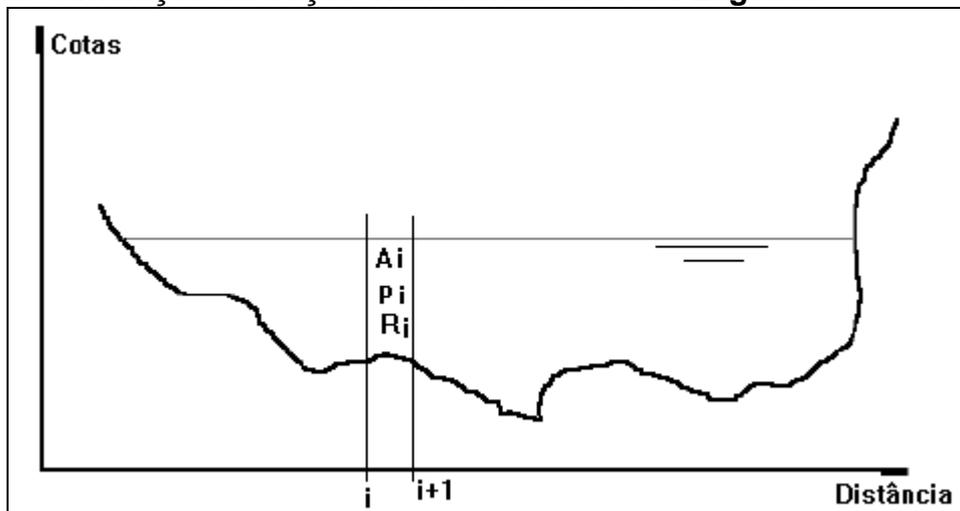
A discretização do rio ou canal para o cálculo do regime permanente ou variado, como no caso do estudo do Cór. Lageado, é sempre feita através de seções transversais típicas. A escolha do número de seções deve atender ao critério de se representar o mais fielmente possível as variações do conduto, tanto em planta como em perfil. Uma maior acuracidade, para fins de estabilidade numérica pode ser obtida posteriormente com critérios de interpolação a cargo do próprio software de cálculo.

A escolha de um número pequeno de seções pode levar a erros físicos muito grandes e, por outro lado, um número muito elevado de seções provoca grande quantidade de cálculos, aumentando a propagação de erros numéricos. Vários autores têm citado que o espaçamento ideal de seções deve ser entre 10 e 20 vezes a largura da seção à superfície. Trechos sinuosos ou com grandes variações de fundo devem ser representados por seções menos espaçadas, que traduzam as influências dos alargamentos e estreitamentos bruscos, soleiras de fundo e outros controles.

Canais Naturais: Lageado

As seções transversais dos canais naturais devem ter seus parâmetros bem avaliados, para cada cota assumida pelo nível d'água. Representando-se as seções através de pontos cartesianos, os parâmetros de interesse podem ser calculados através da subdivisão em lamelas verticais, como indica a figura a seguir:

Figura.- Simulação da Seção Transversal do Córreg. Lageado



As características hidrogeométricas são obtidas pelas seguintes expressões:

a) Área Molhada

$$A = \sum_{i+1}^n A_i$$

b) Perímetro Molhado

$$P = \sum_{i+1}^n P_i$$

c) Raio Hidráulico Composto

$$R_h = \left[\frac{\sum A_i R_{h_i}^{2/3}}{A} \right]^{3/2}$$

Canais Artificiais e Galerias:

Os canais artificiais e as galerias podem ter suas características calculadas através dos elementos geométricos componentes da seção, como círculos, retângulos, trapézios e outras formas.

7.- PRÉ-DIMENSIONAMENTO DE CANAIS DE DRENAGEM: CÓRREGO LAGEADO

Os canais que formam o sistema de macro-drenagem de da malha urbana de Itaí, no caso aqui em estudo a Bacia do Córreg. Lageado, importante afluente do Rib. dos Carrapatos, podem ser pré-dimensionados adotando-se as seguintes hipóteses:

- Regime uniforme;
- Escoamento permanente;
- Seções prismáticas constantes em cada trecho;
- Características de cada seção transversal como: base, inclinação de taludes, tipo de revestimento e outros, conhecidas; e
- Condições de contorno, conhecidas.

No pré-dimensionamento destes canais são adotados os critérios e parâmetros descritos a seguir:

Revestimento:

O revestimento dos canais de macro-drenagem segue a progressão escavado natural, escavado revestido com vegetação, revestimento em colchão de gabião e revestimento de concreto, em função das declividades e velocidades admissíveis, a saber:

- canal escavado com vegetação : 2,0 m/s
- canal escavado natural: 1,5 m/s
- canal revestido com colchão de gabião: 3,5 m/s
- canal revestido de concreto: 5,0 m/s
- canal pré-moldado de concreto ou moldado in situ: 6,0 m/s

Rugosidades:

Foi adotada para a rugosidade final do revestimento descrito um valor do coeficiente de Manning n em função da superfície de acabamento:

- canal escavado com vegetação : 0,024
- canal escavado natural: 0,022
- canal revestido com colchão de gabião: 0,027
- canal de seção mista retangular de concreto e talude gramado: 0,018
- canal revestido de concreto: 0,015
- canal pré-moldado de concreto ou moldado in situ: 0,015

Forma da seção transversal:

Para as seções transversais de canais escavados em terra adotou-se taludes de 1 (vertical) : 2 (horizontal) em função da estabilidade do solo, mesmo com a previsão de revestimento.

Borda livre:

Adotou-se a borda livre dos canais fechados (galerias) e abertos, em função do nível d'água máximo a ser atingido. Admitindo-se o dimensionamento feito pelo

critério do regime permanente, a cota do Nível d'Água correspondente à profundidade normal resultante é definida em função do volume precipitado e da velocidade de escoamento, com probabilidade de ocorrência de 99%.

8.- DIAGNÓSTICO DO SISTEMA ATUAL E PROPOSIÇÃO DE ALTERNATIVAS PARA A MACRODRENAGEM DE ITAÍ

A metodologia utilizada para o diagnóstico do sistema atual de macro-drenagem do Município de Itaí baseou-se no levantamento de dados e características dos principais macro-drenos localizados na região urbana do município.

Devido à maior concentração populacional e, conseqüentemente, maior grau de urbanização, a região central apresenta-se mais consolidada em termos de ocupação do solo, pavimentação de ruas e avenidas, rede de micro-drenagem, rede de esgotos e estruturas de macro-drenagem (Córr. Lageado).

A análise consistiu, inicialmente, no levantamento de aspectos relacionados com as condições físicas das calhas e na avaliação do funcionamento atual do sistema de drenagem, através da determinação da capacidade de descarga das estruturas. Pôde-se observar que, de forma geral, os principais problemas que fazem os macro-drenos apresentarem condições inadequadas de escoamento se devem à falta de capacidade de descarga das seções hidráulicas atuais, agravados com a ocorrência de:

- ☞ Assoreamento dos talwegues;
- ☞ Travessias e obras de transposições inadequadas;
- ☞ Elevada afluência de lixo;
- ☞ Obstruções e encalhes de sujeiras, devido ao lixo;
- ☞ Excesso de vegetação no fundo e no talude, contribuindo para a retenção de lixo e para a diminuição da velocidade do fluxo no leito do Córr. Lageado;
- ☞ Ocupação desordenada das regiões marginais;
- ☞ Estado inadequado de conservação e limpeza.

A situação destes macro-drenos tornar-se-á ainda mais crítica ao longo do horizonte de projeto, durante o qual se prevê um crescimento populacional e a conseqüente ocupação das áreas contribuintes, acarretando uma elevação no índice de impermeabilização do solo e o aumento das vazões de cheia.

Em função das deficiências constatadas, procedeu-se ao pré-dimensionamento hidráulico das seções necessárias ao escoamento das vazões de projeto com período de retorno de 25 anos para o Córr. Lageado e de 10 anos para as demais vias públicas da cidade. Deste pré-dimensionamento resultaram seções típicas a serem implantadas nos drenos existentes e novos elementos a serem construídos.

Os critérios e parâmetros de dimensionamento têm como principais componentes, além das vazões de projeto, a declividade média, a geometria da seção e o tipo de revestimento a ser empregado no canal projetado.

Entretanto, o bom funcionamento das seções propostas está intimamente relacionado com o desenvolvimento de ações de manutenção, limpeza e conservação do sistema de drenagem, atendendo a uma programação e a critérios bem determinados. O comprometimento das calhas é inevitável caso não haja trabalhos efetivos de conservação dos canais, com adequada frequência de limpeza e de manutenção.

Quando foi detectado que o problema requer uma ação imediata, foram sugeridas soluções compostas por um conjunto de medidas e obras que, além do caráter emergencial de solucionar os pontos críticos de inundação, tem como objetivo a melhoria ampla das condições sanitárias para as áreas carentes de infra-estrutura urbana.

Nos casos em que o planejamento pode ser feito para direcionar o desenvolvimento futuro da área, foram concebidas proposições que tem como orientação a garantia da sustentabilidade ao longo do tempo.

Em termos gerais, as medidas disponíveis para intervenção do poder público de Itaí no âmbito do sistema de drenagem se constituem em medidas estruturais e não estruturais.

As intervenções estruturais “são aquelas destinadas a reter, confinar, desviar ou escoar com maior rapidez e menores cotas o volume de enchentes, caracterizando-se pela construção de obras hidráulicas de grande porte, apresentando grande área de influência e envolvendo, freqüentemente, a aplicação maciça de capitais”.

As ações estruturais podem ser classificadas como medidas extensivas ou intensivas. As medidas extensivas são aquelas que agem na bacia de drenagem, como a avaliação da cobertura do solo na modificação de relação entre chuva e deflúvio. Já as medidas intensivas requerem ações diretamente na calha dos rios e podem agir de três maneiras:

- 1º.) aumentando a capacidade de descarga do Córrego Lageado;
- 2º.) retardando o escoamento, com a construção de reservatórios ou bacias de amortecimento;
- 3º.) redimensionando as galerias existentes e implantando novas galerias nos locais onde foram detectadas criticidades quanto aos alagamentos.

Não se pode deixar de atentar, em hipótese alguma, quanto a construção de instrumentos de dissipação adequados para as águas coletadas que desembocam no Córrego Lageado.

Para a cidade de Itaí, as intervenções estruturais têm o caráter preventivo quando são observados os critérios e os princípios que norteiam a ocupação populacional, e executadas obras de drenagem que irão compor a infraestrutura desta ocupação. Nos casos mais comuns, em que se verifica uma ocupação urbana desordenada, as ações estruturais surgem da necessidade de correção de um problema já existente, e assumem um caráter corretivo, sendo, portanto, imprescindíveis para a correção e proteção de certas áreas.

São estas as medidas tradicionalmente mais divulgadas, solicitadas e empregadas, que podem necessitar muitas vezes de desapropriações de terras, relocação de habitações e execução de obras com restrições de dimensões ou de métodos construtivos.

No município de Itaí, as medidas não estruturais “são aquelas de caráter extensivo, com ações abrangendo toda a bacia, ou de natureza institucional, administrativa ou financeira, adotadas individualmente ou em grupo, espontaneamente ou por força de legislação, destinada a atenuar os deflúvios ou adaptar os ocupantes das áreas potencialmente inundáveis para conviverem com a ocorrência periódica do fenômeno”.

São, portanto, medidas que não utilizam estruturas que alteram o regime de escoamento das águas da chuva. Destinam-se ao controle do uso e ocupação do solo e à diminuição da vulnerabilidade da população habitante nas áreas de risco aos efeitos das inundações, buscando alternativas para que a população passe a conviver melhor com o fenômeno natural das cheias e fique melhor preparada para absorver os impactos causados pelas inundações.

Apesar de a idéia ser antiga, as medidas não estruturais não têm tradição em nosso meio, sendo ainda pouco usuais. Não obstante, são aquelas que, por seu caráter preventivo, dispensam a alocação de enormes somas de recursos exigidas para a execução de grandes obras de contenção de enchentes como no caso geral das medidas estruturais. São ações que envolvem regras de disciplinamento, alcançadas pelo gerenciamento da bacia hidrográfica e da planície de inundação e pelo planejamento urbano e regional.

A inexistência do suporte de medidas não estruturais é apontada, atualmente, como uma das maiores causas de problemas de drenagem nos centros mais desenvolvidos. A utilização balanceada de investimentos, tanto em medidas estruturais quanto não estruturais, pode minimizar significativamente os prejuízos causados pelas inundações.

Para o município de Itaí, algumas ações não estruturais, como a aquisição de terrenos para preservação, regulamentos, manual de práticas, seguro contra inundações, reassentamentos, alertas à população durante os eventos críticos, programas de prevenção e controle de erosão nos locais em construção, varrição de ruas e disposição adequada do lixo, programas de inspeção e manutenção, programas de contingências e programas de educação pública são capazes de melhorar de forma significativa o funcionamento e o desempenho do sistema de macro-drenagem.

As medidas não estruturais envolvem, muitas vezes, aspectos de natureza cultural, o que pode dificultar sua implantação a curto prazo. Assim, a conscientização e o envolvimento da população são indispensáveis para o sucesso de sua implantação.

8.1.- Alternativas de Solução para a Drenagem em Itai

Além das soluções de galerias propostas neste Estudo de Macrodrenagem, está sendo apresentado também alternativas para melhorias das travessias da região central (Córr. Lageado) e do Córrego sem nome do bairro Jd. Eldorado, bem como a construção de um parque linear na cabeceira do Córrego Lageado, como veremos detalhado a seguir.

Travessia da R: Amélia Cardoso de Oliveira (Jd. Eldorado)

1.- Foi calculada a vazão de cheia para a definição das estruturas hidráulicas visando a melhoria da travessia da R: Amélia Cardoso de Oliveira, no Jd. Eldorado, sobre o córrego sem nome que encontra neste bairro, o qual é afluente da margem esquerda do Rib. dos Carrapatos. Foram obtidos os seguintes resultados:

2.-

DIMENSIONAMENTO DE VAZÃO MÁXIMA

MÉTODO DE I-PAI-WU

2.1 - DADOS DE ENTRADA

Área de Drenagem (A):	2,00 Km ²
Comprimento do Talvegue (L):	2,169 Km
Declividade Talvegue (S):	43,31 m/Km
Período de Retorno (T):	100 Anos
Coef. Vol. Escoamento (C2):	0,50
Coef. Distribuição Espacial da Chuva (K):	0,99
Equação da Chuva:	Pirajú

2.2 - CÁLCULO DA VAZÃO MÁXIMA

1) Fator de forma (F) da bacia hidrográfica;

$$F = \frac{L}{2 * (A/pi)^{1/2}} = 1,36$$

2) Tempo de Concentração (t_c)

$$t_c = 57 * (L^2/S)^{0,385} = 24,25 \text{ min}$$

$$t_c = 24 \text{ min adotado}$$

3) Intensidade de chuva crítica (i);

$$i = 37,3614 * (t_c + 30)^{-0,8660} + 10,0167 * ((t + 60)^{-0,8427} * (-0,4766 - 0,8977 * I_n * I_n * (T/(T - 1)))) = 123,30 \text{ mm / h}$$

4) Coeficiente (C1);

$$C1 = \frac{4}{(2 + F)} = 1,19$$

5) Coeficiente (C);

$$C = \frac{2 * C2}{(1 + F) * C1} = 0,356$$

6) Volume total do hidrograma (V);

$$V = (0,278 * C2 * i * t_c * 3600 * A^{0,9} * K) * 1,5 = 69.115,56 \text{ m}^3$$

7) Cálculo da vazão de cheia (Q_{máx});

$$Q_{máx} = 0,278 * C * i * A^{0,9} * K = 24,80 \text{ m}^3 / \text{s}$$

MÉTODO C.I.A. (Para Área < 2 Km²)

$$Q_{máx} = 0,1667 * C * i * AD = 24,39 \text{ m}^3 / \text{s}$$

2.3 – Elementos de Avaliação

Para a avaliação dos indicadores de vazões foram utilizados os Estudos de Variáveis Hidrológicas do DAEE.

2.4 – Estudo da Disponibilidade Hídrica

Curso D'água – Afluente do Ribeirão dos Carrapatos
Coordenadas UTM – (694,7676762 KmE; 7.409,8085035 KmN)

DIMENSIONAMENTO DA VAZÃO MÉDIA E MÍNIMA

MÉTODO ESTUDO DE REGIONALIZAÇÃO – DAEE

Área de Drenagem (A):	2,00 Km ²
Pluviosidade Média Anual (P):	1.167,00 mm/ano
Região Hidrológica:	J e Z

POSTO	Prefixo	E6-006 (Jurumirim)
	Latitude	23°13'
	Longitude	49°14'
	Município	Pirajú

Parâmetros:

a	b	x_t	A	B	q_p
-29,47	0,0315	0,708	0,4741	0,0342	0,414

a) Cálculo da Vazão Média ($Q_{méd}$);

$$Q_{méd} = (a + b * P) * A = 0,015m^3 / s$$

b) Cálculo da Vazão Mínima ($Q_{7,10}$);

$$Q_{7,10} = x_t * C * (A + B * d) * Q_{méd} = 0,004m^3 / s$$

2.5 – Verificação das Seções Possíveis

Cálculo para Seção Trapezoidal	
b = (m)	1,00
h = (m)	1,00
i = (m/m)	0,084
C.Manning	0,018

A = (m ²)	2,50
P = (m)	4,61
R _{ih} = (m)	0,543
Vel = m/s	10,71
Froude	3,42

Q = (m³/s) 26,79

Cálculo para Seção Retangular	
L = (m)	2,00
h = (m)	1,15
i = (m/m)	0,084
C.Manning	0,018

A = (m ²)	2,30
P = (m)	4,30
R _{ih} = (m)	0,535
Vel = m/s	10,61
Froude	3,16

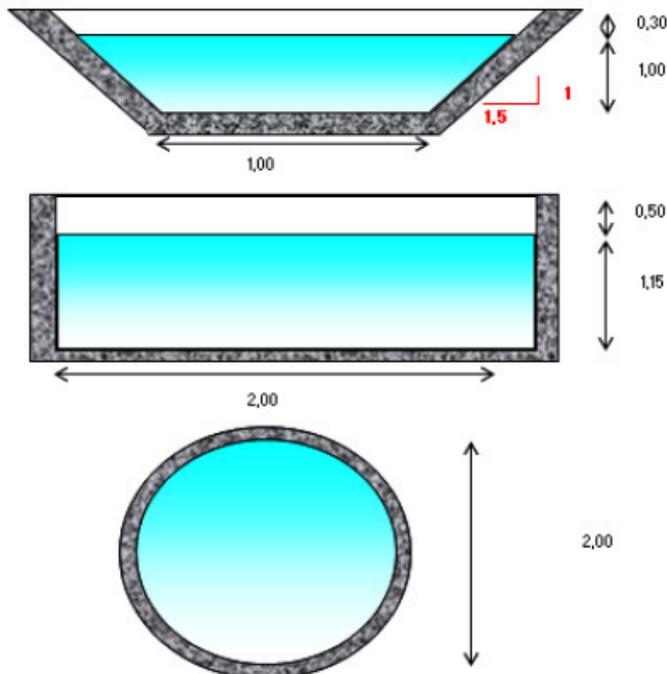
Q = (m³/s) 24,40

Cálculo para Seção Circular	
D = (m)	2,00
i = (m/m)	0,084
C.Manning	0,018

A = (m ²)	3,14
P = (m)	6,28
R _{ih} = (m)	0,500
Vel = m/s	10,14

Q = (m³/s) 31,8662795

Nas figuras seguintes são apresentados os exemplos de seções possíveis para esta travessia.



(Observação 01)

A declividade ($I = 0,084 \text{ m/m}$) foi determinada a partir do levantamento planialtimétrico fornecido.

Cálculo para Seção Trapezoidal	
b = (m)	1,00
h = (m)	1,15
i = (m/m)	0,04341
C.Manning	0,018

A = (m ²)	3,13
P = (m)	5,15
Rh = (m)	0,609
Vel = m/s	8,32
Froude	2,48

Q = (m³/s) 26,06

Cálculo para Seção Retangular	
L = (m)	2,00
h = (m)	1,55
i = (m/m)	0,04341
C.Manning	0,018

A = (m ²)	3,10
P = (m)	5,10
Rh = (m)	0,608
Vel = m/s	8,31
Froude	2,13

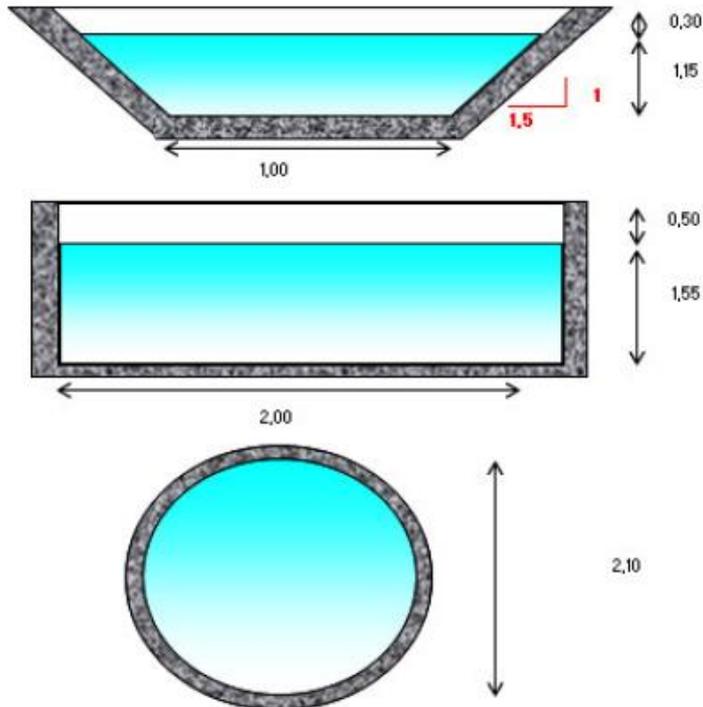
Q = (m³/s) 25,75

Cálculo para Seção Circular	
D = (m)	2,10
i = (m/m)	0,04341
C.Manning	0,018

A = (m ²)	3,46
P = (m)	6,60
Rh = (m)	0,525
Vel = m/s	7,53

Q = (m³/s) 26,0910411

Resultando nas seguintes seções possíveis:



(Observação 02)

A declividade ($I = 0,04341 \text{ m/m}$) foi determinada a partir da declividade equivalente obtida da Carta 1/50.000.

(Observação 03 - IMPORTANTE)

Para uma melhor precisão no dimensionamento das travessias, recomendamos a determinação da declividade da linha d'água no local da seção em estudo.

Travessia da R: Salvador de Freitas (Região Central)

1.- Foi calculada a vazão de cheia para a definição das estruturas hidráulicas visando a melhoria da travessia da R: Salvador de Freitas, na região central de Itaí, sobre o Córrego Lageado, o qual é afluente da margem esquerda do Rib. dos Carrapatos. Foram obtidos os seguintes resultados:

2.-

DIMENSIONAMENTO DE VAZÃO MÁXIMA

MÉTODO DE I-PAI-WU

2.1 - DADOS DE ENTRADA

Área de Drenagem (A):	3,50 Km ²
Comprimento do Talvegue (L):	2,874 Km
Declividade Talvegue (S):	31,75 m/Km
Período de Retorno (T):	100 Anos
Coef. Vol. Escoamento (C2):	0,50
Coef. Distribuição Espacial da Chuva (K):	0,99
Equação da Chuva:	Pirajú

2.2 - CÁLCULO DA VAZÃO MÁXIMA

1) Fator de forma (F) da bacia hidrográfica;

$$F = \frac{L}{2 * (A / \pi)^{1/2}} = 1,36$$

2) Tempo de Concentração (t_c)

$$t_c = 57 * (L^2 / S)^{0,385} = 33,94 \text{ min}$$

$$t_c = 34 \text{ min adotado}$$

3) Intensidade de chuva crítica (i);

$$i = 37,3614 * (t_c + 30)^{-0,8660} + 10,0167 * ((t + 60)^{-0,8427} * (-0,4766 - 0,8977 * I_n * I_n * (T / (T - 1)))) = 108,90 \text{ mm / h}$$

4) Coeficiente (C1);

$$C1 = \frac{4}{(2 + F)} = 1,19$$

5) Coeficiente (C);

$$C = \frac{2 * C2}{(1 + F) * C1} = 0,356$$

6) Volume total do hidrograma (V);

$$V = (0,278 * C2 * i * t_c * 3600 * A^{0,9} * K) * 1,5 = 140.925,59 \text{ m}^3$$

7) Cálculo da vazão de cheia ($Q_{m\acute{a}x}$);

$$Q_{m\acute{a}x} = 0,278 * C * i * A^{0,9} * K = 36,12 \text{ m}^3 / \text{s}$$

2.3 – Elementos de Avaliação

Para a avaliação dos indicadores de vazões foram utilizados os Estudos de Variáveis Hidrológicas do DAEE.

2.4 – Estudo da Disponibilidade Hídrica

Curso D'água – Córrego do Lajeado
Coordenadas UTM – (695,1308821 KmE; 7.409,5044475 KmN)

DIMENSIONAMENTO DA VAZÃO MÉDIA E MÍNIMA

MÉTODO ESTUDO DE REGIONALIZAÇÃO – DAAE

Área de Drenagem (A): 3,50 Km²
 Pluviosidade Média Anual (P): 1.160,00 mm/ano
 Região Hidrológica: J e Z

POSTO	Prefixo	E6-006 (Jurumirim)
	Latitude	23°13´
	Longitude	49°14´
	Município	Pirajú

Parâmetros:

a	b	x _t	A	B	q _p
-29,47	0,0315	0,708	0,4741	0,0342	0,414

a) Cálculo da Vazão Média (Q_{méd});

$$Q_{méd} = (a + b * P) * A = 0,025m^3 / s$$

b) Cálculo da Vazão Mínima (Q_{7,10});

$$Q_{7,10} = x_t * C * (A + B * d) * Q_{méd} = 0,008m^3 / s$$

2.5 – Verificação das Seções Possíveis

Cálculo para Seção Trapezoidal	
b = (m)	1,00
h = (m)	1,10
i = (m/m)	0,1139
C.Manning	0,018

A = (m ²)	2,92
P = (m)	4,97
Fh = (m)	0,587
Vel = m/s	13,14
Froude	4,00

Q = (m³/s) 38,32

Cálculo para Seção Retangular	
L = (m)	2,00
h = (m)	1,40
i = (m/m)	0,1139
C.Manning	0,018

A = (m ²)	2,80
P = (m)	4,80
Fh = (m)	0,583
Vel = m/s	13,09
Froude	3,53

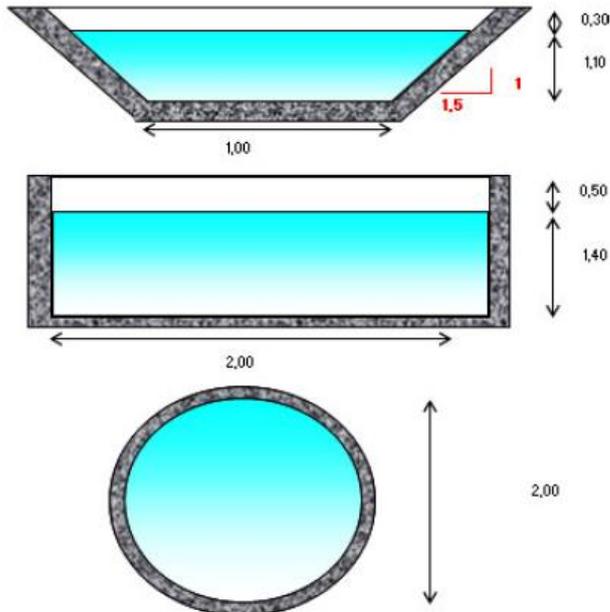
Q = (m³/s) 36,65

Cálculo para Seção Circular	
D = (m)	2,00
i = (m/m)	0,1139
C.Manning	0,018

A = (m ²)	3,14
P = (m)	6,28
Fh = (m)	0,500
Vel = m/s	11,81

Q = (m³/s) 37,1068066

Nas figuras seguintes são apresentados os exemplos de seções possíveis para esta travessia.



(Observação 01)

A declividade ($I = 0,1139 \text{ m/m}$) foi determinada a partir do levantamento planialtimétrico fornecido.

Cálculo para Seção Trapezoidal	
b = (m)	1,00
h = (m)	1,45
i = (m/m)	0,03175
C.Manning	0,018

Cálculo para Seção Retangular	
L = (m)	2,30
h = (m)	2,00
i = (m/m)	0,03175
C.Manning	0,018

Cálculo para Seção Circular	
D = (m)	2,55
i = (m/m)	0,03175
C.Manning	0,018

A = (m ²)	4,60
P = (m)	6,23
Rh = (m)	0,739
Vel = m/s	8,09
Froude	2,15

Q = (m³/s) 37,26

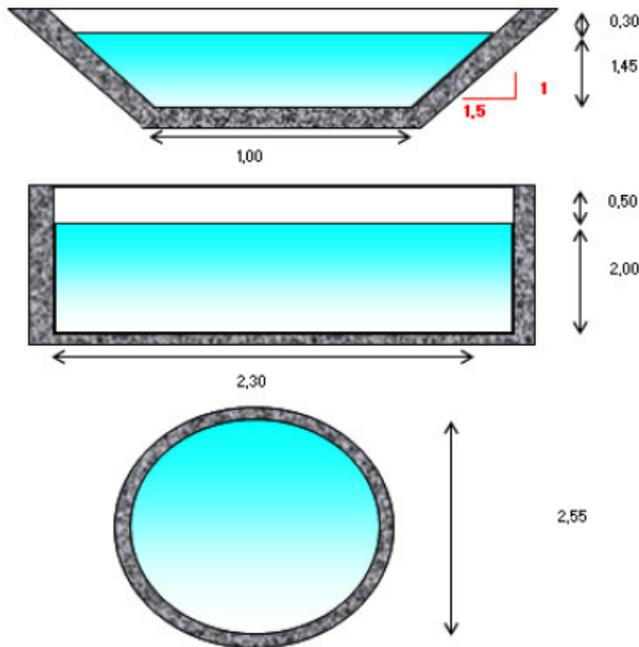
A = (m ²)	4,60
P = (m)	6,30
Rh = (m)	0,730
Vel = m/s	8,03
Froude	1,81

Q = (m³/s) 36,92

A = (m ²)	5,11
P = (m)	8,01
Rh = (m)	0,638
Vel = m/s	7,33

Q = (m³/s) 37,4476075

Resultando nas seguintes seções possíveis:



(Observação 02)

A declividade ($I = 0,03175 \text{ m/m}$) foi determinada a partir da declividade equivalente obtida da Carta 1/50.000.

(Observação 03 - IMPORTANTE)

Para uma melhor precisão no dimensionamento das travessias, recomendamos a determinação da declividade da linha d'água no local da seção em estudo.

Travessias das Ruas: Doze de Outubro; Capitão Cesário e Duque de Caxias (Região Central)

1.- Foi calculada a vazão de cheia para a definição das estruturas hidráulicas visando a melhoria das travessias localizadas nas Ruas Doze de Outubro, Duque de Caxias e Capitão Cesário, na região central de Itaí, sobre o Córrego Lageado, o qual é afluente da margem esquerda do Rib. dos Carrapatos. Foram obtidos os seguintes resultados:

2.-

DIMENSIONAMENTO DE VAZÃO MÁXIMA

MÉTODO DE I-PAI-WU

2.1 - DADOS DE ENTRADA

Área de Drenagem (A):	3,36 Km ²
Comprimento do Talvegue (L):	2,665 Km
Declividade Talvegue (S):	33,34 m/Km
Período de Retorno (T):	100 Anos
Coef. Vol. Escoamento (C2):	0,50
Coef. Distribuição Espacial da Chuva (K):	0,99
Equação da Chuva:	Pirajú

2.2 - CÁLCULO DA VAZÃO MÁXIMA

- 1) Fator de forma (F) da bacia hidrográfica;

$$F = \frac{L}{2 * (A/\pi)^{1/2}} = 1,29$$

- 2) Tempo de Concentração (t_c)

$$t_c = 57 * (L^2/S)^{0,385} = 31,43 \text{ min}$$

$$t_c = 31 \text{ min adotado}$$

- 3) Intensidade de chuva crítica (i);

$$i = 37,3614 * (t_c + 30)^{-0,8660} + 10,0167 * ((t + 60)^{-0,8427} * (-0,4766 - 0,8977 * I_n * I_n * (T/(T - 1)))) = 112,80 \text{ mm / h}$$

- 4) Coeficiente (C1);

$$C1 = \frac{4}{(2 + F)} = 1,22$$

- 5) Coeficiente (C);

$$C = \frac{2 * C2}{(1 + F) * C1} = 0,359$$

- 6) Volume total do hidrograma (V);

$$V = (0,278 * C2 * i * t_c * 3600 * A^{0,9} * K) * 1,5 = 130.423,44 \text{ m}^3$$

- 7) Cálculo da vazão de cheia ($Q_{\text{máx}}$);

$$Q_{\text{máx}} = 0,278 * C * i * A^{0,9} * K = 36,44 \text{ m}^3 / \text{s}$$

2.3 - Elementos de Avaliação

Para a avaliação dos indicadores de vazões foram utilizados os Estudos de Variáveis Hidrológicas do DAEE.

2.4 - Estudo da Disponibilidade Hídrica

Curso D'água – Córrego do Lajeado

Coordenadas UTM – (695,0129088 KmE; 7.409,3293821 KmN)

(694,9998171 KmE; 7.409,2726260 KmN)

(694,9891053 KmE; 7.409,2381085 KmN)

DIMENSIONAMENTO DA VAZÃO MÉDIA E MÍNIMA

MÉTODO ESTUDO DE REGIONALIZAÇÃO – DAEE

Área de Drenagem (A): 3,36 Km²
 Pluviosidade Média Anual (P): 1.160,00 mm/ano
 Região Hidrológica: J e Z

POSTO	Prefixo	E6-006 (Jurumirim)
	Latitude	23°13´
	Longitude	49°14´
	Município	Pirajú

Parâmetros:

a	b	x _t	A	B	q _p
-29,47	0,0315	0,708	0,4741	0,0342	0,414

a) Cálculo da Vazão Média (Q_{méd});

$$Q_{méd} = (a + b * P) * A = 0,024m^3 / s$$

b) Cálculo da Vazão Mínima (Q_{7,10});

$$Q_{7,10} = x_t * C * (A + B * d) * Q_{méd} = 0,007m^3 / s$$

2.5 – Verificação das Seções Possíveis

Cálculo para Seção Trapezoidal	
b = (m)	1,00
h = (m)	1,15
i = (m/m)	0,0904
C.Manning	0,018

A = (m ²)	3,13
P = (m)	5,15
Rh = (m)	0,609
Vel = m/s	12,00
Froude	3,57

Q = (m³/s)	37,61
------------------------------	--------------

Cálculo para Seção Retangular	
L = (m)	2,00
h = (m)	1,55
i = (m/m)	0,0904
C.Manning	0,018

A = (m ²)	3,10
P = (m)	5,10
Rh = (m)	0,608
Vel = m/s	11,99
Froude	3,07

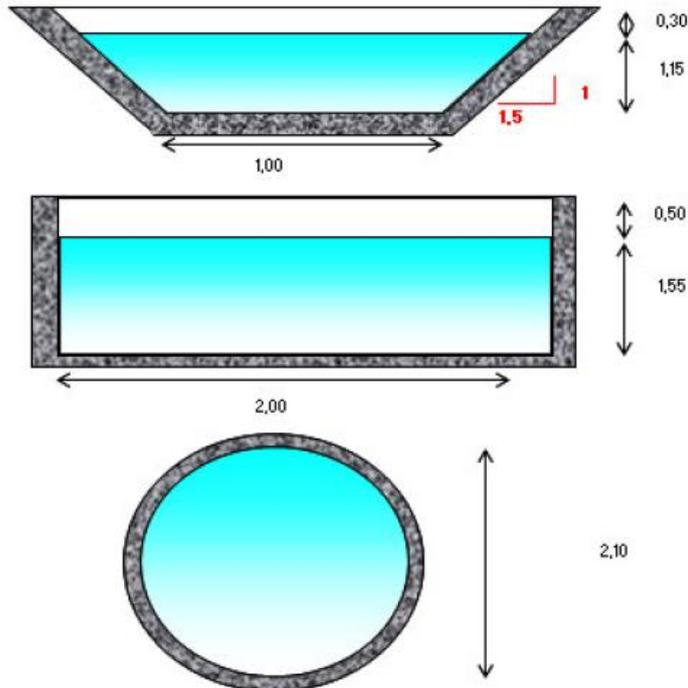
Q = (m³/s)	37,16
------------------------------	--------------

Cálculo para Seção Circular	
D = (m)	2,10
i = (m/m)	0,0904
C.Manning	0,018

A = (m ²)	3,46
P = (m)	6,60
Rh = (m)	0,525
Vel = m/s	10,87

Q = (m³/s)	37,6513655
------------------------------	-------------------

Nas figuras seguintes são apresentados os exemplos de seções possíveis para estas travessias.



(Observação 01)

A declividade ($I = 0,0904 \text{ m/m}$) foi determinada a partir do levantamento plani-altimétrico fornecido.

Cálculo para Seção Trapezoidal	
b = (m)	1,00
h = (m)	1,45
i = (m/m)	0,03334
C.Manning	0,018

A = (m ²)	4,60
P = (m)	6,23
Rh = (m)	0,739
Vel = m/s	8,29
Froude	2,20

Q = (m³/s) 38,18

Cálculo para Seção Retangular	
L = (m)	2,25
h = (m)	2,00
i = (m/m)	0,03334
C.Manning	0,018

A = (m ²)	4,50
P = (m)	6,25
Rh = (m)	0,720
Vel = m/s	8,15
Froude	1,84

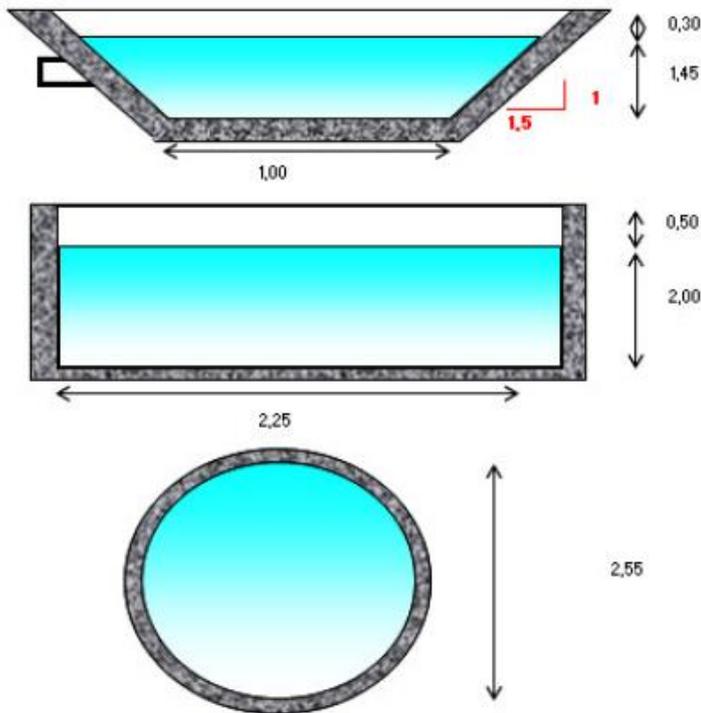
Q = (m³/s) 36,67

Cálculo para Seção Circular	
D = (m)	2,55
i = (m/m)	0,03334
C.Manning	0,018

A = (m ²)	5,11
P = (m)	8,01
Rh = (m)	0,638
Vel = m/s	7,51

Q = (m³/s) 38,3738178

Resultando nas seguintes seções possíveis:



(Observação 02)

A declividade ($I = 0,03334 \text{ m/m}$) foi determinada a partir da declividade equivalente obtida da Carta 1/50.000.

(Observação 03 - IMPORTANTE)

Para uma melhor precisão no dimensionamento das travessias, recomendamos a determinação da declividade da linha d'água no local da seção em estudo.

Travessias no cruzamentos das Ruas: 21 de Abril com Aristides Pires e Nove de Julho (Região Central)

1.- Foi calculada a vazão de cheia para a definição das estruturas hidráulicas visando a melhoria das travessias localizadas no cruzamento das Ruas 21 de Abril com a Rua Aristides Pires e Nove de Julho, na região central de Itaí, sobre o Córreg. Lageado, o qual é afluente da margem esquerda do Rib. dos Carrapatos.

Os dados e desenhos do dimensionamento das seções possíveis são apresentados a seguir.

DIMENSIONAMENTO DE VAZÃO MÁXIMA

MÉTODO DE I-PAI-WU

2.1 - DADOS DE ENTRADA

Área de Drenagem (A):	3,28 Km ²
Comprimento do Talvegue (L):	2,473 Km
Declividade Talvegue (S):	33,92 m/Km
Período de Retorno (T):	100 Anos
Coef. Vol. Escoamento (C2):	0,50
Coef. Distribuição Espacial da Chuva (K):	0,99
Equação da Chuva:	Pirajú

2.2 - CÁLCULO DA VAZÃO MÁXIMA

1) Fator de forma (F) da bacia hidrográfica;

$$F = \frac{L}{2 * (A/pi)^{1/2}} = 1,21$$

2) Tempo de Concentração (t_c)

$$t_c = 57 * (L^2/S)^{0,385} = 29,47 \text{ min}$$

$$t_c = 29 \text{ min adotado}$$

3) Intensidade de chuva crítica (i);

$$i = 37,3614 * (t_c + 30)^{-0,8660} + 10,0167 * ((t + 60)^{-0,8427} * (-0,4766 - 0,8977 * I_n * I_n * (T/(T - 1)))) = 115,60 \text{ mm/h}$$

4) Coeficiente (C1);

$$C1 = \frac{4}{(2 + F)} = 1,25$$

5) Coeficiente (C);

$$C = \frac{2 * C2}{(1 + F) * C1} = 0,363$$

6) Volume total do hidrograma (V);

$$V = (0,278 * C2 * i * t_c * 3600 * A^{0,9} * K) * 1,5 = 122.755,41 \text{ m}^3$$

7) Cálculo da vazão de cheia (Q_{máx});

$$Q_{máx} = 0,278 * C * i * A^{0,9} * K = 36,97 \text{ m}^3 / \text{s}$$

2.3 – Elementos de Avaliação

Para a avaliação dos indicadores de vazões foram utilizados os Estudos de Variáveis Hidrológicas do DAEE.

2.4 – Estudo da Disponibilidade Hídrica

Curso D'água – Córrego do Lajeado
 Coordenadas UTM – (694,9405750 KmE; 7.409,1540740 KmN)
 (694,8933159 KmE; 7.409,0628813 KmN)

DIMENSIONAMENTO DA VAZÃO MÉDIA E MÍNIMA

MÉTODO ESTUDO DE REGIONALIZAÇÃO – DAEE

Área de Drenagem (A): 3,28 Km²
 Pluviosidade Média Anual (P): 1.161,00 mm/ano
 Região Hidrológica: J e Z

POSTO	Prefixo	E6-006 (Jurumirim)
	Latitude	23°13´
	Longitude	49°14´
	Município	Pirajú

Parâmetros:

a	b	x _t	A	B	q _p
-29,47	0,0315	0,708	0,4741	0,0342	0,414

a) Cálculo da Vazão Média (Q_{méd});

$$Q_{méd} = (a + b * P) * A = 0,023 m^3 / s$$

b) Cálculo da Vazão Mínima (Q_{7,10});

$$Q_{7,10} = x_t * C * (A + B * d) * Q_{méd} = 0,007 m^3 / s$$

Nas figuras seguintes são apresentados os exemplos de seções possíveis para estas travessias.

2.5 – Verificação das Seções Possíveis

Cálculo para Seção Trapezoidal	
b = (m)	1,00
h = (m)	1,50
i = (m/m)	0,036
C.Manning	0,018

A = (m ²)	4,88
P = (m)	6,41
Fh = (m)	0,761
Vel = m/s	8,78
Froude	2,25

Q = (m³/s) 42,92

Cálculo para Seção Retangular	
L = (m)	2,50
h = (m)	1,75
i = (m/m)	0,036
C.Manning	0,018

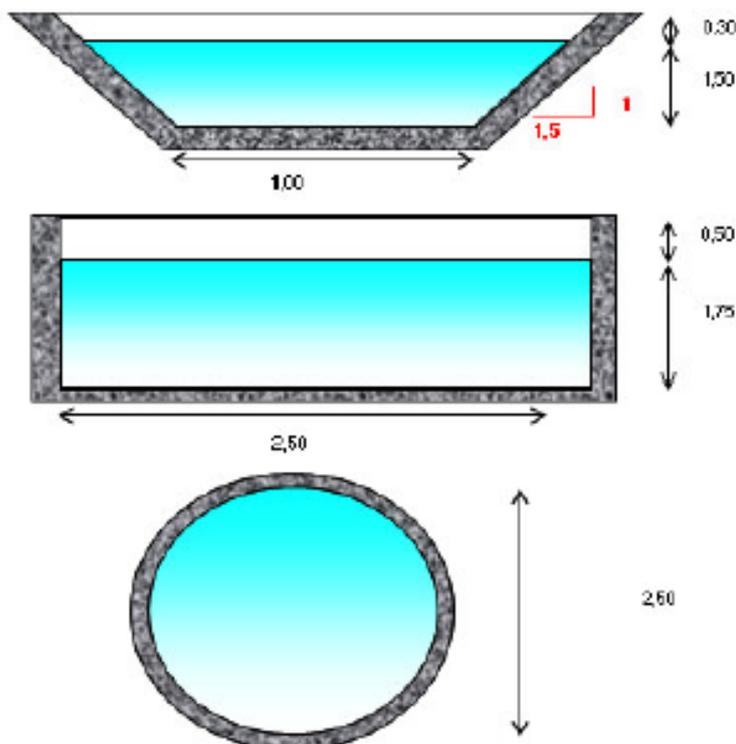
A = (m ²)	4,38
P = (m)	6,00
Fh = (m)	0,728
Vel = m/s	8,64
Froude	2,08

Q = (m³/s) 37,36

Cálculo para Seção Circular	
D = (m)	2,50
i = (m/m)	0,036
C.Manning	0,018

A = (m ²)	4,91
P = (m)	7,86
Fh = (m)	0,625
Vel = m/s	7,71

Q = (m³/s) 37,8241930



(Observação 01)

A declividade ($I = 0,036 \text{ m/m}$) foi determinada a partir do levantamento plani-altimétrico fornecido.

Resultando nas seguintes seções possíveis:

Cálculo para Seção Trapezeoidal	
b = (m)	1,00
h = (m)	1,45
i = (m/m)	0,03392
C.Manning	0,018

A = (m ²)	4,80
P = (m)	6,23
R _h = (m)	0,739
Vel = m/s	8,38
Froude	2,22

Q = (m³/s) 38,51

Cálculo para Seção Retangular	
L = (m)	2,25
h = (m)	2,00
i = (m/m)	0,03392
C.Manning	0,018

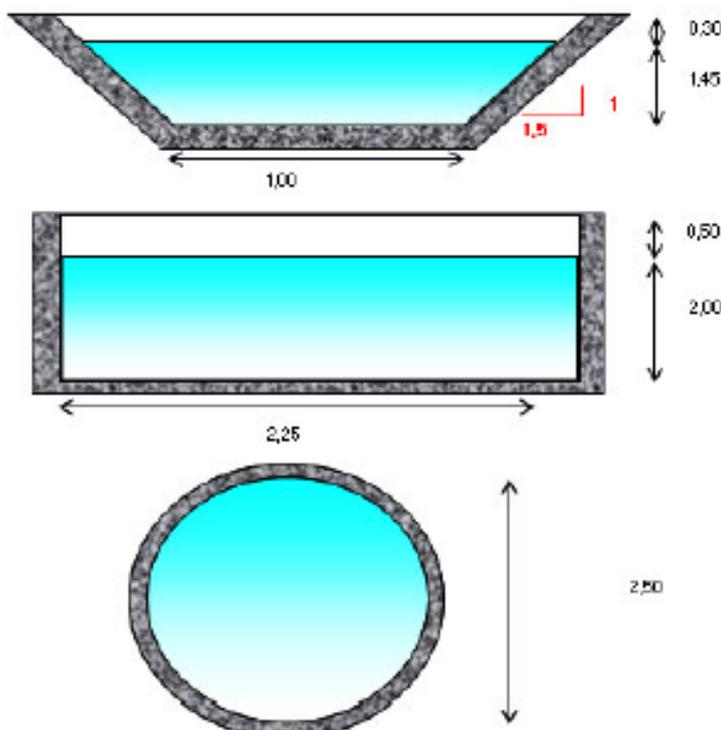
A = (m ²)	4,50
P = (m)	6,25
R _h = (m)	0,720
Vel = m/s	8,22
Froude	1,88

Q = (m³/s) 36,93

Cálculo para Seção Circular	
D = (m)	2,50
i = (m/m)	0,03392
C.Manning	0,018

A = (m ²)	4,91
P = (m)	7,85
R _h = (m)	0,625
Vel = m/s	7,48

Q = (m³/s) 36,7152375



(Observação 02)

A declividade ($I = 0,03392 \text{ m/m}$) foi determinada a partir da declividade equivalente obtida da Carta 1/50.000.

(Observação 03 - IMPORTANTE)

Para uma melhor precisão no dimensionamento das travessias, recomendamos a determinação da declividade da linha d'água no local da seção em estudo.

Travessias no cruzamentos das Ruas: Salustiano Soares; José Floriano; José Silveira Mello e Av. Sto. Antonio (Região Central)

1.- Foi calculada a vazão de cheia para a definição das estruturas hidráulicas visando a melhoria das travessias localizadas no cruzamento das Salustiano Soares; José Floriano; José Silveira Mello e Av. Sto. Antonio, na região central de Itaí, sobre o Córreg. Lageado, o qual é afluente da margem esquerda do Rib. dos Carrapatos. Foram obtidos os seguintes resultados:

2.-

DIMENSIONAMENTO DE VAZÃO MÁXIMA**MÉTODO DE I-PAI-WU****2.1 - DADOS DE ENTRADA**

Área de Drenagem (A):	3,15 Km ²
Comprimento do Talvegue (L):	2,238 Km
Declividade Talvegue (S):	33,50 m/Km
Período de Retorno (T):	100 Anos
Coef. Vol. Escoamento (C2):	0,50
Coef. Distribuição Espacial da Chuva (K):	0,99
Equação da Chuva:	Pirajú

2.2 - CÁLCULO DA VAZÃO MÁXIMA

1) Fator de forma (F) da bacia hidrográfica;

$$F = \frac{L}{2 * (A/pi)^{0,5}} = 1,12$$

2) Tempo de Concentração (t_c)

$$t_c = 57 * (L^2/S)^{0,385} = 27,43 \text{ min}$$

$$t_c = 27 \text{ min adotado}$$

3) Intensidade de chuva crítica (i);

$$i = 37,3614 * (t_c + 30)^{-0,8660} + 10,0167 * ((t + 60)^{-0,8427} * (-0,4766 - 0,8977 * I_a * I_n * (T/(T - 1)))) = 118,50 \text{ mm / h}$$

4) Coeficiente (C1);

$$C1 = \frac{4}{(2 + F)} = 1,28$$

5) Coeficiente (C);

$$C = \frac{2 * C2}{(1 + F) * C1} = 0,368$$

6) Volume total do hidrograma (V);

$$V = (0,278 * C2 * i * t_c * 3600 * A^{0,9} * K) * 1,5 = 113.039,71 m^3$$

7) Cálculo da vazão de cheia (Q_{máx});

$$Q_{máx} = 0,278 * C * i * A^{0,9} * K = 37,08 m^3 / s$$

2.3 – Elementos de Avaliação

Para a avaliação dos indicadores de vazões foram utilizados os Estudos de Variáveis Hidrológicas do DAEE.

2.4 – Estudo da Disponibilidade Hídrica

Curso D' água – Córrego do Lajeado

Coordenadas UTM – (694,8576497 KmE; 7.408,9895203 KmN)

(694,8353815 KmE; 7.408,9534341 KmN)

(694,8043844 KmE; 7.408,9143411 KmN)

(694,7855155 KmE; 7.408,8431600 KmN)

DIMENSIONAMENTO DA VAZÃO MÉDIA E MÍNIMA

MÉTODO ESTUDO DE REGIONALIZAÇÃO – DAEE

Área de Drenagem (A):

3,15 Km²

Pluviosidade Média Anual (P):

1.167,00 mm/ano

Região Hidrológica:

J e Z

POSTO	Prefixo	E6-006 (Jurumirim)
	Latitude	23°13'
	Longitude	49°14'
	Município	Pirajú

Parâmetros:

a	b	x _t	A	B	q _p
-29,47	0,0315	0,708	0,4741	0,0342	0,414

a) Cálculo da Vazão Média (Q_{méd});

$$Q_{méd} = (a + b * P) * A = 0,023 m^3 / s$$

b) Cálculo da Vazão Mínima (Q_{7,10});

$$Q_{7,10} = x_t * C * (A + B * d) * Q_{méd} = 0,007 m^3 / s$$

2.5 – Verificação das Seções Possíveis

Cálculo para Seção Trapezoidal	
b = (m)	1,00
h = (m)	1,15
i = (m/m)	0,092
C Manning	0,018

A = (m ²)	3,13
P = (m)	6,16
Fh = (m)	0,603
Vel = m/s	12,11
Froude	3,60

Q = (m³/s) 37,94

Cálculo para Seção Retangular	
L = (m)	2,00
h = (m)	1,55
i = (m/m)	0,092
C Manning	0,018

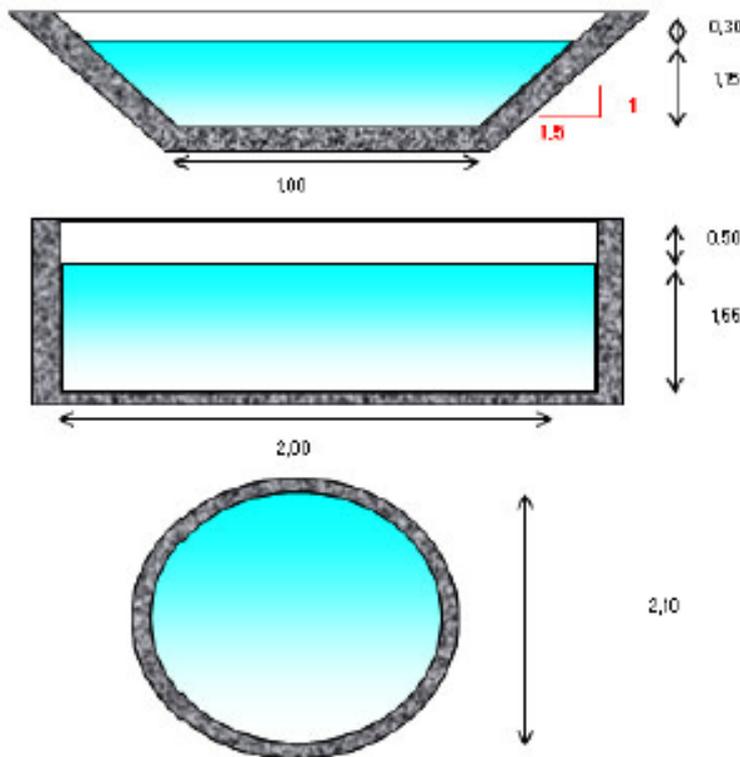
A = (m ²)	3,10
P = (m)	6,10
Fh = (m)	0,608
Vel = m/s	12,09
Froude	3,10

Q = (m³/s) 37,40

Cálculo para Seção Circular	
D = (m)	2,10
i = (m/m)	0,092
C Manning	0,018

A = (m ²)	3,46
P = (m)	6,60
Fh = (m)	0,525
Vel = m/s	10,97

Q = (m³/s) 37,9831020



(Observação 01)

A declividade ($I = 0,092 \text{ m/m}$) foi determinada a partir do levantamento plani-altimétrico fornecido.

Resultando nas seguintes seções possíveis:

Cálculo para Seção Trapezoidal	
h = (m)	1,00
h = (m)	1,45
i = (m/m)	0,0335
C.Manning	0,018

A = (m ²)	4,80
P = (m)	6,23
Rh = (m)	0,739
Vel = m/s	8,31
Froude	2,20

Q = (m³/s) 38,27

Cálculo para Seção Retangular	
L = (m)	2,50
h = (m)	1,00
i = (m/m)	0,0335
C.Manning	0,018

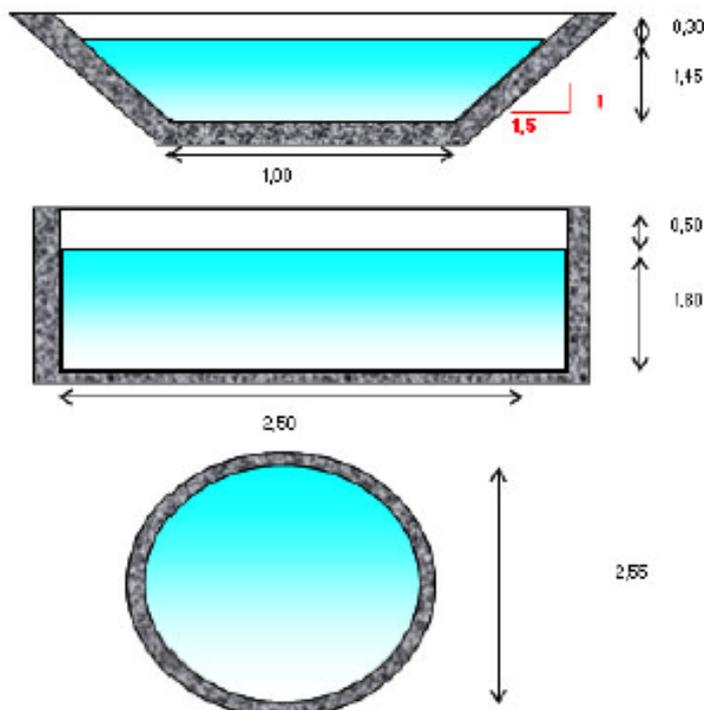
A = (m ²)	4,50
P = (m)	6,10
Rh = (m)	0,739
Vel = m/s	8,30
Froude	1,99

Q = (m³/s) 37,36

Cálculo para Seção Circular	
D = (m)	2,55
i = (m/m)	0,0335
C.Manning	0,018

A = (m ²)	5,11
P = (m)	8,01
Rh = (m)	0,838
Vel = m/s	7,53

Q = (m³/s) 38,4657063



(Observação 02)

A declividade ($I = 0,0335 \text{ m/m}$) foi determinada a partir da declividade equivalente obtida da Carta 1/50.000.

(Observação 03 - IMPORTANTE)

Para uma melhor precisão no dimensionamento das travessias, recomendamos a determinação da declividade da linha d'água no local da seção em estudo.

Travessia localizada na região do futuro Parque Municipal (Cabeceira do Cór. Lageado)

1.- Foi calculada a vazão de cheia para a definição das estruturas hidráulicas visando a melhoria da travessia da localizada no local destinado a construção do Parque Municipal, na cabeceira do Cór. Lageado, o qual é afluente da margem esquerda do Rib. dos Carrapatos. Foram obtidos os seguintes resultados:

2.-

DIMENSIONAMENTO DE VAZÃO MÁXIMA**MÉTODO DE I-PAI-WU****2.1 - DADOS DE ENTRADA**

Área de Drenagem (A):	1,45 Km ²
Comprimento do Talvegue (L):	1,490 Km
Declividade Talvegue (S):	38,73 m/Km
Período de Retorno (T):	100 Anos
Coef. Vol. Escoamento (C2):	0,50
Coef. Distribuição Espacial da Chuva (K):	0,99
Equação da Chuva:	Pirajú

2.2 - CÁLCULO DA VAZÃO MÁXIMA

1) Fator de forma (F) da bacia hidrográfica;

$$F = \frac{L}{2 * (A/pi)^{0,5}} = 1,10$$

2) Tempo de Concentração (t_c)

$$t_c = 57 * (L^2/S)^{0,385} = 18,96 \text{ min}$$

$$t_c = 19 \text{ min adotado}$$

3) Intensidade de chuva crítica (i);

$$i = 37,3614 * (t_c + 30)^{-0,8660} + 10,0167 * ((t + 60)^{-0,8427} * (-0,4766 - 0,8977 * I_n * I_n * (T/(T - 1)))) = 132,30 \text{ mm / h}$$

4) Coeficiente (C1);

$$C1 = \frac{4}{(2 + F)} = 1,29$$

5) Coeficiente (C);

$$C = \frac{2 * C2}{(1 + F) * C1} = 0,369$$

6) Volume total do hidrograma (V);

$$V = (0,278 * C2 * i * t_c * 3600 * A^{0,9} * K) * 1,5 = 43.546,78 \text{ m}^3$$

7) Cálculo da vazão de cheia (Q_{máx});

$$Q_{máx} = 0,278 * C * i * A^{0,9} * K = 20,73 \text{ m}^3 / \text{s}$$

MÉTODO C.I.A. (Para Área < 2 Km²)

$$Q_{máx} = 0,1667 * C * i * AD = 19,68 \text{ m}^3 / \text{s}$$

2.3 – Elementos de Avaliação

Para a avaliação dos indicadores de vazões foram utilizados os Estudos de Variáveis Hidrológicas do DAEE.

2.4 – Estudo da Disponibilidade Hídrica

Curso D'água – Afluente Margem Direita do Córrego do Lajeado
Coordenadas UTM – (694,6301457 KmE; 7.408,1700584 KmN)

DIMENSIONAMENTO DA VAZÃO MÉDIA E MÍNIMA

MÉTODO ESTUDO DE REGIONALIZAÇÃO – DAEE

Área de Drenagem (A): 1,45 Km²
Pluviosidade Média Anual (P): 1.163,00 mm/ano
Região Hidrológica: J e Z

POSTO	Prefixo	E6-006 (Jurumirim)
	Latitude	23°13'
	Longitude	49°14'
	Município	Pirajú

Parâmetros:

a	b	x _t	A	B	q _p
-29,47	0,0315	0,708	0,4741	0,0342	0,414

a) Cálculo da Vazão Média (Q_{méd});

$$Q_{méd} = (a + b * P) * A = 0,010 \text{ m}^3 / \text{s}$$

b) Cálculo da Vazão Mínima (Q_{7,10});

$$Q_{7,10} = x_t * C * (A + B * d) * Q_{méd} = 0,003 \text{ m}^3 / \text{s}$$

2.5 – Verificação das Seções Possíveis

Cálculo para Seção Trapezoidal	
b = (m)	1,00
h = (m)	0,80
i = (m/m)	0,166
C:Manning	0,018

A = (m ²)	1,76
P = (m)	3,88
Rh = (m)	0,483
Vel = m/s	13,35
Froude	4,77

Q = (m³/s) 23,50

Cálculo para Seção Retangular	
L = (m)	1,00
h = (m)	1,75
i = (m/m)	0,166
C:Manning	0,018

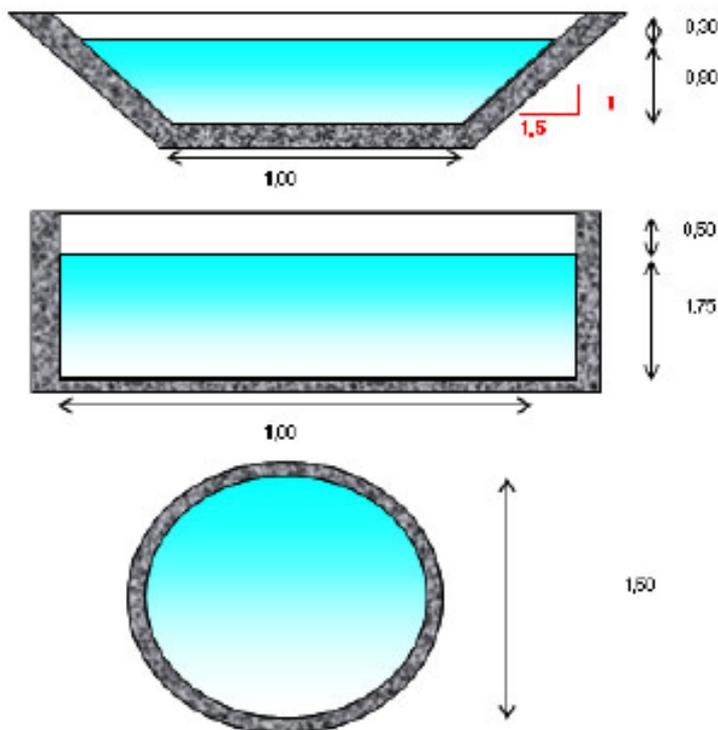
A = (m ²)	1,75
P = (m)	4,50
Rh = (m)	0,389
Vel = m/s	12,06
Froude	2,91

Q = (m³/s) 21,10

Cálculo para Seção Circular	
D = (m)	1,50
i = (m/m)	0,166
C:Manning	0,018

A = (m ²)	1,77
P = (m)	4,71
Rh = (m)	0,375
Vel = m/s	11,77

Q = (m³/s) 20,8005969



(Observação 01)

A declividade ($I = 0,166 \text{ m/m}$) foi determinada a partir do levantamento plani-altimétrico fornecido.

Resultando nas seguintes seções possíveis:

Cálculo para Seção Trapezoidal	
b = (m)	1,00
h = (m)	1,10
i = (m/m)	0,03873
C.Manning	0,018

A = (m ²)	2,92
P = (m)	4,97
Rh = (m)	0,597
Vel = m/s	7,66
Froude	2,33

Q = (m³/s) 22,34

Cálculo para Seção Retangular	
L = (m)	1,85
h = (m)	1,70
i = (m/m)	0,03873
C.Manning	0,018

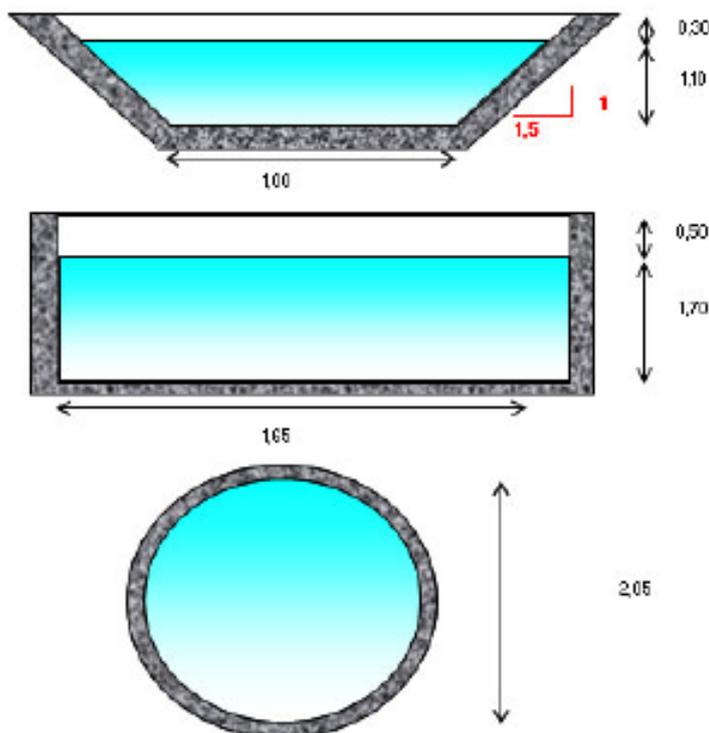
A = (m ²)	2,91
P = (m)	5,05
Rh = (m)	0,565
Vel = m/s	7,39
Froude	1,81

Q = (m³/s) 20,72

Cálculo para Seção Circular	
D = (m)	2,05
i = (m/m)	0,03873
C.Manning	0,018

A = (m ²)	3,30
P = (m)	6,44
Rh = (m)	0,813
Vel = m/s	7,00

Q = (m³/s) 23,1106649



(Observação 02)

A declividade ($I = 0,03873 \text{ m/m}$) foi determinada a partir da declividade equivalente obtida da Carta 1/50.000.

(Observação 03 - IMPORTANTE)

Para uma melhor precisão no dimensionamento das travessias, recomendamos a determinação da declividade da linha d'água no local da seção em estudo.

Proposta de Parque Linear no Córrego Lageado

Visando conter, segurar, retardar e regularizar a vazão de pico de cheia no Córrego Lageado, o qual traz grandes problemas para a população e ao poder público de Itaí, são apresentadas duas propostas de construção de um Parque Linear neste córrego, mais precisamente localizado às margens da R: Prof. Delfina Silveira Melo, nas imediações do futuro Parque Ecológico Municipal.

Freqüentemente, a preservação ocorre para aquilo que gostamos, que nos cativa por algum motivo. A preservação das áreas do Córrego Lageado, seu entorno, bem como de suas nascentes é urgente principalmente para a manutenção do sistema de macro drenagem de Itaí.



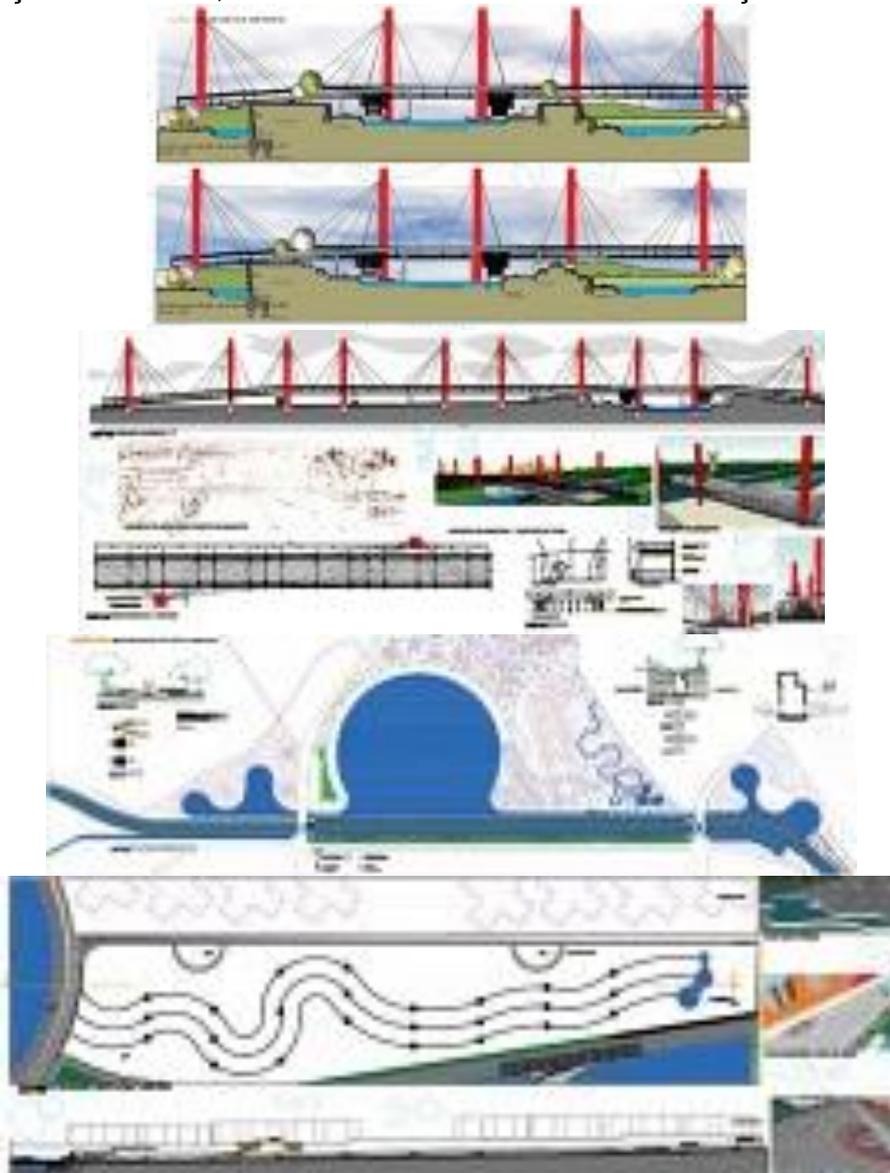
Frear o desenvolvimento acelerado de atividades e moradias irregulares da área pode ser viabilizado através da destinação de alguma atividade atraente de conscientização e respeito dos moradores da cidade com o local.



Assumir o espírito do lugar nada mais é do que tornar transitável, humanizar uma tendência evidente neste lugar. Antes que o contrário se aplique, por

exemplo: dar condições de moradia a famílias carentes em áreas alagáveis ou, e, de mananciais. O poder público de Itaí, comprometido com seus cidadãos tem a responsabilidade de frear, negar tal exemplo. Por outro lado, revelar vocações de lugares deve ser a principal aptidão natural gestor urbanista.

O projeto (proposta) de Parque Linear é uma mobilização de forças físicas, intelectuais e morais para vencer uma resistência de sonegar o potencial do Cór. Lageado e seus mananciais como um parque urbano, importantíssimo para a macro drenagem da cidade de Itaí, que deve ser resguardado da especulação imobiliária, tornando-se uma Área de Preservação Permanente.

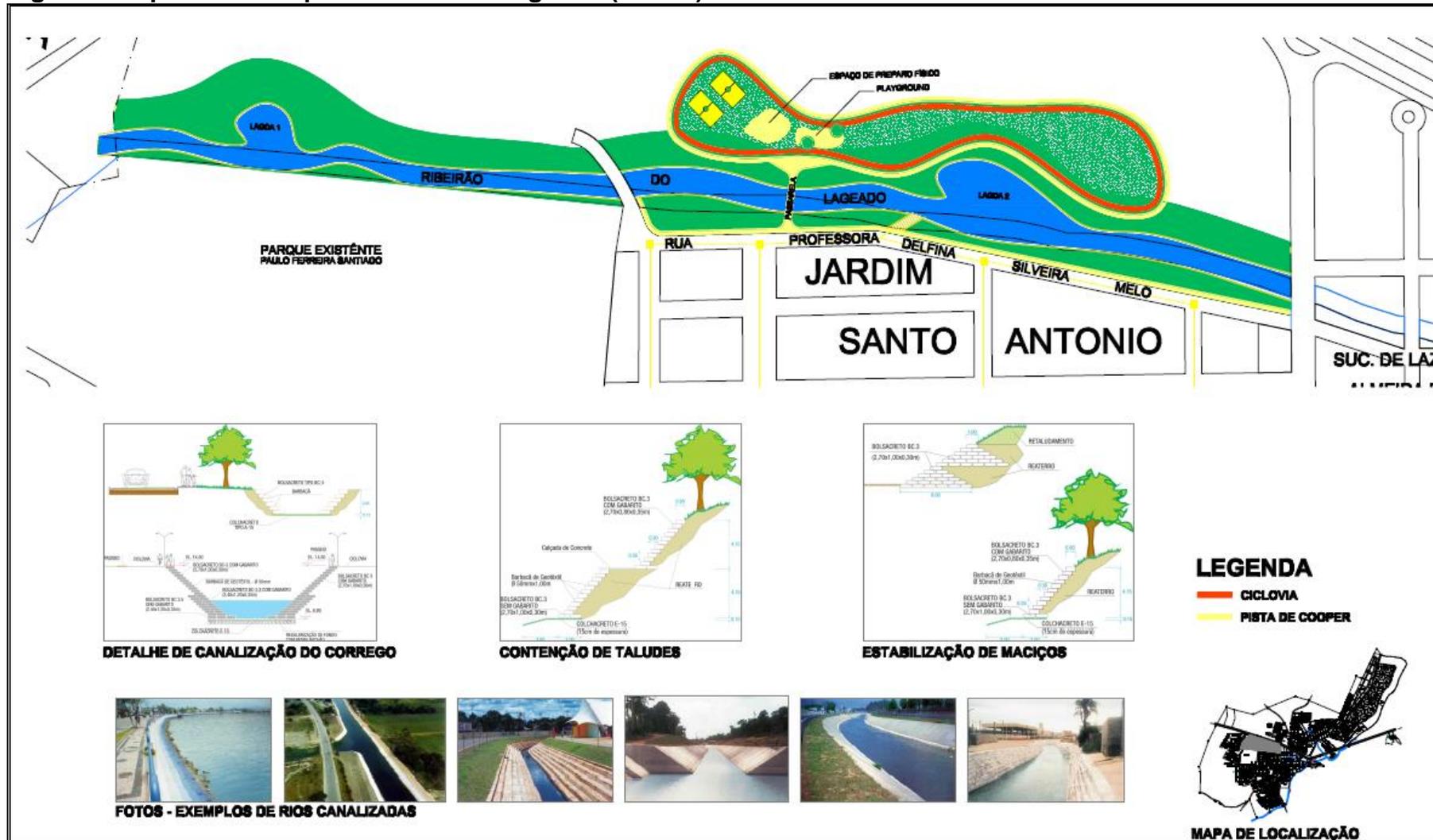


Nas figuras seguintes são apresentadas as duas propostas para a construção do Parque Linear no Cór. Lageado.

Figura.- Proposta 1: Parque Linear Cór. Lageado (Itaí/SP)



Figura.- Proposta 2: Parque Linear Cór. Lageado (Itaí/SP)



9.- QUANTIFICAÇÃO DE SERVIÇOS E OBRAS PARA AS ALTERNATIVAS PROPOSTAS NO ESTUDO DE MACRODRENAGEM DE ITAÍ

Esta etapa dos estudos para desenvolvimento do Estudo de Macro-Drenagem do Município de Itai compreende a quantificação de serviços e obras do conjunto de intervenções estruturais previstas na etapa anterior, apresentadas sob a forma de alternativas.

Estas intervenções abrangem diversas bacias de drenagem e diferentes níveis de ações diretas, ou seja, obras para melhoria das condições de escoamento. Com a quantificação dos serviços e obras podem ser determinados os custos de implantação para cada alternativa e a seleção daquela mais interessante sob o ponto de vista econômico e ambiental.

A partir do elenco de medidas estruturais selecionadas foi definida também a ordem de prioridade destas intervenções, de acordo com sua relação "custo *per capita*" por intervenção e por sub-bacia.

O conjunto final destas medidas assim organizadas, juntamente com as ações não estruturais a serem preconizadas comporão o conjunto de diretrizes do Plano. Este é o objeto da etapa final dos trabalhos.

As simulações ora apresentadas compreendem a quantificação de itens de materiais e serviços envolvidos em cada uma das alternativas propostas na etapa anterior.

Para tal foram padronizados critérios técnicos em cada tipo de intervenção, como, por exemplo, retificações de canal, revestimento de canais abertos, galerias fechadas, travessias e pontes, de forma a se obter custos diretamente comparáveis.

Em seguida foram quantificados os diversos itens envolvidos para cada sub-etapa de cada alternativa, derivados do pré-dimensionamento hidráulico das seções transversais das canalizações. Os custos unitários foram estimados e desta forma computados os custos globais de cada intervenção. A alternativa mais vantajosa do ponto de vista econômico pode então ser eleita.

Para cada sub-bacia foi determinada a população diretamente beneficiada com as intervenções, de forma a serem estimadas as relações de custo per capita, ordenando-se as ações em ordem crescente desta relação.

Os produtos finais apresentados são os quantitativos de insumos e serviços para cada intervenção, ordem de prioridades a serem agregados ao conjunto de medidas estruturais, não estruturais e institucionais que comporão o conjunto de recomendações finais deste estudo.

9.1.- Critérios Adotados no Estudo de Macrodrenagem de Itai

Para o cotejo entre as diversas alternativas propostas na etapa anterior dos estudos na cidade de Itai, foram estabelecidos critérios para a quantificação

dos itens relativos a insumos e serviços necessários bem como índices de custo e quantificação dos benefícios resultantes.

Os custos das obras de melhoria ou implantação dos canais foram obtidos a partir do levantamento de quantidades dos diferentes insumos, resumidas em planilhas diferenciadas para os diferentes tipos de obra. Estas planilhas incluem as estimativas de quantitativos dos serviços básicos de canalização incluindo: locação, movimentos de terra e revestimento do canal, determinadas a partir de cômputo de quantidades com base nas dimensões definidas para os canais, travessias e pontes nos estudos hidráulicos.

Os custos unitários dos diferentes itens foram tomados a partir de pesquisa desenvolvida durante o mês de fevereiro/2010, em fontes como a tabela de preços unitários PINI, na tabela de Custos Unitários da Companhia Paulista de Obras e Serviços de São Paulo – CPOS e DER. Alguns dos itens básicos (não constantes na listagem da PINI) foram obtidos junto a fornecedores específicos e órgãos públicos como das Prefeituras de Marília e Araçatuba , além de empreiteiros de obras.

Não foram considerados custos relativos a administração e fiscalização de obras, do canteiro de obras, paisagismo e urbanização, desapropriações e relocação de casas. Foram incluídas no entanto obras de arte como pontes e travessias, por se tratar de um item importante na estimativa do custo das obras dos eventuais canais propriamente ditos.

Estes custos, embora detalhados, são estimativas para fins de orientação do planejamento municipal e deverão ser confirmados quando do desenvolvimento dos projetos básico e executivo das mesmas.

9.2.- Quantitativos de Materiais e Serviços

Para a cidade de Itaí, os critérios aplicados no cálculo dos materiais e serviços das obras foram estabelecidos de acordo com o tipo de intervenção, sendo listados nas tabelas a seguir.

- Canal Trapezoidal Escavado

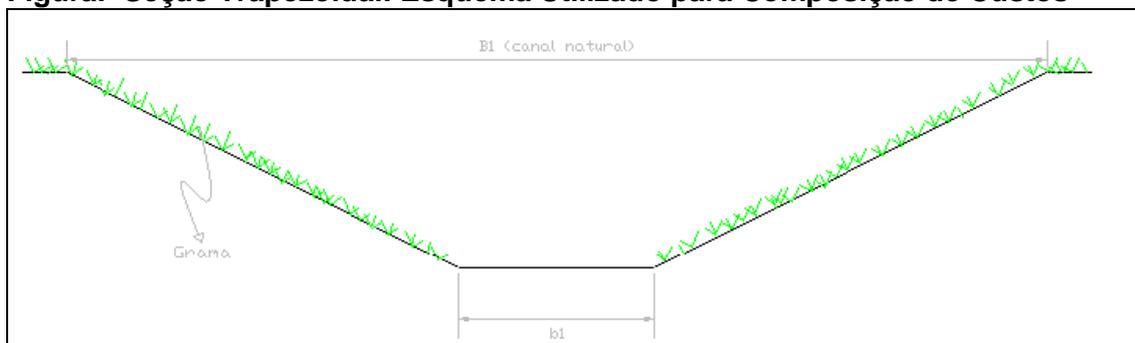
Fixação de Leito Natural escavado em solo com proteção do topo do talude com grama para evitar erosão.

Quadro.- Critérios de Implantação de um Canal Trapezoidal Escavado

Serviço/Insumo	Unidade	Observações
Preparo e Limpeza	(m ²)	faixa do canal
Locação e Nivelamento	(m)	extensão do canal
Escavação da Vala	(m ³)	Seção trapezoidal taludes 1:2
Rebaixamento de lençol	(hpxh)	
Transporte de Terra	(m ³ xkm)	fator de empolamento 1,3 - DTM 2 km
Espalhamento Bota Fora	(m ³)	
Plantio de Grama	(m ²)	Faixa de 1,5 m na lateral do canal

A figura a seguir ilustra os critérios de cálculo utilizados para a estimativa dos quantitativos.

Figura.- Seção Trapezoidal: Esquema Utilizado para Composição de Custos



- Galerias em Tubos de Concreto Armado

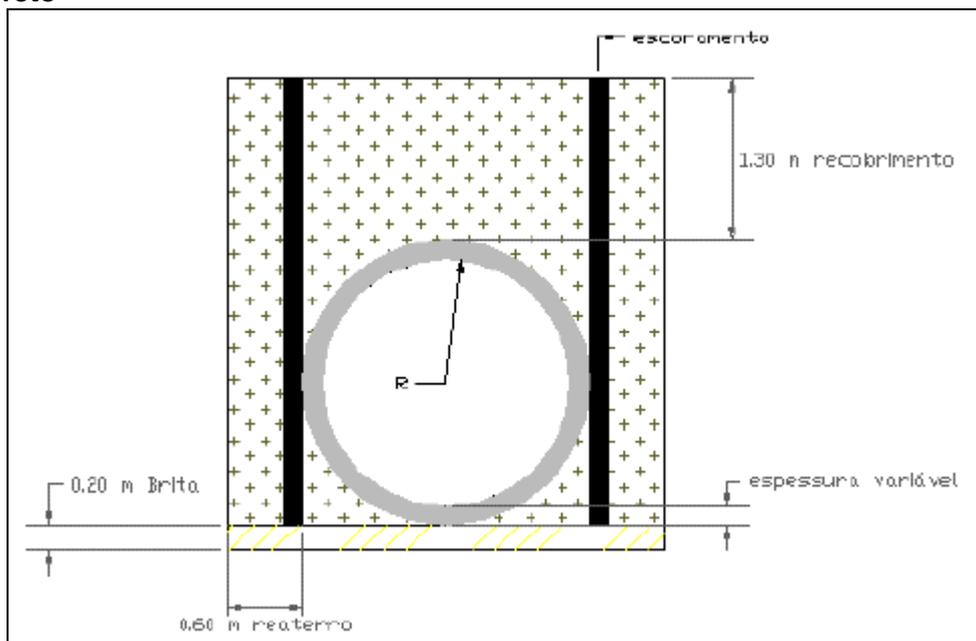
Fornecimento e assentamento de tubos de concreto armado CA50 para travessias, sobre base de brita graduada, com reaterro compactado nas laterais e recobrimento de, no mínimo, 1,30 m.

Quadro.- Critérios de Implantação de Galerias em Tubos de Concreto Armado

Serviço/Insumo	Unidade	Observações
Preparo e Limpeza	(m ²)	faixa do canal
Locação e Nível.	(m)	extensão do canal
Escavação Mecânica	(m ³)	
Lastro de Areia	(m ³)	camada 20 cm
Rachão	(m ³)	camada 35 cm
Tubo de concreto DN = 0,50 m	(m)	
Tubo de concreto DN = 0,60	(m)	
Tubo de concreto DN = 0,80	(m)	
Tubo de concreto DN = 1,0 m	(m)	
Tubo de concreto DN = 1,2 m	(m)	
Tubo de concreto DN = 1,5	(m)	
Tubo de concreto DN = 1,8	(m)	
Reaterro Compactado	(m ³)	
Transporte de terra	(m ³ xkm)	DTM 2 km – fator de empolamento 1.3
Espalhamento B.F. ¹	(m ³)	
Manta Geotextil	(m ²)	
Escoramento de Vala	(m ²)	

¹ B.F.: bota fora

Figura.- Esquema Utilizado para Composição de Custos em Galerias de Tubo de Concreto



- Aduelas de Concreto

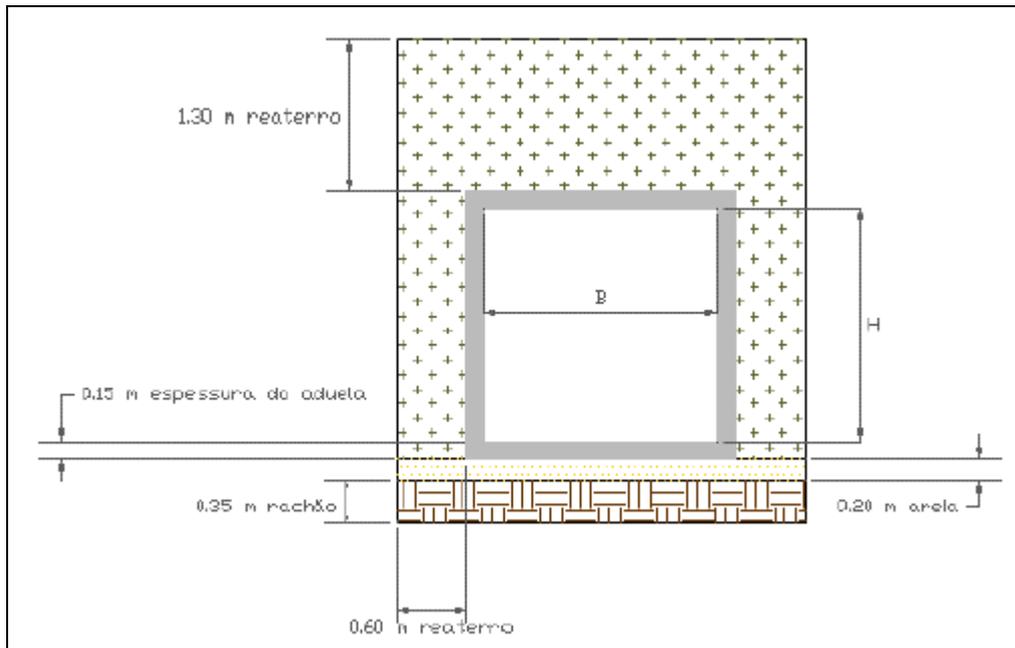
Fornecimento e assentamento de aduelas de concreto armado CA50 para travessias, sobre base de rachão e camada drenante de areia, com reaterro compactado, profundidade mínima 1,30 m.

Quadro.- Critérios de Implantação das Aduelas de Concreto

Serviço/Insumo	Unidade	Observações
Preparo e Limpeza	(m ²)	faixa do canal
Locação e Nível.	(m)	extensão do canal
Escavação Mecânica	(m ³)	
Lastro de Areia	(m ³)	camada 20 cm
Rachão	(m ³)	camada 35 cm
Aduela de concreto 1,5 x 1,0	(m)	
Aduela de concreto 1,5 x 1,5	(m)	
Aduela de concreto 2,0 x 1,5	(m)	
Aduela de concreto 2,0 x 2,0	(m)	
Aduela de concreto 2,5 x 2,0	(m)	
Aduela de concreto 2,5 x 2,5	(m)	
Reaterro / Compactação	(m ³)	
Transporte de terra	(m ³ xkm)	DTM 2 km – fator de empolamento 1.3
Espalhamento B.F. ²	(m ³)	
Manta Geotextil	(m ²)	
Escoramento de Vala	(m ²)	

A figura abaixo ilustra os critérios de cálculo utilizados para a estimativa dos quantitativos.

Figura.- Esquema Utilizado para Composição de Custos das Aduelas de Concreto



- Canal de Seção Mista (Retangular + Trapezoidal)

Canal retangular moldado *in loco* em concreto armado para a vazão normal e trapezoidal, revestido em grama ou concreto, para vazão excedente.

Quadro.- Critérios de Implantação de Canal de Seção Mista (Retangular + Trapezoidal)

Serviço/Insumo	Unidade	Observações
Preparo e Limpeza	(m)	faixa do canal
Locação e Nivelamento	(m)	Extensão do canal
Escavação Mecânica	(m ³)	seção hidráulica mista em talude 1V:2H, com sobrecavação
Lastro de Areia	(m ³)	camada 5 cm de espera para concreto
Lastro Concreto	(m ²)	Revestimento dos taludes de 5 cm
Transporte de Terra	(m ³ xkm)	DTM 2 KM Fator de Empolamento 1.3
Espalham. BF ³	(m ¹)	
Plantio Grama	(m ²)	Revestimento dos taludes
Dreno Barbacã	(un)	Espaçamento 5 m, quando revestido concreto
Formas	(m ²)	madeira preparada c/ desmoldante
Armação ϕ 10 mm	(kg)	CA 50
Fornec./Aplic. Concreto	(m ³)	Fck 20 Mpa

³ B.F.: bota fora

- Galeria e/ou Canal de Concreto Armado Moldado In Situ

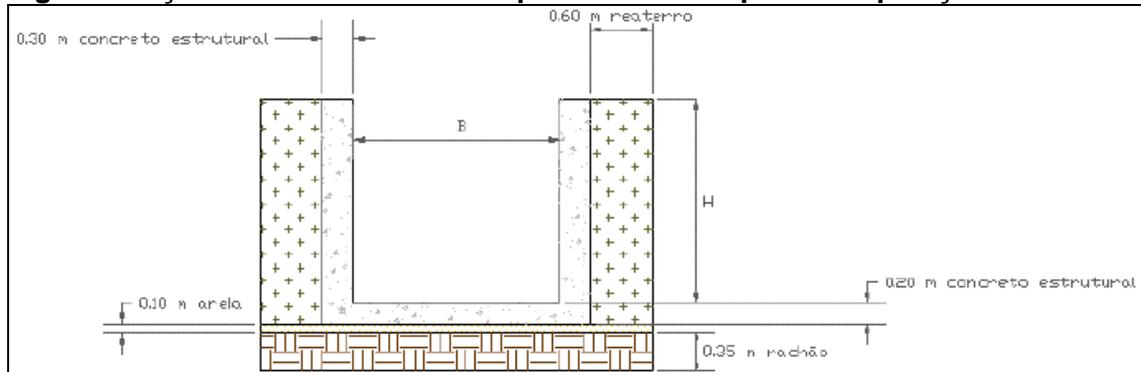
Canal ou Galeria em concreto armado moldado, taxa de 20 Mpa, CA 50, escavada em solo e assentada sobre base de rachão e pedregulho, reaterro compactado nas laterais, drenos horizontais, revestimento de grama acima do NA máximo.

Quadro.- Critérios de Implantação de uma Galeria ou Canal de Concreto Armado Moldado In Situ

Serviço/Insumo	Unidade	Observações
Preparo Limpeza	(m ²)	faixa do canal
Locação e Nível.	(m)	Extensão do canal
Escavação Mecânica	(m ³)	seção hidráulica taludes 1V:2H, com sobrecavação de 25 cm
Fundação Rachão	(m ³)	Camada 35 cm
Lastro de Brita	(m ³)	Camada 10 cm
Formas	(m ²)	Madeira preparada c/ desmoldante
Armação ϕ 10 mm	(kg)	CA 50
Forn. Aplic. Concreto	(m ³)	Fck 20 Mpa
Dreno Barbacã	(un)	Espaçamento 5 m
Reaterro / Compactação	(m ³)	
Transporte de terra	(m ³ xkm)	DTM 2 KM Fator de Empolamento 1.3
Espalhamento B.F. ⁴	(m ³)	
Plantio Grama	(m ²)	acima do nível d'água

A figura seguinte ilustra os critérios de cálculo utilizados para a estimativa dos quantitativos.

Figura.- Seção Moldada In Loco: Esquema Utilizado para Composição de Custos

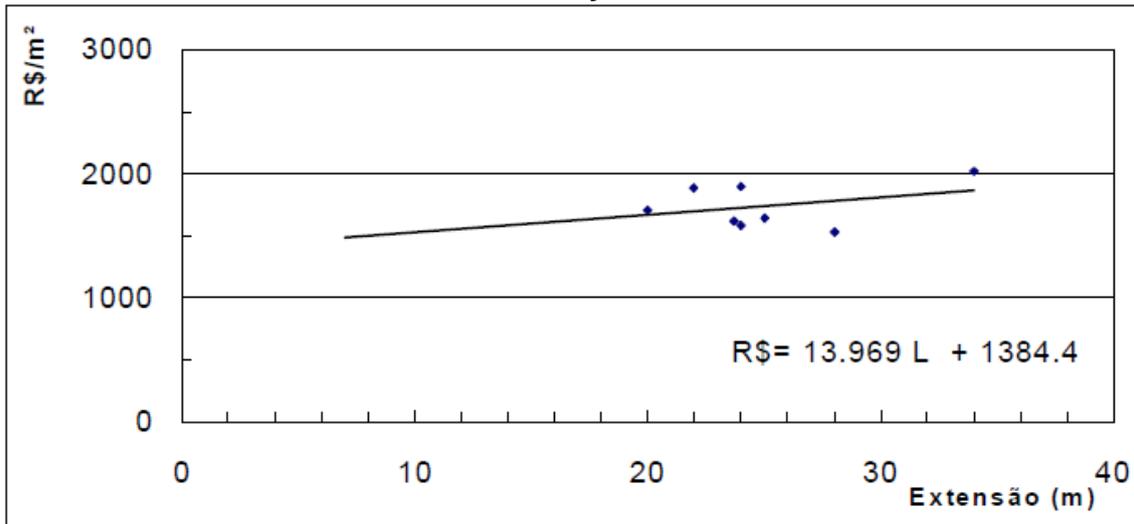


- Pontes

Pontes de concreto armado para travessia, extensão mínima de 6m e máxima de 40m. Custo é estimado em função da área e da extensão longitudinal.

O gráfico seguinte ilustra o custo estimado para confecção de pontes de concreto armado.

Gráfico.- Pontes: Custo Estimado em Função da Extensão e Área



É importante ressaltar que nem todas as composições apresentadas aqui serão implantadas de imediato na cidade de Itaí. Claro que, em se tratando de um Estudo de virá a ser implementado ao longo dos próximos anos, é de suma importância que se deixe composto os custos e serviços que por sorte virão a ser executados neste município.

9.3.- Caracterização e Custos das Intervenções na cidade de Itaí

Os estudos hidráulicos anteriormente desenvolvidos para o sistema de macrodrenagem do município de Itaí permitiram a proposição de alternativas para melhorias de seu funcionamento através da implantação de obras, as quais se traduzem tanto na fixação do leito dos cursos d'água com seções deficientes, como na execução de novas galerias de drenagem que visam atender as situações críticas de escoamento superficial geradas em situações de chuvas intensas.

Desta forma, a partir do pré-dimensionamento hidráulico das soluções propostas, foram elaborados estudos econômicos para a estimativa do custo das obras e dos investimentos necessários para a realização de cada alternativa, englobando aspectos relacionados ao método construtivo, à forma da seção transversal e ao tipo de revestimento dos aparelhos. Partindo-se do custo unitário estimado para cada obra, pode-se chegar à composição do custo global de cada alternativa proposta, e, por fim, à seleção da alternativa economicamente mais viável em cada caso analisado.

Assim, pode-se estabelecer uma hierarquia de intervenções necessárias ao encaminhamento adequado da drenagem das macro-bacias constituintes do município de Itaí, as quais são descritas a seguir, enfocando-se cada uma das suas características particulares.

Primeiramente, devido à emergência causada pelas fortes chuvas ocorridas no mês de dezembro de 2009 e janeiro de 2010, as quais trouxeram grandes transtornos e prejuízos à população de Itaí, foi adotado como prioridade neste

estudo as soluções propostas para o Jd. Marajoara, conforme detalhamento nas planilhas apresentadas nas soluções 1 e 2, nos volumes em anexo.

10.- DIRETRIZES EXECUTIVAS DE OBRAS E SERVIÇOS DE DRENAGEM EM ITAÍ

10.1.- Galerias

Para a implantação das obras e serviços propostos por este estudo para a drenagem das águas pluviais na cidade de Itaí, são aqui sugeridas algumas diretrizes e procedimentos que deverão ser adotados pela Prefeitura Municipal deste município, com o intuito de otimizar a implantação de redes de águas pluviais utilizando tubos circulares pré-fabricados de concreto, bem como a construção de sargetões, bocas de lobo, poços de visita e dissipadores de energia dessas águas captadas.

- LOCAÇÃO DA OBRA:

A locação da obra devera ser realizada sob a supervisão da Prefeitura Municipal de Itaí de acordo com o projeto.

- MATERIAIS:

Tubos de Concreto: Existem no mercado diversos materiais utilizados na confecção de tubos para drenagem urbana. Recomenda-se aqui a utilização de tubos de concreto simples ou armado, para águas pluviais, fabricados em acordo com as Normas NBR 8890/2003 da ABNT.

Estas normas especificam vários tipos de tubulação, em função de sua resistência à carga externa. Não existindo indicação específica nos projetos de construção, deverão ser utilizados nas redes de águas pluviais do Município de Itaí os seguintes tubos:

- Ligação entre as captações e os poços de visita:
Tubos de concreto simples, classe PS-1 (NBR 8890/03) nos diâmetros de 0,40 e 0,50m;
- Rede de drenagem pluvial:
Tubos de concreto armado, classe PA-2 (NBR 8890/03) nos diâmetros de 0,60, 0,80, 1,00, 1,20, 1,50 m e 2,00m.

Os tubos de concreto simples e armado são projetados para trabalhar em pressão atmosférica (escoamento livre). No entanto, tanto o tubo, como suas juntas, são testados hidrosticamente na fábrica à pressão interna de $P_i = 100$ kPa.

Recebimento dos Tubos de Concreto e Concreto Armado:

- Transporte: Os tubos deverão ser calçados lateralmente e nas extremidades, de maneira a impedir qualquer deslocamento.

As tubulações com diâmetros nominais iguais ou superiores ao DN (diâmetro nominal) 0,60 m deverão ser apoiadas em fôrmas de apoio (berços). Os tubos deverão ser armazenados com segurança.

- Inspeção dos tubos: Os materiais entregues na obra deverão ser inspecionados quanto ao seu estado, no ato do seu recebimento, cabendo a recusa pela Prefeitura no caso de eventuais defeitos que impeçam a sua montagem. Caberá, neste caso, ao fornecedor a obrigação de repor todo material que posteriormente for avariado ou recusado.

Os tubos entregues no canteiro de obras deverão ser ensaiados, inspecionados ou certificados na fábrica. Em cada unidade deverão ser marcados claramente:

- Diâmetro;
- Classe;
- Data de fabricação;
- Nome ou marca do fabricante.

- Descarga e manuseio dos tubos: Para a descarga dos tubos, deverão ser utilizados dispositivos de levantamento adequado, içados em posição horizontal, guiando-os no início e final da manobra. Evitar balanço, choques com as laterais do veículo ou com outros tubos.

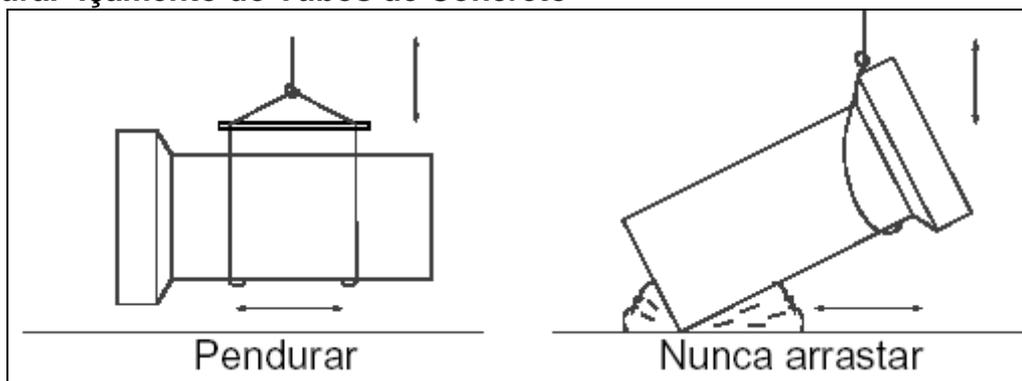
Nunca se deve:

- Arrastar os tubos no chão.
- Atirar os tubos no chão, mesmo em cima de pneus ou areia.

No canteiro de obras, os tubos serão dispostos ao longo da vala do lado oposto à terra removida, com as bolsas dirigidas a montante do sentido do fluxo. Se os tubos precisarem ser mudados de lugar após serem descarregados, as unidades só poderão ser roladas ou içadas, nunca arrastadas.

A Figura abaixo mostra o método correto de içamento dos tubos.

Figura.- Içamento do Tubos de Concreto



Independentemente do método de manuseio dos tubos, a Prefeitura de Itai deverá tomar as devidas precauções para evitar danos aos tubos e para assegurar que os mesmos estejam sendo manuseados com segurança.

- Estocagem de tubos: Os tubos deverão ser estocados o mais perto possível do local onde serão instalados.

Os tubos de concreto não deverão ser armazenados em pilhas. A área de estocagem deverá ser plana, limpa e livre de pedras ou objetos salientes.

- EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS:

Desvio de Trânsito e Sinalização: A Prefeitura se empenhará em tornar mínima a interferência dos seus trabalhos com o trânsito de pedestres e de veículos, criando facilidades e meios que demonstrem esta preocupação. A mesma participará da análise dos problemas previsíveis e das soluções a serem adotadas.

A sinalização adequada, deverá ser feita em obediência a todas as exigências do Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN.

Nenhuma obra ou serviço poderá ser iniciado sem a prévia licença do órgão gestor de trânsito e implantação da sinalização adequada.

A Prefeitura poderá, em casos especiais, com característica de emergência, isolar trechos de vias com tapumes e sinalização para reparos nos abatimentos de galerias, de pavimentos etc, comunicando logo a seguir ao órgão gestor do trânsito para providências complementares.

Topografia: Os trabalhos topográficos objetivam a fixação das obras no terreno de acordo com os projetos executivos, estes trabalhos dizem respeito a locação e conferência de cotas das tubulações a serem assentadas; obras especiais e cadastramento de obras executadas ou remanejadas.

É de suma importância que, a Prefeitura Municipal de Itai ou uma empresa eventualmente contratada para executar as obras, disponha de equipe topográfica, com profissionais experientes e instrumentos adequados para os serviços de locação e acompanhamento da obra.

Quando não existir na RNS área a ser trabalhada, deverá ser feito transporte de cotas com nivelamento e contranivelamento e implantado novos RNs, os quais deverão ser numerados para a inclusão no cadastro já existente.

Os responsáveis pela execução das obras farão a locação da poligonal correspondente ao eixo da galeria e marcará os dois bordos das valas a serem abertas.

As cotas de fundo das valas deverão ser verificadas de 10 em 10 metros, antes do assentamento da tubulação, para que sejam obedecidas as cotas de projeto, quer sejam nos trechos planos com em aclives ou declives.

Quando, a critério do projeto, for determinado o uso de cruzetas, a ordem de serviço conterá a numeração das estacas correspondentes ao trecho, com a indicação para cada estaca, de todos os elementos necessários à execução dos serviços ou sejam:

- cota do terreno (piquete) (CT)
- cota do projeto (geratriz inferior interna do tubo (CP)
- cota do coletor (geratriz superior externa do tubo (CC)
- cota do bordo superior da régua (CR)
- declividade (i)
- diâmetro interno mais espessura do tubo ($\emptyset + e$)
- altura da cruzeta a ser utilizada (C)
- altura do recobrimento (P)
- altura do bordo superior da régua em relação ao piquete (H)

Quando, a critério do projeto, for determinado o uso de gabarito, as régua deverão ser colocadas no máximo a 10m uma da outra e a ordem de serviço conterá a numeração das estacas correspondentes ao trecho e a indicação para cada estaca, de todos os elementos necessários à execução dos serviços, como sejam:

- cota do terreno (piquete) (CT)
- cota do projeto (geratriz inferior interna do tubo (CP)
- cota do bordo superior da régua (CP)
- declividade (i)
- diâmetro (\emptyset)
- altura do gabarito a ser utilizado (G)
- profundidade da geratriz inferior interna do coletor (P)
- altura do bordo superior da régua em relação ao piquete (H)

É recomendado que, os responsáveis pela execução das obras coloquem no mínimo 4(quatro) régua de cada vez, a fim de possibilitar uma imediata verificação por meio de uma linha de visada.

Logo após o assentamento da tubulação, deverá ser feita verificação da cota da geratriz superior da tubulação, particularmente, nas tubulações de grande diâmetro. A verificação dessas cotas indicará possíveis recalques da tubulação, possibilitando assim, quando for o caso, as correções necessárias.

Todas as obras subterrâneas encontradas e que não constam dos cadastros ou desenhos fornecidos, serão locadas e cadastradas.

Os trabalhos topográficos efetuados, serão verificados pela Prefeitura Municipal de Itai e aqueles encontrados fora das tolerâncias estabelecidas serão obrigatoriamente refeitos.

Antes de iniciar a escavação, os responsáveis pela execução das obras farão a pesquisa de interferências no local juntamente com o pessoal das concessionárias, a fim de confirmar o posicionamento correto das utilidades mostradas nos desenhos de projeto.

Uma vez locado e nivelado o eixo da tubulação e colocadas estacas de amarração e RN fora da área de trabalho, será iniciada a escavação para o assentamento dos tubos, a ser efetuada de acordo com as dimensões e detalhes indicados no projeto.

Escavação da Vala: As valas deverão ser escavadas segundo a linha de eixo, respeitando o alinhamento e cotas indicados no projeto e/ou determinações da Prefeitura.

A escavação compreenderá a remoção de qualquer material abaixo da superfície natural do terreno até as linhas e cotas especificadas no projeto e ainda a carga, transporte e descarga do material nas áreas e depósitos previamente aprovados pela Prefeitura de Itai.

A escavação poderá ser manual ou mecânica em função das interferências existentes, a critério da Prefeitura.

A extensão máxima de abertura de vala deverá observar as limitações do local de trabalho, condições de produção da executora das obras e nas operações de assentamento, reaterro, etc.

Visto que as obras são usualmente localizadas em áreas de passagem pública, deverão ser observados os aspectos de segurança dos transeuntes e veículos. Os locais de trabalho deverão ser sinalizados, de modo a preservar a integridade tanto do público em geral, como dos operários e equipamentos utilizados.

Deverão ser definidos e mantidos acessos alternativos, evitando-se a total obstrução da passagem de pedestres e/ou veículos.

Quando a escavação em terreno de boa qualidade tiver atingido a cota indicada no projeto, deverá ser feita a regularização e limpeza do fundo da vala. Caso ocorra a presença de água, a executora das obras deverá criar sistemas de controle e captação de águas superficiais e subterrâneas convergentes às valas abertas, para que:

- A vala permaneça seca, durante a escavação e assentamento dos tubos.
- As juntas dos tubos possam ser mantidas limpas antes da sua ligação.
- A segurança e a estabilidade das paredes da vala sejam garantidas durante a realização dos trabalhos.

Se no decorrer da escavação for atingido terreno rochoso, este deverá ser desmontado a fogo se se apresentar sob a forma maciça e contínua, ou simplesmente retirado.

A autorização do órgão competente para transporte e uso de explosivos deverá ser encaminhada à Prefeitura Municipal de Itaí antes do início das detonações.

O desmonte a fogo deverá ser executado em bancadas ou por altura total, com perfurações verticais ou inclinadas, em conformidade com a natureza da rocha a desmontar e com todas as precauções de segurança. Os planos de fogo deverão ser obrigatoriamente submetidos à aprovação prévia da Prefeitura de Itaí.

Quando, pela proximidade de prédios e seus complementos, logradouros ou por circunstâncias outras, a critério da Prefeitura, for inconveniente ou desaconselhável o emprego de explosivos para o desmonte da rocha, esta deverá ser desmontada a frio, empregando-se processo mecânico.

Em especial no primeiro metro de profundidade da escavação, esta deverá ser realizada cuidadosamente para identificação e proteção de interferências não assinaladas no projeto.

Todas as interferências localizadas deverão ser identificadas e cadastradas, atualizando-se os desenhos de projeto. Deverão ser seguidas as orientações de projeto ou da Prefeitura para escoramento e / ou remanejamento das interferências localizadas.

A rigor, a largura livre de trabalho na vala deve ser, no mínimo, igual ao diâmetro do tubo, acrescidos de 0,60m para profundidade até 2m, devendo ser acrescentados 0,10m para cada metro ou fração excedida dos 2m iniciais.

Qualquer excesso de escavação ou depressão no fundo da vala deve ser preenchido com material granular fino e compactado.

O material escavado será depositado, sempre que possível, de um só lado da vala, afastado de 1m da borda da escavação. Em casos especiais, a Prefeitura poderá determinar a retirada total do material escavado.

Escoramento: As valas para implantação da rede de águas pluviais deverão ser executadas atendendo as determinações de projeto ou da Prefeitura Municipal de Itaí:

- Com taludes laterais estáveis;
- Com taludes verticais.

Será obrigatório, no mínimo, o escoramento de valas e cavas de talude vertical com profundidade superior a 1,50 m. O tipo de escoramento a ser utilizado deverá atender às Diretrizes Executivas de Serviços de Geotecnia ES-C05 – Escoramentos.

Embasamento do tubo - fundação e berço: Completado o serviço de escavação, deverá ser inspecionada a superfície de escavação para verificar sua adequabilidade conforme as diretrizes de projeto.

Nos locais em que o solo de fundação não apresente condições satisfatórias, deverá ser promovida a sua substituição, conforme especificações de.

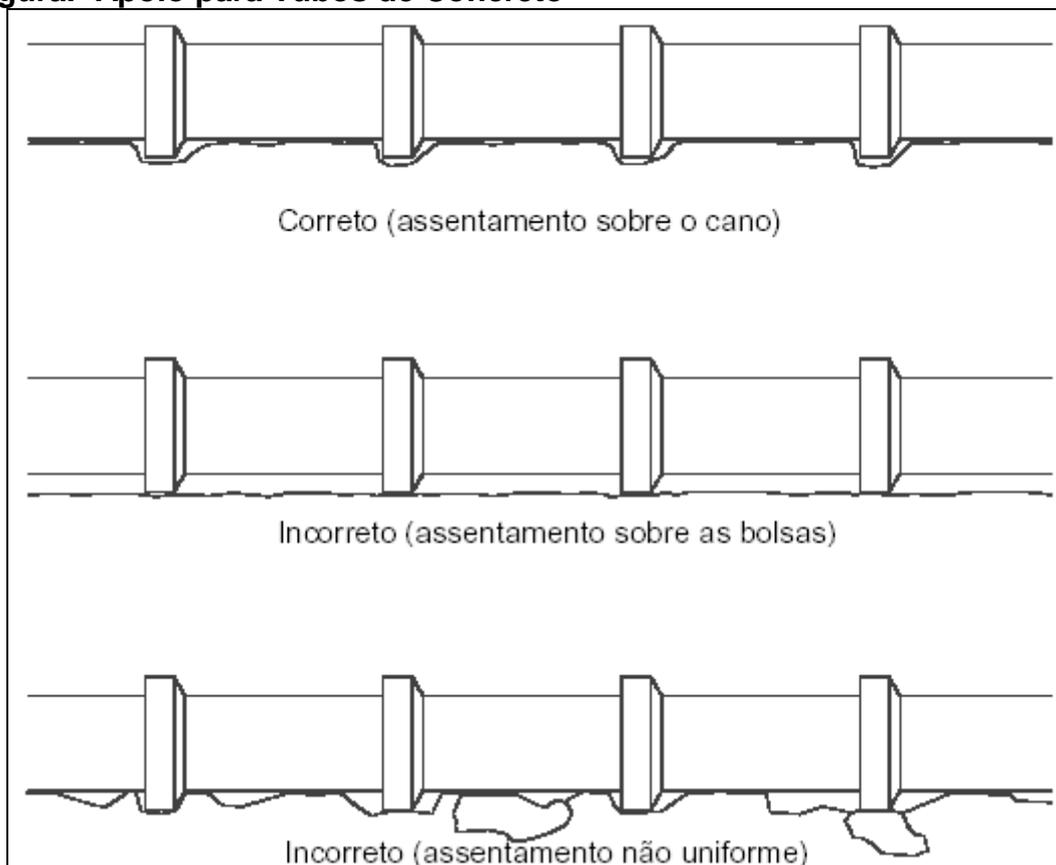
O fundo da vala deve ser apiloado para eliminar a existência de materiais soltos. Este deverá se apresentar uniforme nas cotas e declividades especificadas em projeto, desprovido de quaisquer saliências ou reentrâncias.

Nas construções de redes de águas pluviais do Município de Itaipava, não é admitida a instalação dos tubos diretamente sobre o fundo da vala. Deverão ser sempre construídos em material granular ou concreto, berços de apoio, conforme especificação de projeto e/ou da Prefeitura, salvo em situações onde seja comprovada a boa capacidade de suporte do terreno natural.

A superfície dos berços, sobre o qual se apoiará a tubulação, deverá ser lisa, uniforme e retilínea, sem pontos altos e baixos. Se os tubos forem assentados por meio de guindaste com eslingas, deverão ser escavados pequenos sulcos no berço para facilitar a remoção das eslingas debaixo dos tubos.

Nas juntas de ponta e bolsa deverão ser deixados amplos recessos, a fim de impedir que as bolsas fiquem apoiadas sobre o fundo. Todos os tubos deverão ter seu apoio feito sobre o corpo do mesmo, conforme mostrado na figura seguinte.

Figura.- Apoio para Tubos de Concreto



Tipos de embasamento: O contato entre o fundo e a fundação na qual ele irá assentar-se é o leito do tubo. Todo um ótimo serviço de nivelamento e assentamento poderá ser perdido, caso não seja dada a devida importância à base onde se assentará o tubo.

A espessura da camada de embasamento será variável e determinada de acordo com a natureza do terreno. Na execução e no acabamento da camada de embasamento deverão ser tomadas, pelos executores das obras, especiais precauções para desde aquela ocasião, garantir a declividade da tubulação estabelecida no projeto.

Base em Leito de Rocha:

Quando o fundo natural da vala for constituído de rocha contínua, a critério da Prefeitura poderá ser exigida uma escavação abaixo da cota de projeto de tubulação de no mínimo 80mm e no máximo 150mm. Antes do assentamento da tubulação deverá ser feito o reaterro até a cota de projeto com material selecionado, fornecendo um suporte contínuo e uniforme à tubulação, sendo a declividade final reajustada com ferramentas manuais. Debaxo de cada tubo a declividade deverá ser constante, sendo permitida uma tolerância de 10mm entre a linha de centro do tubo e o fundo preparado da vala.

Bases Normais:

Estes tipos de bases são usuais em terrenos de boa constituição, exceto rocha. A base de assentamento do tubo tem sensível influência na resistência e até mesmo na vida útil da galeria.

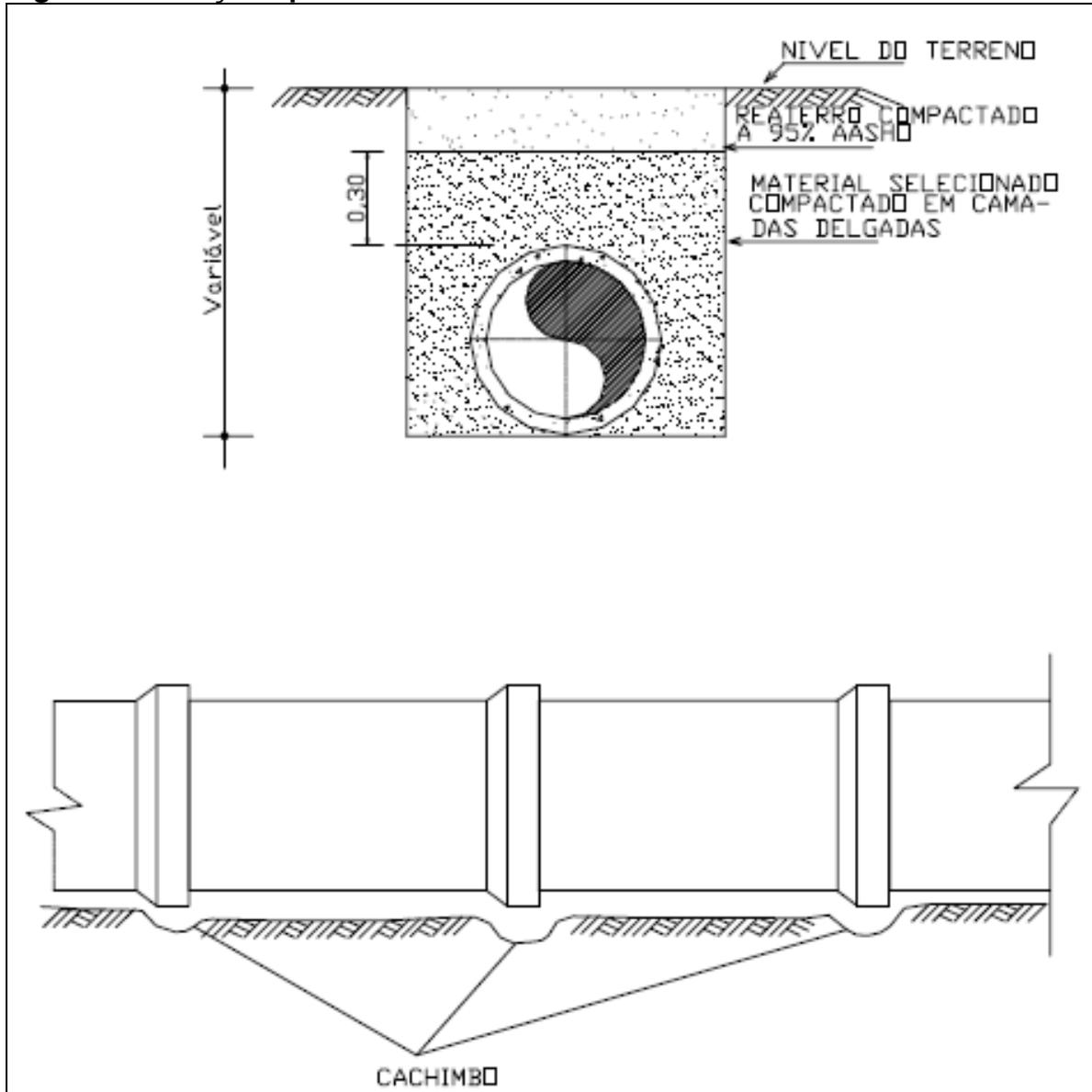
Deste modo, quando necessário um berço melhor para aumentar a resistência do tubo, quer por efeito de carga móvel ou ainda pelo aumento da profundidade de assentamento do tubo; devemos considerar a variação do fator de carga oferecido por cada tipo de embasamento projetado.

Assim definiu-se diversos tipos de base, as quais induzem diferentes fatores de carga, assumindo-se um tipo para cada variação de diâmetro e profundidade conforme os quadros seguintes.

a) Tipo 1

- Base comum, assentamento direto
- Fator de carga: 1,1 (um vírgula um)

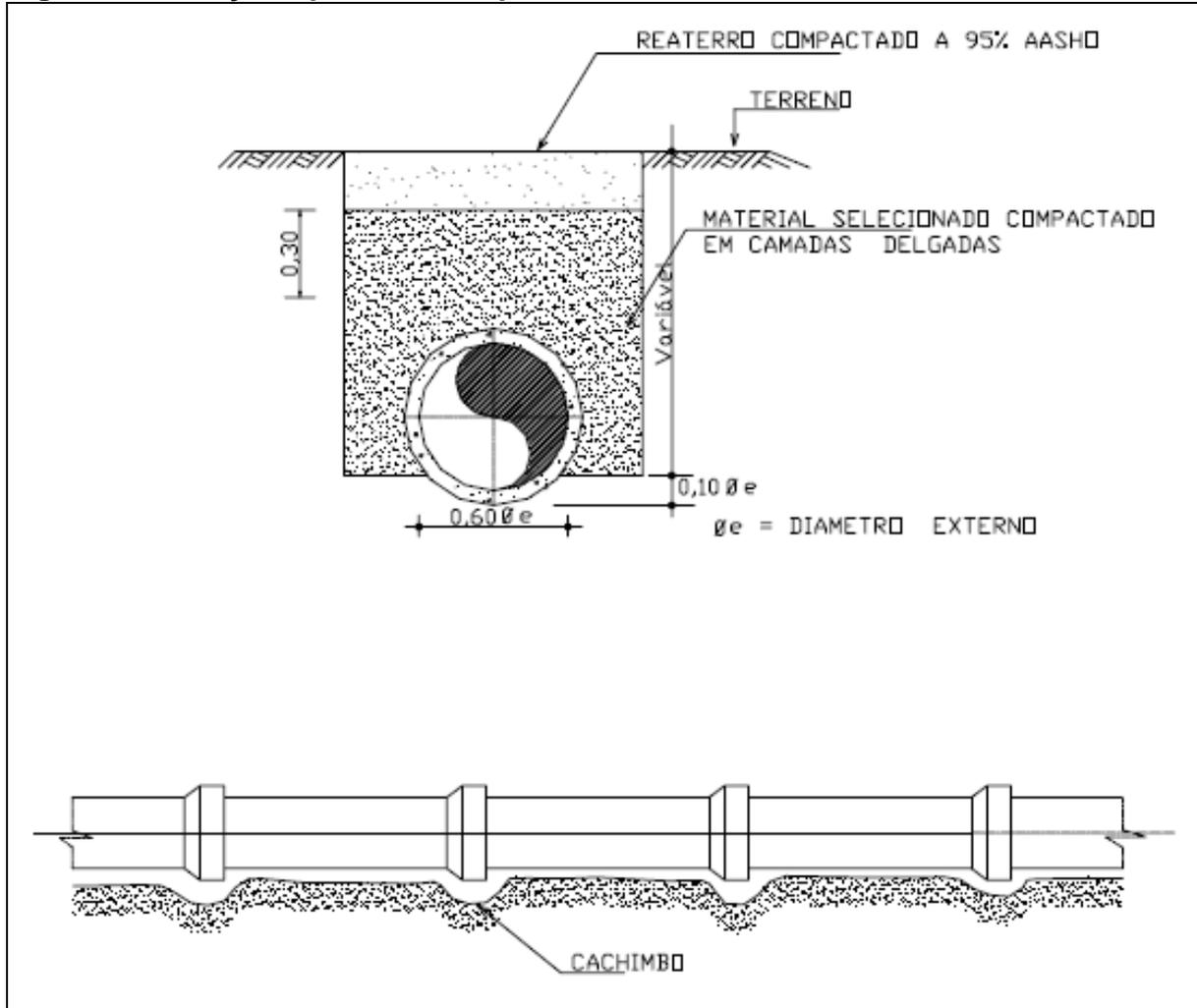
Figura.- Ilustração tipo Base Comum



b) Tipo 2

- Base simples, berço em calota no terreno
- Fator de carga: 1,5 (um vírgula cinco)

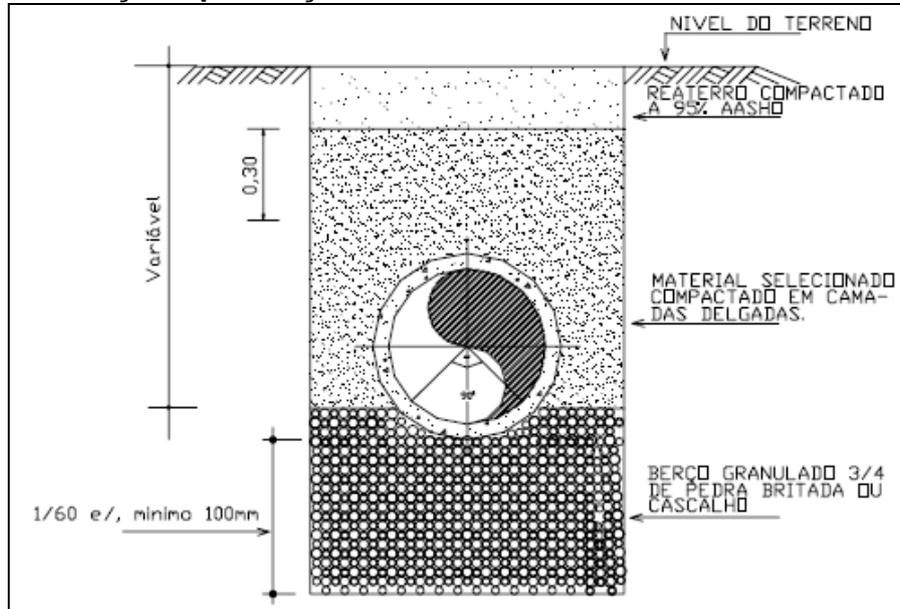
Figura.- Ilustração tipo Base Simples



c) Tipo 3

- Berço granular
- Fator de carga: 1,9 (um vírgula nove)

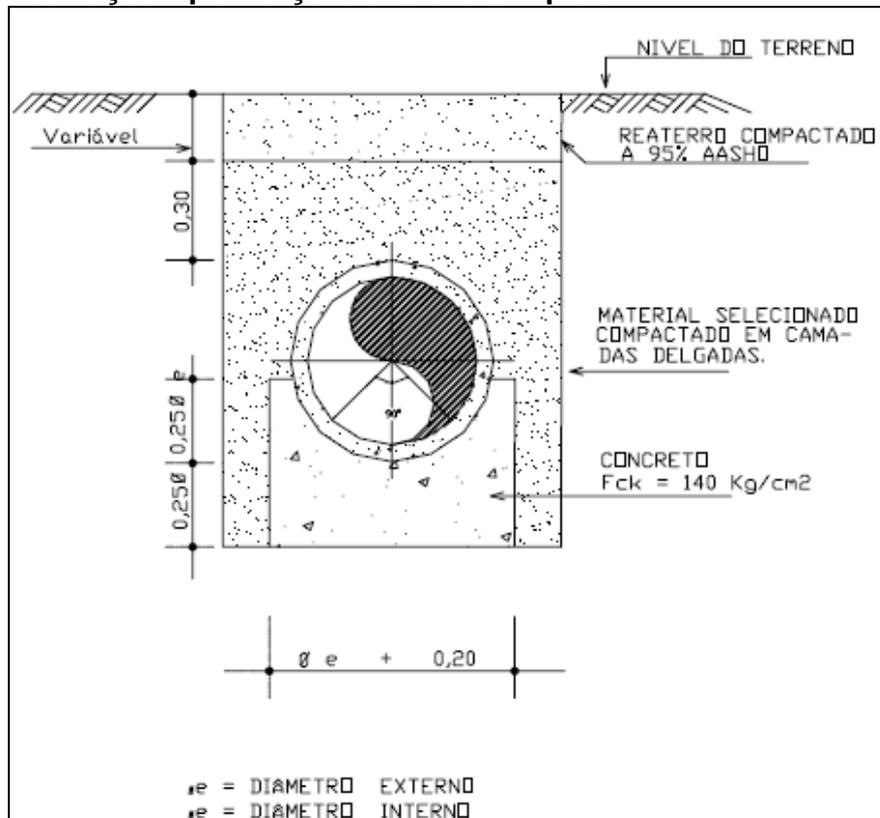
Figura.- Ilustração tipo Berço Granular



d) Tipo 4

- Berço de concreto simples
- Fator de carga: 2,4 (dois vírgula quatro)

Figura.- Ilustração tipo Berço Concreto Simples



Base em Terreno de Fraca Resistência:

Neste tipo de terreno duas opções de solução podem ser aplicadas, a primeira, a mais comum, é a de que se a camada de fraca resistência tiver uma espessura de 0,50m a 1,00m abaixo do fundo da vala, esta poderá ser substituída por pedra de mão (enrocamento). Retira-se todo o material imprestável até se encontrar o terreno com a capacidade de suporte requerida, faz-se o enchimento até cerca de 0,10m abaixo do fundo da vala com pedra-de-mão e pó de pedra e o restante do enchimento será completado com concreto simples. O berço da tubulação será como quaisquer dos tipos citados anteriormente, conforme a necessidade. Nas figuras seguintes, são apresentadas as ilustrações de tais soluções.

A segunda opção é quando o local não permitir a retirada da camada a substituir ou se a mesma for de grande espessura, o que tornará anti-econômica essa retirada. O recurso será a colocação de estacas de eucalipto ou similar. Com isto, transmite-se a carga atuante a camada mais profunda e em condições capazes de recebe-la. As estacas deverão ter suas cotas de arrasamento abaixo do nível d'água permanente, e quando ficarem em contato com água salgada devem sofrer uma proteção com um banho de creosoto ou como precaução mínima, serem cravadas com casca. As camadas subseqüentes às estacas e que formarão a base propriamente dita deverão ser as apropriadas como em qualquer dos tipos citados anteriormente.

Figura.- Base em Terreno de Fraca Resistência (Tipo 1: Base comum, assentamento direto – fator de carga = 1,1)

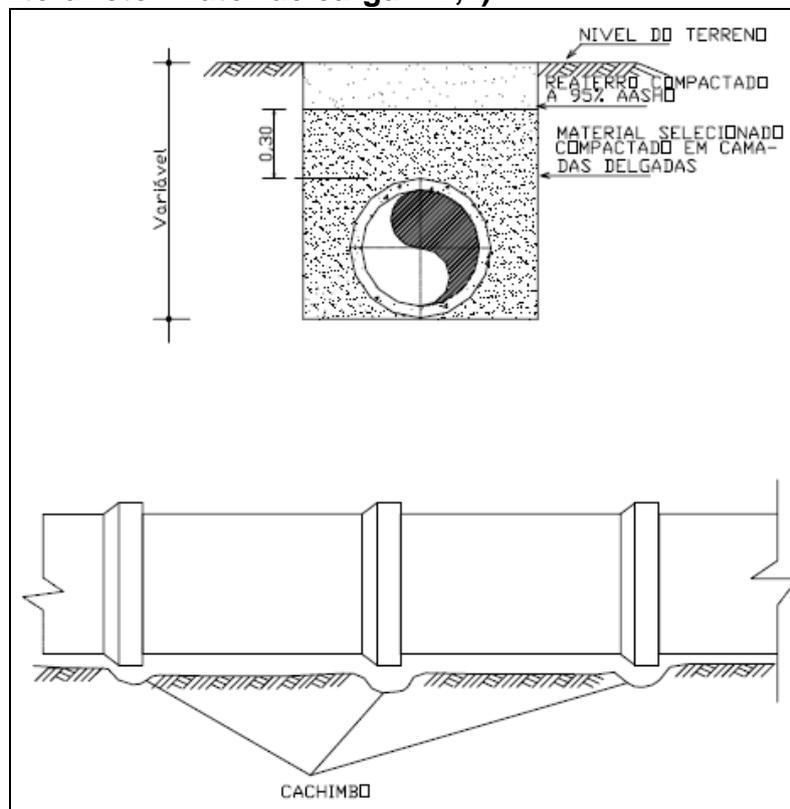


Figura.- Base em Terreno de Fraca Resistência (Tipo 2: Base simples, berço em calota no terreno – fator de carga = 1,5)

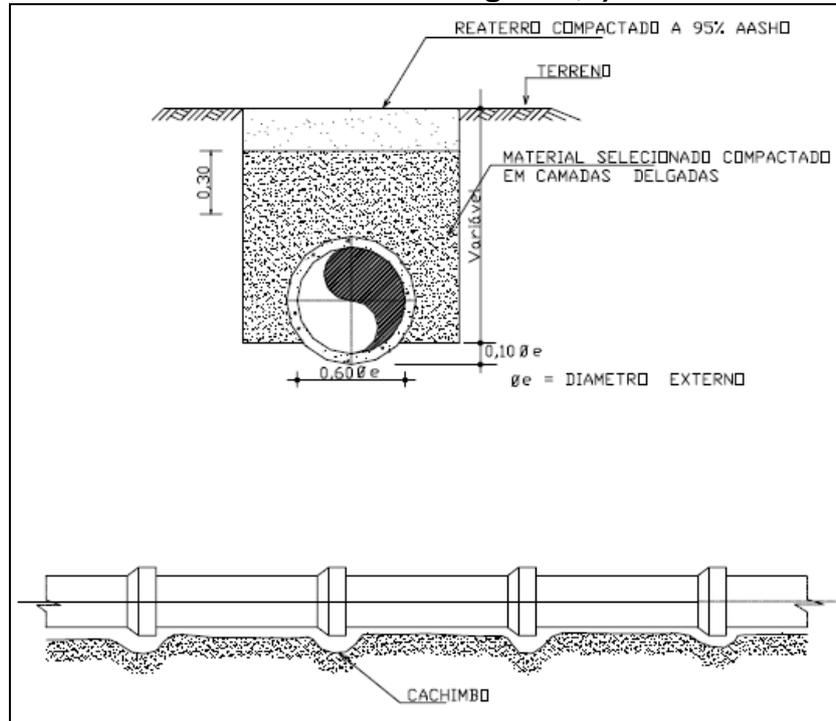


Figura.- Base em Terreno de Fraca Resistência (Tipo 3: berço granular – fator de carga = 1,9)

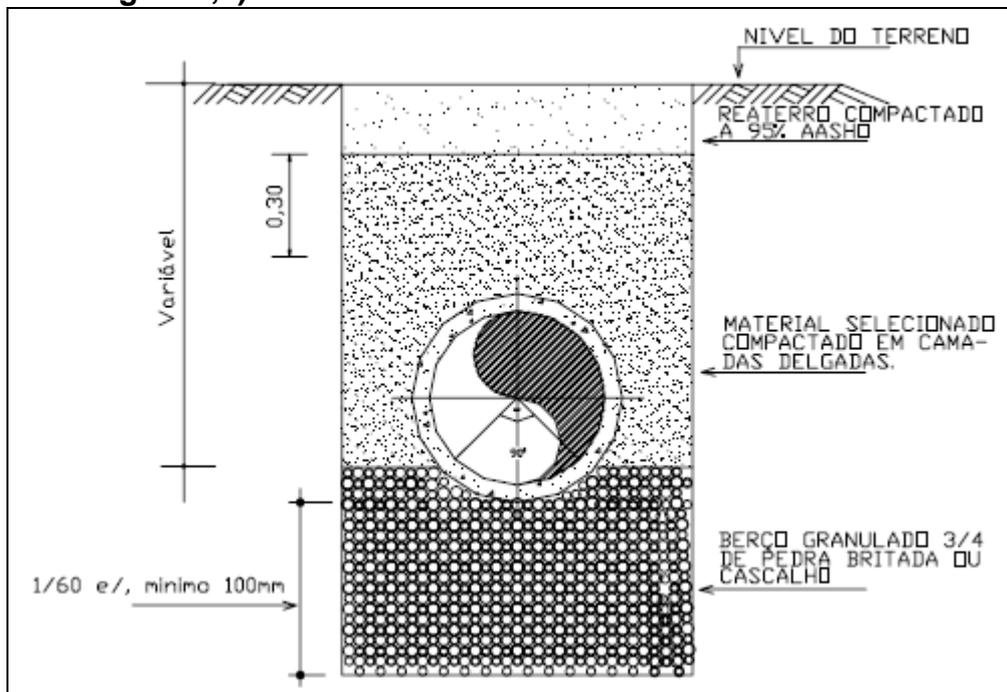


Figura.- Base em Terreno de Fraca Resistência (Tipo 4: berço de concreto simples – fator de carga = 2,4)

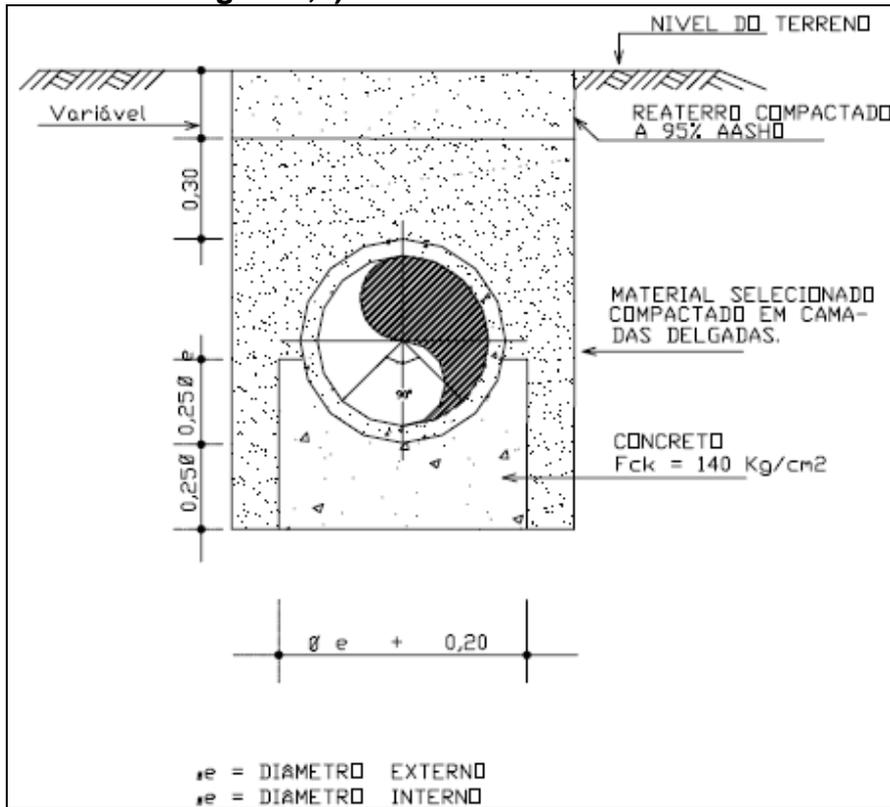
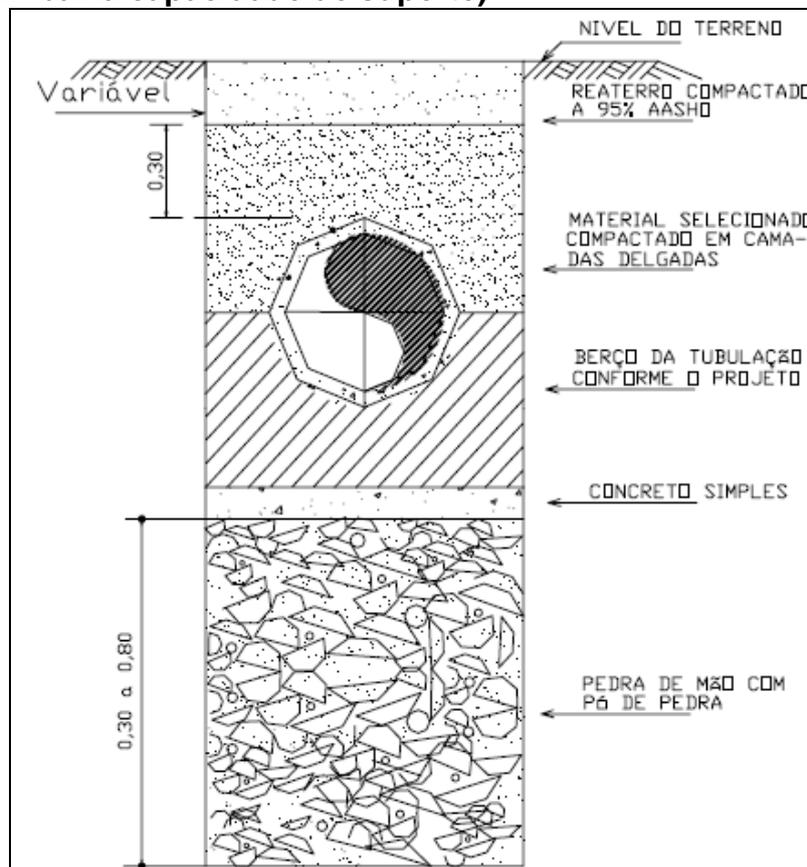


Figura.- Base em Terreno de Fraca Resistência (Tipo 4: terreno em fundo de vala com baixa capacidade de suporte)



Assentamento dos tubos: O assentamento da tubulação deverá seguir os trabalhos de abertura de vala que será executado de jusante para montante com a bolsa voltada para montante. O fundo da vala será nivelado de modo a atender às cotas de projeto e permitir que assentamentos partam de várias frentes, convergentes ou divergentes sem necessidade de correção de cotas nas encostas. A Prefeitura efetuará a verificação de cotas, antes do assentamento final.

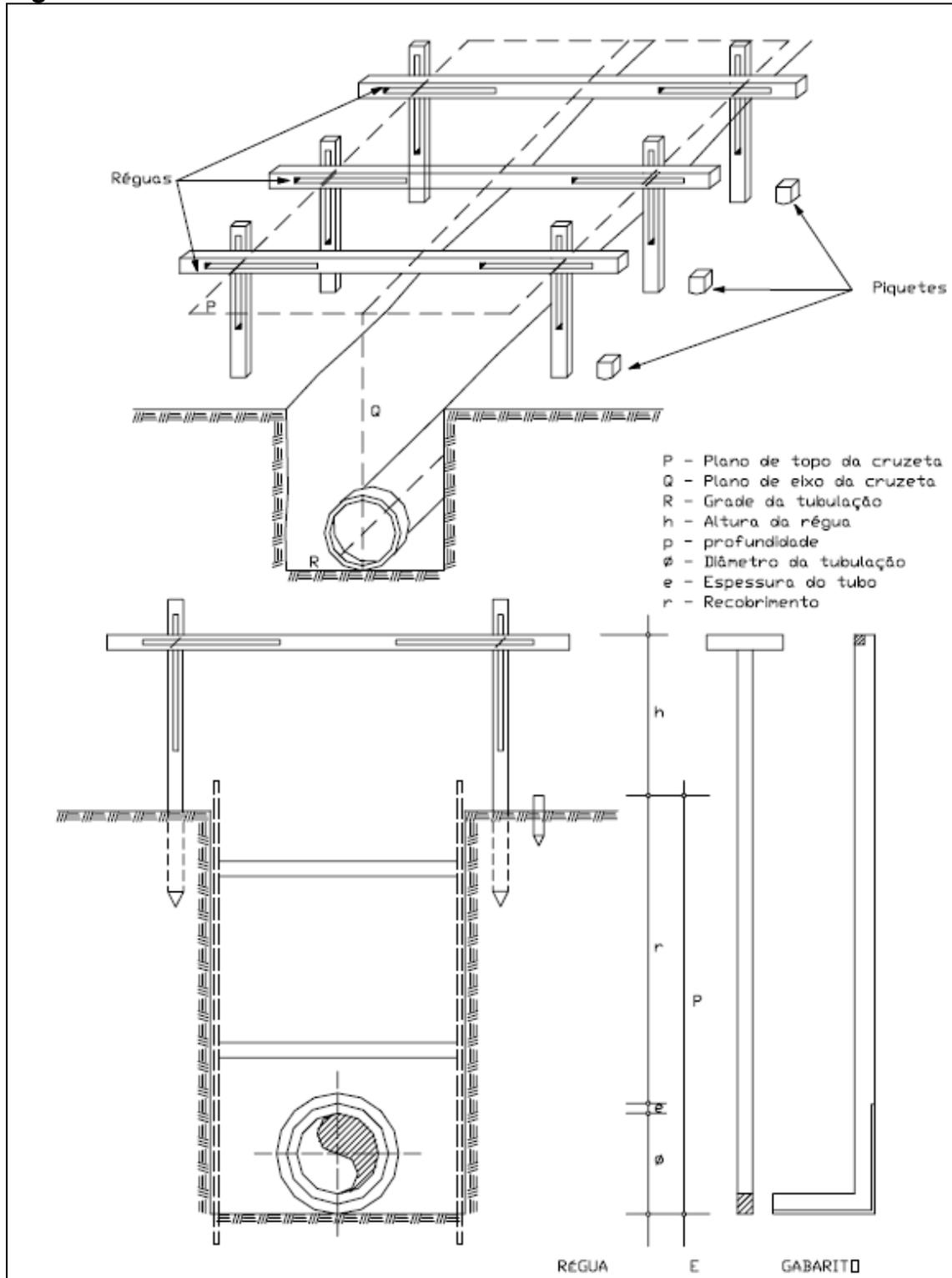
Os parâmetros de projeto, declividade e alinhamento dos tubos, serão feitos topograficamente, podendo ser executado de duas formas:

- por cruzetas
- por gabarito

A diferença entre as duas está em que a cruzeta trabalha sobre o corpo do tubo, enquanto o gabarito trabalha sobre a geratriz interna inferior do tubo.

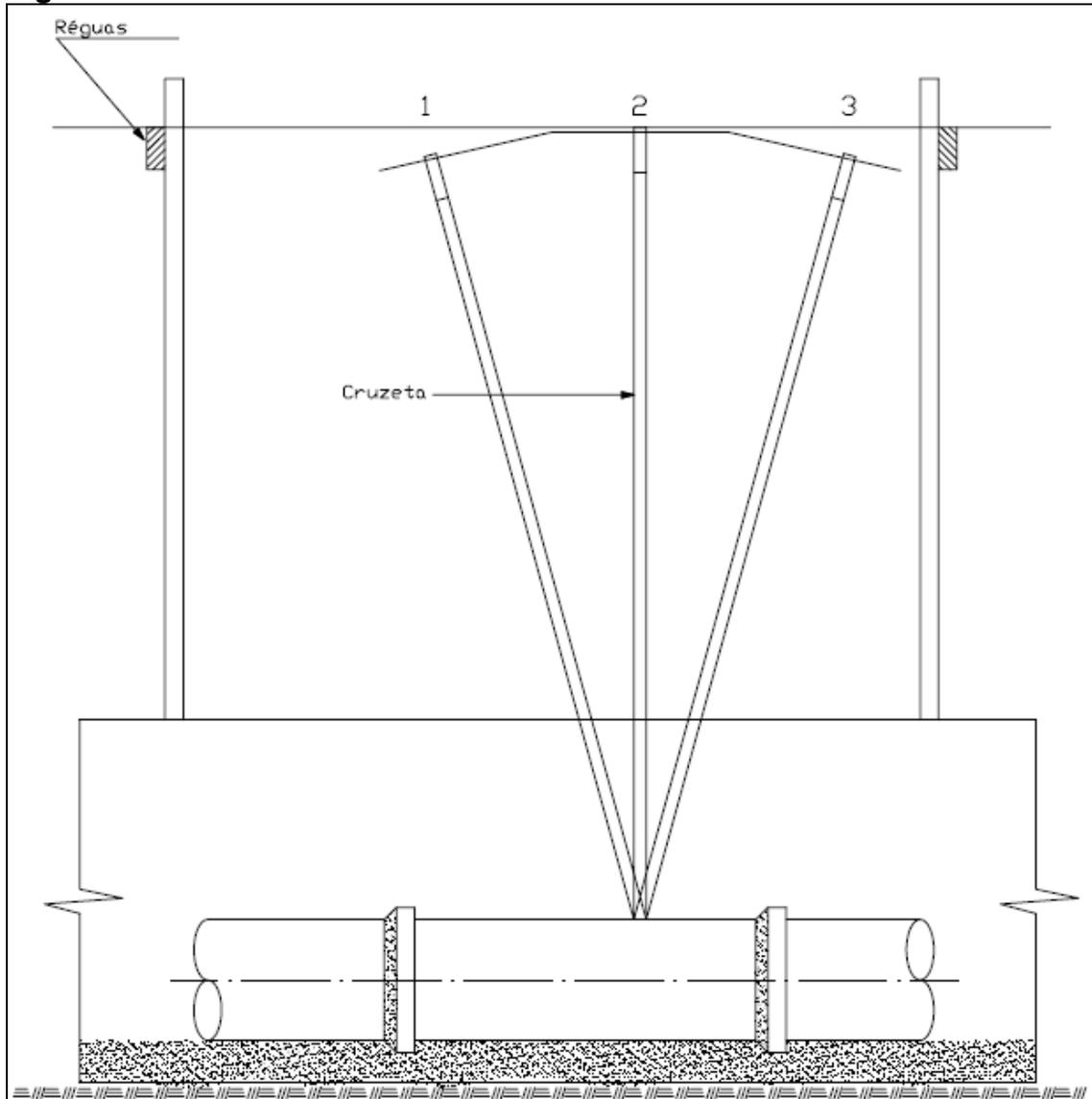
Quando o método empregado for o de cruzeta, o “greide” de assentamento da tubulação será obtido por meio de duas réguas instaladas de acordo com as ilustrações seguintes.

Figura.- Método de Gabarito



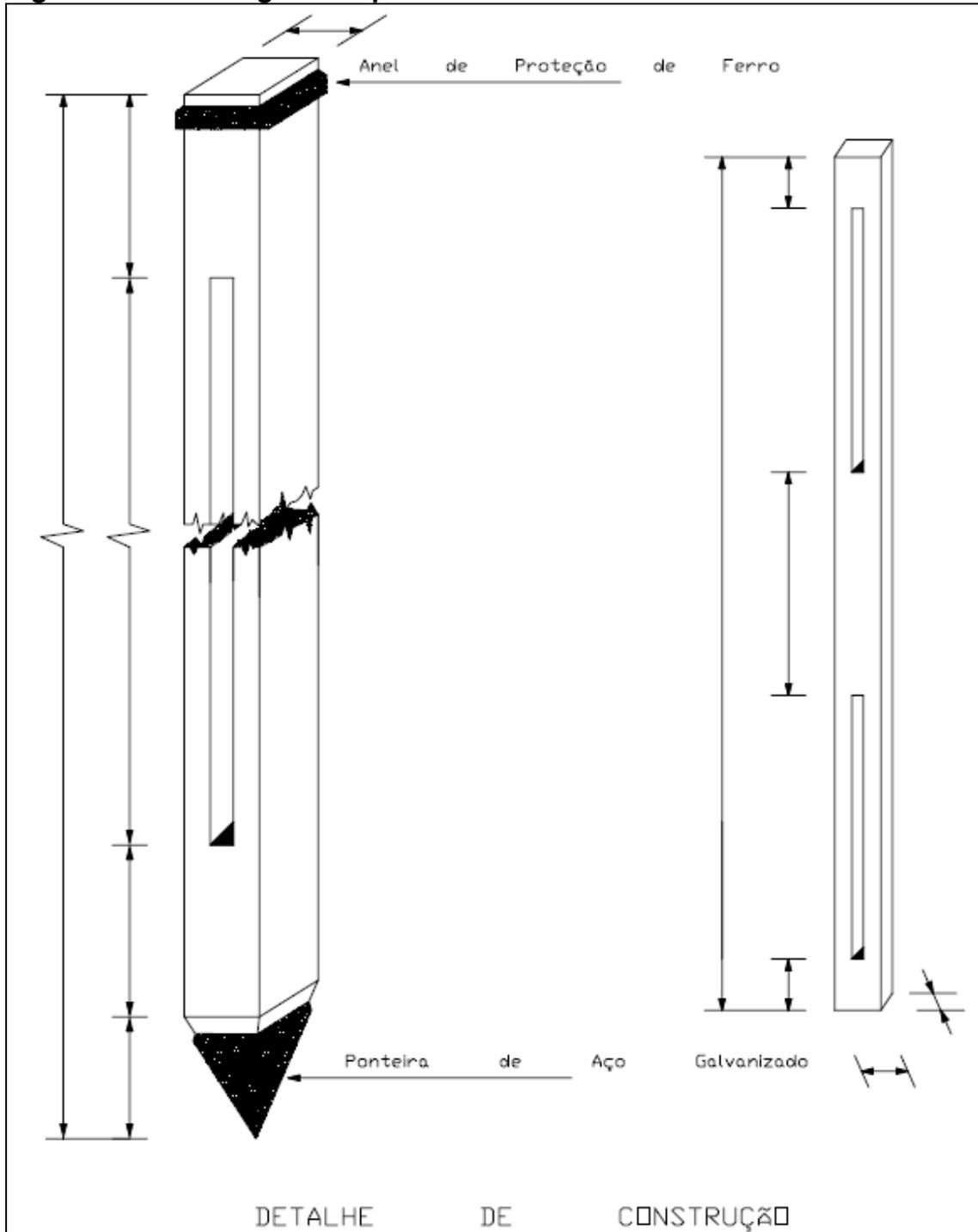
Nota: Todas as medidas são em metro

Figura.- Método das Cruzetas



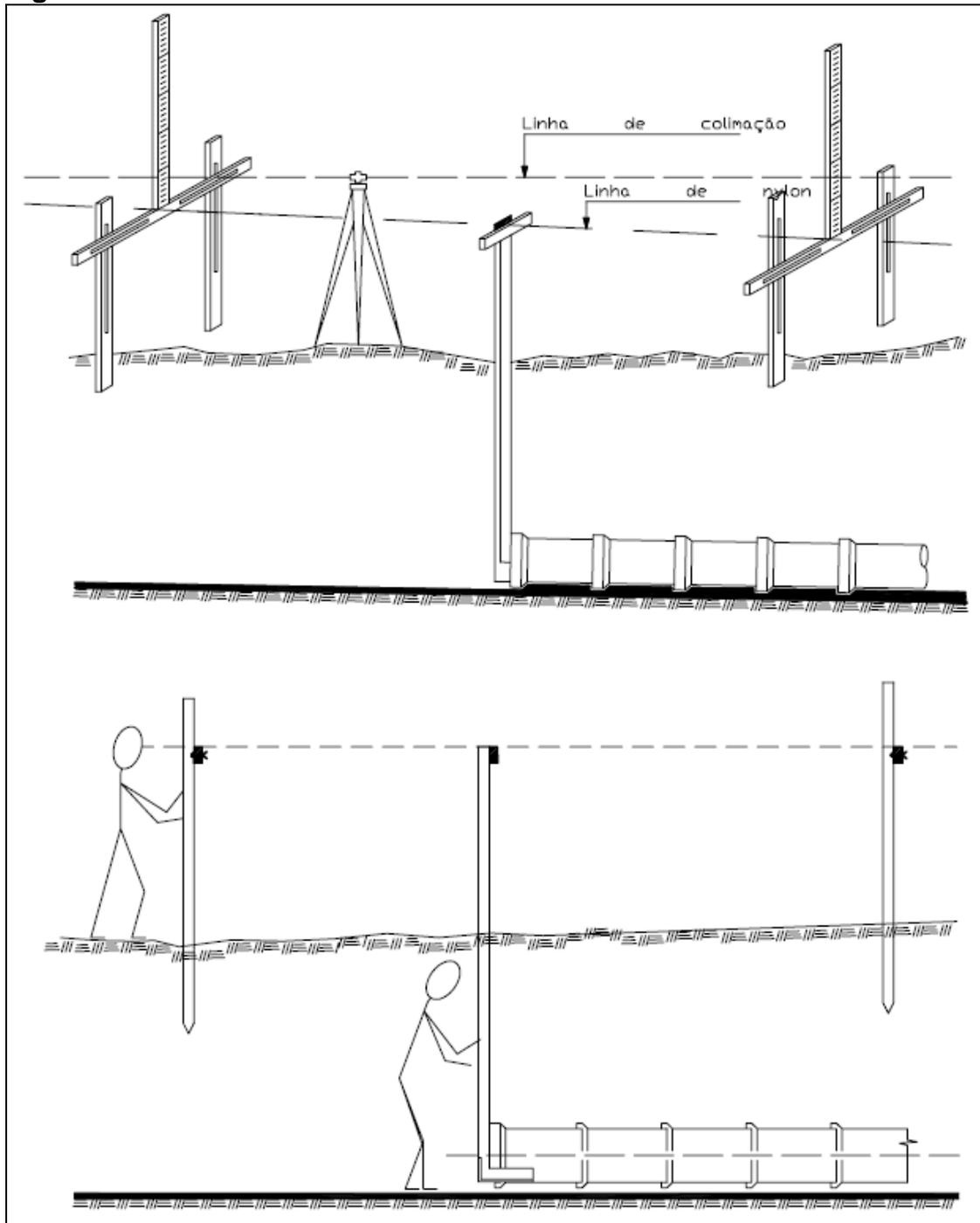
Quando o método empregado for o de gabarito, as réguas deverão ser colocadas no máximo de 10m em 10m, uma da outra, e a linha visada será obrigatoriamente de fio de “Nylon” ou similar sem emendas. A ilustração seguinte explicita o referido método.

Figura.- Método Régua e Suporte



As régua, cruzetas e gabaritos deverão ser de madeira de boa qualidade e deverão apresentar perfurações a fim de resguardá-los contra empenos devido a influência do tempo, conforme figura seguinte.

Figura.- Método do Gabarito 2



As réguas usualmente são fabricadas nas larguras de 10cm a 15cm em espessura de 3cm a 5cm, e de comprimento superior a largura da vala suficiente para garantir uma boa estabilidade nos dois suportes.

Suas bordas deverão ser retas e paralelas a fim de não provocar erros de leitura da mira falante.

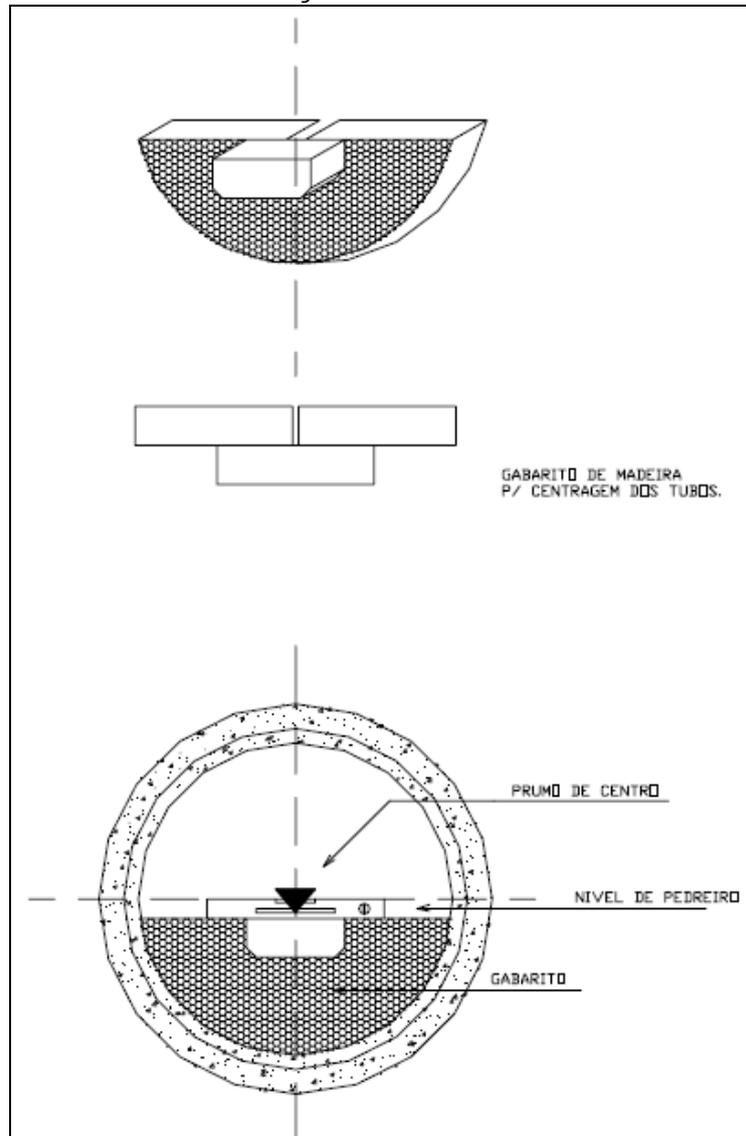
Deverão ser pintadas em cores vivas que apresentem contraste uma com as outras tais como preto e branco, preto e amarelo, ou vermelho e branco, a partir do seu centro e sua colocação alternadamente no campo.

Todo o cuidado deverá ser tomado em manter as réguas nas posições corretas durante a execução dos diferentes serviços para o assentamento da tubulação. Para isto, é imprescindível que sejam fincadas estacas testemunhas para cada régua devendo a cota das réguas ser periodicamente inspecionada, cujas estacas deverão ser referenciadas aos RNs anteriormente implantadas.

O eixo dos tubos será locado através da linha de “Nylon” passando pelo centro das réguas e que deverá coincidir com o centro da vala escavada. Através dessa linha será suspenso o fio de prumo a proporção que prossegue o assentamento que deverá coincidir com o fio de prumo.

O centro do tubo, que deverá coincidir com o fio de prumo, será definido conforme mostrado na ilustração na figura seguinte.

Figura.- Alinhamento da Tubulação



Antes de serem colocados dentro das valas, os tubos deverão ser limpos de toda a sujeira e detritos, e inspecionados verificando-se a ocorrência de avarias, especialmente nas extremidades (ponta e bolsa). Só poderão ser assentados tubos sem defeito e previamente aprovados.

Quando as operações de assentamento estiverem paralisadas, as extremidades opostas da tubulação deverão ser fechadas com tampas de madeira, a fim de impedir a entrada de terra, detritos, animais ou qualquer outra matéria estranha.

Os tubos deverão ser assentes sobre o berço, apoiados pelo corpo do tubo. Deverão ser posicionados e alinhados, efetuando-se o encaixe entre a ponta de um tubo e a bolsa do tubo subsequente. Sob as bolsas, deverá existir um nicho no berço para garantir que estas não se apoiem sobre o fundo conforme já salientado, e em especial, possa ser feito o rejuntamento da parte inferior da junta.

Juntas:

Posicionados os tubos, as juntas deverão ser parcialmente preenchidas com juta ou estopa alcatroada.

Com o uso de um estopador, a juta ou estopa alcatroada deverão ser ajustadas no fundo da bolsa, garantindo o fechamento do fundo da junta para evitar a fuga de argamassa para o interior do tubo. Deverá ser mantido livre um espaço de no mínimo 5,0 cm ou 2/3 do comprimento da bolsa (o maior dos dois).

Feita a vedação, antes da execução de qualquer tipo de junta, deve ser verificado se as extremidades dos tubos estão perfeitamente limpas e, se for o caso, se a ponta de cada tubo está perfeitamente centrada em relação à bolsa.

Duas opções de juntas poderão ser utilizadas:

• Opção 1 – Com argamassa de cimento e areia:

A argamassa deverá ser no traço 1:3, em volume, de consistência seca. Com o uso de um rebatedor, a argamassa deverá ser compactada, preenchendo-se todos os vazios da junta, retirando-se com ferramenta apropriada (rodo) o material em excesso na parte interna do tubo. Esta operação de rejuntamento deverá ser executada depois de ser feito o encaixe de três tubos adiante, a fim de que o rejunte não venha a se romper em consequência de abalos.

Quando da impossibilidade de esgotamento total de água existente na vala, a argamassa de rejunte deverá ser no traço 1:2 em volume.

Externamente, as juntas deverão ser protegidas por um capeamento de argamassa de cimento e areia, com um comprimento mínimo de 7,0 (sete) cm, formando-se uma cunha de 45° a partir da extremidade da bolsa.

No caso do assentamento em que o subsolo contenha água o capeamento externo deverá ser feito com argamassa de cimento e tabatinga, no traço 1:1 em volume.

Para tubos com diâmetro igual ou inferior a 0,50m, deve-se ter o cuidado de colocar uma porção suficiente de argamassa de rejunto na parte inferior da bolsa de cada tubo antes da colocação do tubo, seguinte. O rejuntamento externo deverá obedecer as instruções acima aplicadas para tubos com diâmetro superior a 0,50m.

Quando do assentamento de tubos de diâmetro igual ou superior a 1,00m para evitar que a ponta do tubo fique assentada na bolsa do tubo, poder-se-á utilizar pastilha de concreto simples na espessura da junta para evitar tal situação.

• Opção 2 - Com asfalto:

Esta opção compreende a substituição da argamassa de cimento e areia por uma mistura betuminosa que garante a estanqueidade da junta.

A mistura apresenta as seguintes vantagens:

- boa aderência a bolso dos tubos de concreto;
- plasticidade e elasticidade suficientes para suportar esforços deformantes sem rutura;
- rigidez necessária e suficiente para suportar o próprio peso, motivando o deslocamento da mistura da parte alta para a parte baixa;
- facilidade de aplicação;
- inalterabilidade dos constituintes quentes nas condições ambientais, não permitindo decomposições ou alterações, compreendendo, conseqüentemente a junta estanque flexível.

Componentes da mistura asfáltica em peso:

- uma parte de asfalto comum;
- uma parte de asfalto oxidado
- quatro partes de pó de pedra (passando na peneira de 80 mesh).

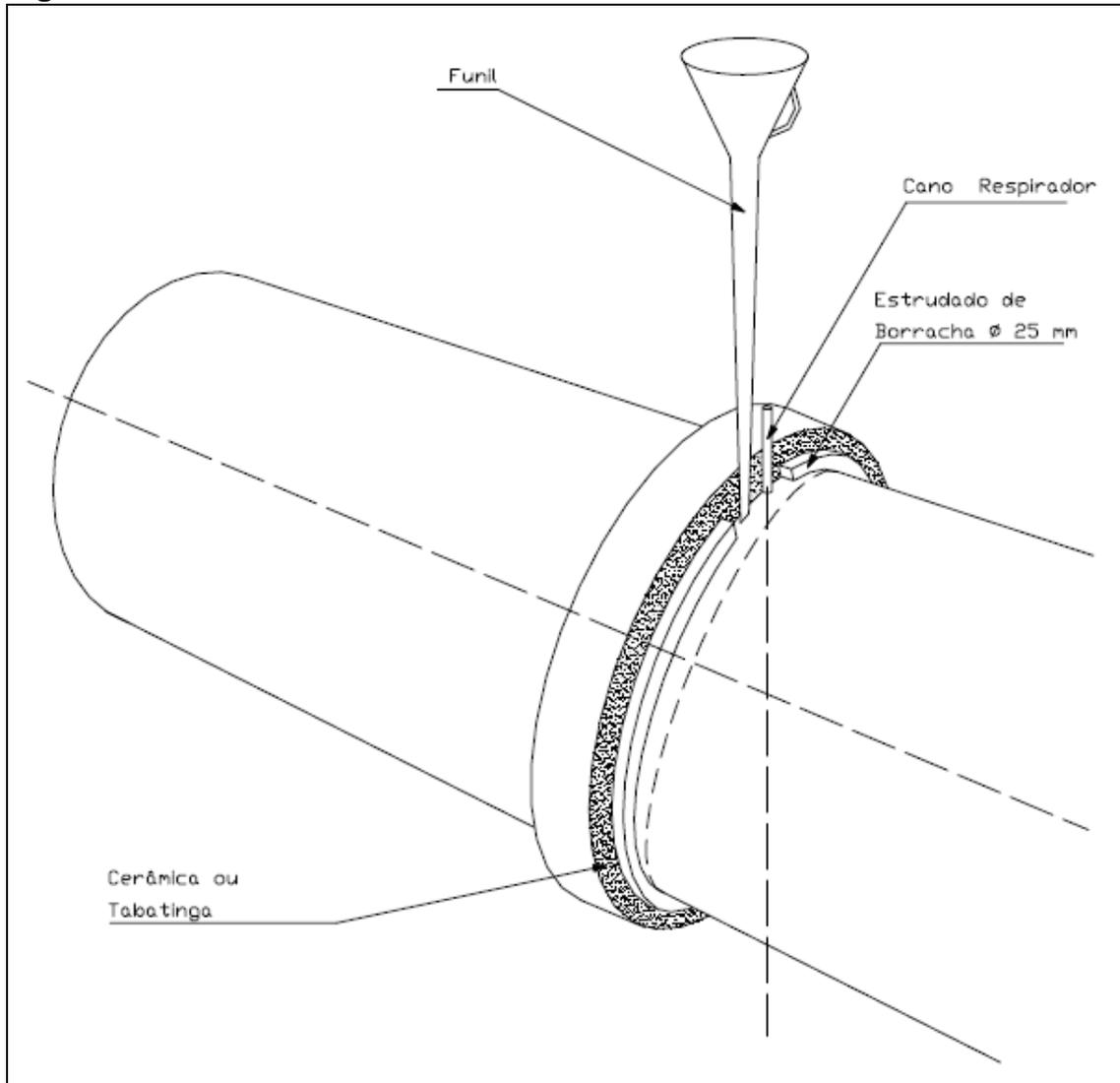
Preparação da mistura:

- fusão do cimento asfáltico no próprio tambor em que é embalado, com posterior transferência para a caldeira aquecida a óleo na quantidade prevista no traço e medida em volume;
- pesar o asfalto oxidado sólido e juntar ao cimento asfáltico fundido na caldeira, agitando com uma espátula adequada de madeira;

- colocar o pó de pedra na proporção prevista, isento de umidade e com agitação.

Após o término da mistura, com “canecos” apropriados de cabo longo de volume aproximado ao necessário a cada rejuntamento, levar ao funil, ver desenho ilustrativo seguinte.

Figura.- Junta de Asfalto



Reaterro de valas: O reaterro das valas deverá ser processado até o restabelecimento dos níveis anteriores das superfícies originais ou da forma designada pelos desenhos de projeto e/ou pela Prefeitura.

O espaço compreendido entre as paredes das valas e a superfície externa da tubulação assentada deverá ser preenchido até 0,50m acima da sua geratriz superior com aterro de material argiloso, isento de materiais orgânicos (raízes, gravetos, etc.) e corpos estranhos (pedras, torrões duros, etc.). Esse material deverá ser cuidadosamente apiloado em camadas não superiores a 0,10m,

utilizando-se processo dinâmico, com soquete manual, “sapo” mecânico ou placa vibratória.

O material de reaterro poderá ser granular, e deverá ser compactado em toda a largura da vala, devendo ser colocado até a mesma cota em ambos os lados da tubulação, simultaneamente, a fim de evitar cargas desiguais e o deslocamento da mesma. A diferença nas cotas do material de assentamento em cada lado do tubo nunca deverá exceder 0,15m.

No caso de utilizar material granular como reaterro, o mesmo será adensado hidráulicamente após verificar-se a estanqueidade do sistema de tubulação.

O aterro entre a camada compactada de 0,50m acima da geratriz superior do tubo até o nível original do terreno deverá ser feito da seguinte maneira:

- para trecho construído sob vias ou locais a pavimentar, o aterro será efetuado com material argiloso, a critério da Fiscalização. Será compactado em camadas de até 0,10m com soquete manual, “sapo” mecânico ou placa vibratória.
- o grau de compactação deverá ser de 95% do Proctor Normal (Método de Ensaio ME-07 -Ensaio Normal, intermediário e modificado de compactação de solos).
- para tubulação construída sob locais que serão reurbanizados, o aterro terá simples preenchimento da vala com espalhamento mecânico. Não poderá ser usado material com pedaços de pavimento, tocos de madeira, raízes, blocos de pedra, etc. Preferencialmente, deverá ser usado material extraído da própria escavação.
- na operação de reaterro das valas, a uma profundidade aproximada de 50cm, antes de chegar à cota da superfície, enterrar ao longo da vala uma fita plástica não degradável de 10cm de largura, do tipo de sinalização visual utilizada em obras urbanas, na cor amarela com faixas pretas.

As camadas finais junto à superfície deverão ser executadas, segundo sua finalidade (pavimento, calçada, jardim, etc.) em atendimento às Diretrizes de Projeto e / ou da Prefeitura de Itaiá.

Esgotamento de valas: A executora das obras deverá dispor, nos canteiros das obras, de bombas manuais, de diafragma, adequadas ao esgotamento de valas, mesmo quando for necessário bombear lama. A água bombeada das valas não será enviada às redes existentes de águas pluviais, senão depois de removidos os detritos grossos, capazes de causarem entupimentos.

Rebaixamento lençol freático: Informações Preliminares

Em função das sondagens, previamente efetuadas, é possível programar-se, razoavelmente, o modo adequado de rebaixamento do lençol freático nos trechos aonde o nível do mesmo se mostrar mais elevado que a cota prevista para o fundo da vala.

POÇOS DE PONTEIRAS (WELL – POINTS)

O rebaixamento do lençol freático é, freqüentemente, facilitado pelo uso de poços de ponteiras (well-points).

Os trabalhos de escavação se tornam mais fáceis se a área tiver o lençol freático previamente rebaixado até a profundidade desejada. Entretanto, a água deverá ser mantida rebaixada durante todo o tempo da construção. Infiltrações podem ser danosas às escavações.

ESPECIALIZAÇÃO E SUB-EMPREITADA

Tratando-se de serviço que exige alto grau de especialização é permitida a sub-empregada destes trabalhos, desde que feita com firma de comprovada competência e experiência. Contudo, a responsabilidade final ante a Prefeitura da Itáí, cabe somente a executora das obras.

PROPRIEDADE DO EQUIPAMENTO

A firma responsável pelo rebaixamento do lençol freático deverá possuir todo o equipamento necessário e adequado, que será removido após os serviços.

RECOMENDAÇÕES

É essencial que seja levada em consideração a proximidade de massas naturais de água livre nas proximidades, tais como lagos, lagoas, açudes ou rios; também cisternas de uso locais para abastecimento deverão ser consideradas e providências adotadas para abastecimento dos usuários afetados. Tais providências serão da competência da executora das obras, ou da sub-contrada especializada em rebaixamento do lençol freático.

CONTROLE DE ÁGUA DRENADA

A executora das obras deverá adotar as providências necessárias ao controle do despejo de água drenada evitando ocorrências de circuitos fechados.

NÚMEROS DE POÇOS DE DRENAGEM

O número de poços de drenagem será determinado por testes de campo que permitam avaliar o fluxo de água do sub-solo.

TESTES DO VOLUME A SER DRENADO

Teste simples de campo deverá ser efetuado consistindo na observação do nível dinâmico de poço, estrategicamente situado e bombeado. O teste usual é um poço profundo simples, onde se possam fazer observações, e aproximadamente doze a quinze poços de ponteiras. O poço central é perfurado a sonda, com quinze a vinte centímetros de diâmetro e profundidade igual de três a quatro vezes a profundidade da vala pretendida na área.

Os poços de ponteira são feitos cravando-se as ponteiras com jato de água sob pressão, efluente pela ponta inferior; estes poços serão efetuados à espaçamentos iguais sobre circunferência que tenha o poço profundo como centro; pode-se usar mais de uma circunferência, dependendo do espaço disponível e do progresso das observações.

Aspirando-se a água, pelos poços de ponteira, o nível da mesma, no poço central, deverá ser rebaixado: determina-se o volume de água extraído, o abaixamento do nível obtido e o tempo de operação dos poços de ponteira; suspende-se a operação e observa-se, por período igual ao da operação anterior a alteração do nível do poço central. Por meio de fórmulas adequadas de hidráulica e com os dados colhidos, fica-se conhecendo a permeabilidade do solo e o regime de fluxo de água de sub-superfície. São os elementos suficientes para determinar o número de poços e ponteira necessários para drenar a área total das obras, nas áreas adjacentes.

PLANEJAMENTO DAS OPERAÇÕES

O planejamento das operações de rebaixamento deverá ser efetuado com adiantamento, sobre os trabalhos de escavação, participando deste planejamento, o engenheiro da Prefeitura Municipal de Itaipava, o engenheiro especialista e o engenheiro da executora das obras. Este planejamento deverá alcançar a máxima eficiência e economia.

QUANTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO

Deste planejamento deverá surgir a relação do equipamento necessário, extensão da área a ser drenada e o volume estimado de água a ser retirado para manter as condições de carga hidráulica necessária.

ESPAÇAMENTO E OPERAÇÕES DOS POÇOS

O espaçamento dos poços de ponteiras irá depender das considerações acima, contudo, obrigatoriamente, cada poço de ponteira deverá ter a sua própria válvula “plug”, de modo que se possa isolá-lo do sistema, se necessário, operando-se com poços alternados ou outras combinações convenientes.

CRAVAÇÃO DAS PONTEIRAS E SUA COMPOSIÇÃO

A cravação da ponteira para o poço será efetuado por jateamento, compondo-se o equipamento de tanque de água (carro pipa), bomba de pressão, mangueira de pressão, haste da ponteira, luva do tubo de injeção, camisa perfurada de sucção, luva da válvula de pé, ponteira para saída de jato. O sistema se aplica às camadas permeáveis de solo; para cravar as ponteiras a camada superficial de revestimento, pavimentos ou leitos de estradas compactadas devem ser removidos até o expor o extrato poroso; neste extrato é aplicada a ponteira. Pela circulação da água, bombeada sob pressão, o solo vai sendo desagregado e a ponteira forçada, a mão, penetra no solo até a profundidade desejada .

INSTALAÇÃO

Instala-se a válvula “plug” e uma união, conectando-se o conjunto, ponteira e válvula com saída correspondente do tubo coletor principal, ao qual serão ligadas as sucções das bombas, que efetuarão a drenagem.

NUMERO DE PONTEIRAS PARA BOMBA E LINHAS TRONCO

O número de ponteiras que será succionado por bomba dependerá da produção de água prevista, desta dependerá a extensão da linha tronco.

TESTE DE INSTALAÇÃO

Antes do início da operação a estanqueidade do conjunto deverá ser testada com vacuômetro, instalado no fim da linha tronco.

INÍCIO DA OPERAÇÃO

A operação se inicia a partir das ponteiras externas abrindo-se os poços que se aproximam da bomba, geralmente, situados no centro da linha coletora.

DIMENSIONAMENTO DA LINHA TRONCO

O dimensionamento da linha tronco depende do volume previsto na drenagem.

FORÇA MOTRIZ PARA AS BOMBAS

A força motriz a ser usada nas bombas de drenagem é de grande influência na economia do processo, pela continuidade de operação a ser mantida. Preferencialmente, deverão ser usadas mais de uma bomba, por trecho, para garantia da continuidade de operação, aonde for disponível a força elétrica será a força preferida, tendo em vista a econômica do processo.

REGISTRO DE VOLUME DE ÁGUA DRENADO

O volume drenado deverá constar em boletim diário a ser enviado à Prefeitura e servirá de base para julgamento do bom rendimento do conjunto, para efeito de pagamento.

Travessias: As travessias da galeria nos cruzamentos com avenidas, rodovias, acessos, etc., deverão ser executadas obedecendo às especificações de projeto e determinações da Prefeitura.

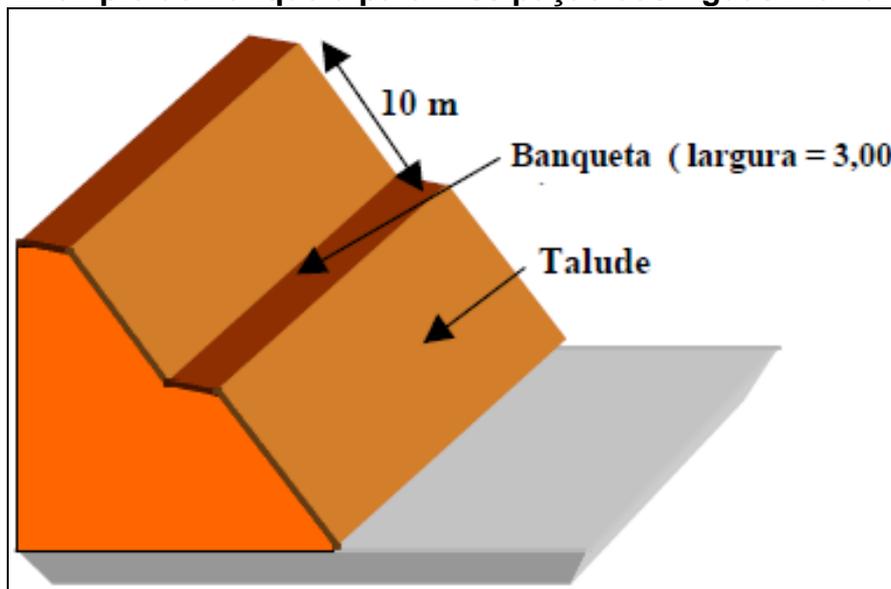
10.2.- Dissipadores de Energia

Tratam-se de dispositivos de contenção ou dissipação de águas pluviais. Para efeito destas especificações, consideraremos as codificações, dimensionamentos e nomenclaturas constantes do "Álbum de Projetos-tipo - Dispositivos de Drenagem do DNER", referentes aos seguintes dispositivos:

Banquetas

São plataformas em forma de degraus construídas longitudinalmente nos taludes de grande altura, com o objetivo de minimizar o efeito das águas pluviais ou deslizamentos de terra e materiais sobre os mesmos. Possuem largura mínima de 3 metros, declividade transversal contra a parede do talude e longitudinal de acordo com o perfil mais conveniente para o escoamento das águas pluviais. Quando não definido em projeto, deverão ser construídas paralelamente a cada 10 metros na extensão do talude. Podem ser revestidas com concreto simples, concreto asfáltico ou grama.

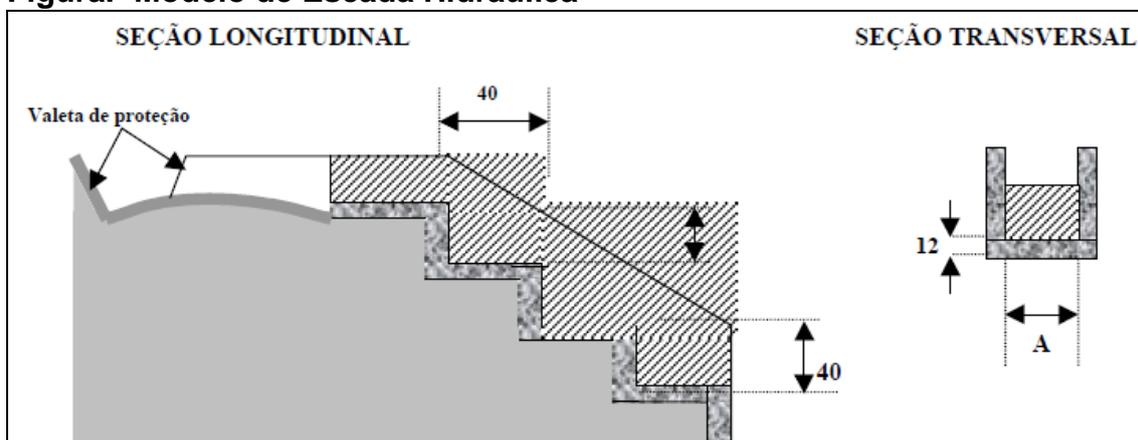
Figura.- Exemplo de Banqueta para Dissipação das Águas Pluviais



Escada Hidráulica

Dispositivos destinados a conduzir as águas, através do talude de aterros até o curso d'água. As descidas de água são executadas geralmente em **concreto pré-moldado** assentada sobre base de concreto, em **canais retangulares de concreto** armado ou não, moldados "in loco", com **pedras arrumadas** ou ainda em **degraus de concreto armado**.

Figura.- Modelo de Escada Hidráulica



As escadas hidráulicas ou descidas de água de cortes em degraus (DCD), de acordo com o projeto-tipo e terminologia própria do DNER são classificadas em 4 tipos, conforme mostra o quadro seguinte.

Quadro.- Medidas construtivas de escadas hidráulicas

Descidas em Degraus Tipo	Largura dos Degraus (A)	Altura das Paredes (B)	Concreto usado na construção
DCD 01	50	15	Simple
DCD 02	50	15	Armado
DCD 03	100	25	Simple
DCD 04	100	25	Armado

Nota: (A) e (B) em centímetros

As descidas de água em degraus aplicam-se às seguintes condições:

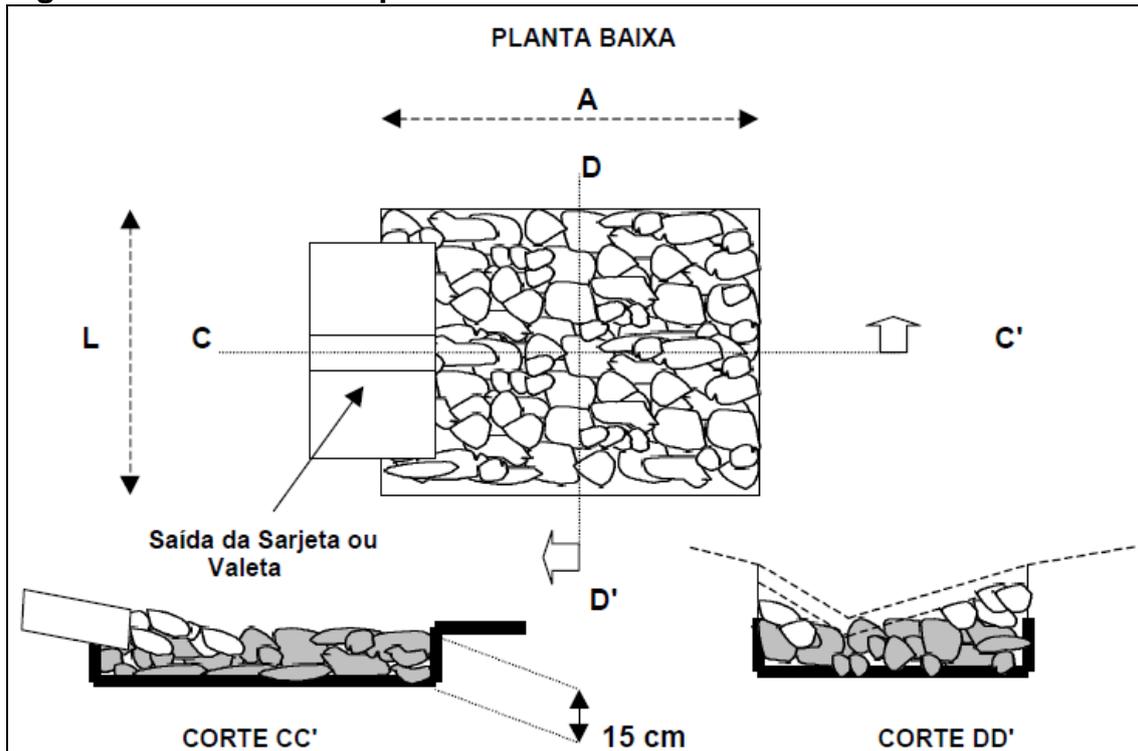
- Condução através do talude de corte das águas provenientes de valetas de proteção de cortes ou de sarjetas de banquetas;
- Condução através do talude de aterros das águas provenientes de meios-fios, de sarjetas de aterros ou de bocas de jusante de bueiros elevados;
- Condução através do talude de aterros das águas provenientes de galerias pluviais.

Os dissipadores de energia tem o objetivo de minimizar o efeito da força das águas despejadas no solo. Podem ser construídos em alvenaria de pedra argamassada, com o emprego de caixas de concreto preenchidas com alvenaria de pedra argamassada, ou ainda em blocos de concreto simples ou armado providos de "dentes".

De acordo com o projeto-tipo e as especificações do DNER, os dissipadores de energia aplicáveis a saídas de água (DES), são classificados da seguinte forma:

- **DES 01** - Dissipadores de energia em alvenaria de pedra argamassada, adaptável em sarjetas triangulares e trapezoidais de concreto, com largura de 110 cm;
- **DES 02** - Dissipadores de energia em alvenaria de pedra argamassada, adaptável em sarjetas triangulares e trapezoidais de concreto, com largura de 130 cm;
- **DES 03** - Dissipadores de energia em alvenaria de pedra argamassada, adaptável em sarjetas triangulares de concreto e valetas de proteção de cortes, com largura de 155 cm;
- **DES 04** - Dissipadores de energia em alvenaria de pedra argamassada, adaptável em valetas de proteção de cortes, com largura de 190 cm.

Figura.- Modelo de Dissipador



Quadro.- Dimensões dos Dissipadores

DISSIPADOR TIPO	A(cm)	L(cm)
DES 01	200	110
DES 02	200	130
DES 03	200	155
DES 04	200	190

Materiais:

Todos os materiais utilizados na construção desses dispositivos deverão atender integralmente às especificações correspondentes.

O concreto utilizado nos dispositivos em que se especifica esse tipo de revestimento deverá ser dosado experimentalmente para uma resistência característica à compressão de 13,5 mpa. O concreto utilizado deverá ser preparado de acordo com o prescrito nas normas NBR 6118 e NBR 7187 da ABNT.

A pedra de mão utilizada nos dissipadores de energia e nas descidas de água com pedras arrumadas deverá ser originária de rocha sã e estável, apresentando os mesmos requisitos qualitativos exigidos para a pedra britada destinada à confecção do concreto. O diâmetro da pedra de mão deve se situar na faixa de 10 a 15cm.

Métodos Construtivos dos Dissipadores de Energia:

Banquetas de solo, solo-cimento ou concreto asfáltico:

Preparo e regularização da superfície de assentamento Esta etapa deverá ser realizada através de operações mecânicas utilizando-se dos mesmos equipamentos empregados na execução de cortes e aterros, de forma a se atingir a geometria projetada do terreno onde será implantada a banqueteta, que deverá obedecer às declividades transversais e longitudinais definidas em projeto.

Disposição do material

Os materiais empregados serão o próprio solo existente no local, quando executadas em cortes, ou material importado em aterros. O revestimento da plataforma será feito com o uso de solo-cimento dosado em proporções especificadas, concreto asfáltico ou pré-misturado betuminoso obedecendo a critérios definidos na especificação da obra no que se refere ao método de execução e espessura da camada de revestimento, ou ainda através do plantio de grama, de acordo com as determinações do projeto e à especificação quanto aos Jardins e Plantio de Arbustos e Árvores.

O maciço resultante dessa operação deverá ser uniforme em sua seção transversal, acompanhando rigorosamente o alinhamento e as declividades de projeto e deverá ser convenientemente compactado para proporcionar a estabilidade desejada.

Banquetas em concreto simples:

Preparo e regularização da superfície de assentamento Esta etapa será executada mediante operações mecânicas que envolverão cortes e/ou aterros de forma a se atingir a geometria projetada para as banquetetas. Os materiais empregados nesta etapa serão os próprios solos existentes no local nas áreas de corte, ou material importado nos aterros.

De qualquer modo, a superfície de assentamento deverá resultar firme e bem desempenada, observando fielmente as declividades transversal e longitudinal projetadas.

Instalação das guias de referência

As guias de madeira que servirão de referência para a concretagem serão colocadas segundo a seção transversal da banqueteta, espaçadas de 3 metros.

Concretagem

A concretagem envolverá o seguinte plano executivo:

- ☞ Lançamento do concreto em panos alternados;

- ☞ Espalhamento e acabamento do concreto mediante emprego de ferramentas manuais, em especial de uma régua que, apoiada nas duas guias adjacentes, permitirá a conformação da banqueta à seção pretendida;
- ☞ Retirada das guias dos panos concretados, tão logo se constate o suficiente endurecimento do concreto aplicado;
- ☞ Espalhamento e acabamento do concreto nos panos intermediários, utilizando-se como apoio para a régua de desempenho o próprio concreto dos panos anexos.

Juntas

A sexta guia de cada segmento só será retirada após a concretagem dos dois panos anexos. Em seu lugar será executada uma junta de dilatação, vertendo-se cimento asfáltico previamente aquecido. Desta forma, resultarão juntas espaçadas de 12 metros.

Escada Hidráulica:

São previstas versões em concreto simples e concreto armado para este tipo de dispositivo de dissipação de drenagem. As etapas executivas são as seguintes:

- Escavação do canal de assentamento da descida de água, obedecendo às dimensões previstas no projeto mais uma folga lateral destinada à colocação das formas;
- Colocação das formas;
- Colocação da armadura do piso, do espelho do degrau e das alas, para o caso da versão em concreto armado;
- Concretagem do dispositivo a partir do degrau inferior;
- Retirada das formas, após constatado o suficiente endurecimento do concreto aplicado;
- Preenchimento do espaço lateral com solo local compactado;
- Disposição das pedras (rachão) da parte inferior da descida de água, arrumadas de forma a propiciar um conjunto coeso, garantindo a funcionalidade e a estanqueidade da estrutura e minimizando a força da água junto ao Córr. Lageado;

Serão moldados "in loco", distinguindo-se três tipos básicos:

dissipadores constituídos por alvenaria de pedra argamassada,

dissipadores constituídos por caixa de concreto preenchida com alvenaria de pedra argamassada e dissipadores de concreto providos de dentes. As etapas executivas são as seguintes:

1. Dissipadores em alvenaria de pedra argamassada

- Escavação do terreno na extremidade de jusante do dispositivo cujo fluxo deverá ter sua energia dissipada, atendendo às dimensões estabelecidas no projeto.
- Compactação da superfície resultante após a escavação.
- Preenchimento da porção inferior da caixa com argamassa de cimento e areia no traço 1:3, com espessura de cerca de 5 cm.
- Preenchimento da escavação com a pedra de mão especificada, rejuntada com argamassa de cimento e areia no traço 1:3.

2. Dissipadores constituídos por caixa de concreto preenchida com alvenaria de pedras

- Escavação do terreno de forma a proporcionar a conformação prevista no projeto.
- Compactação da superfície resultante da escavação.
- Colocação das formas laterais.
- Lançamento do concreto destinado à caixa e vibração manual ou mecânica do mesmo.
- Retirada das formas, após o endurecimento do concreto.
- Preenchimento da caixa com pedra de mão argamassada. Previamente, espalhar sobre o concreto da caixa uma camada de argamassa de rejuntamento cimento-areia traço 1:3 com espessura de 5cm.
- Complementação de eventuais espaços laterais, decorrentes da colocação das formas, com solo local fortemente compactado.

3. Dissipadores de concreto providos de dentes (Rampas de anteparo)

- Escavação do terreno de forma a proporcionar a conformação prevista no projeto.
- Compactação da superfície resultante da escavação.
- Colocação das formas necessárias à moldagem da base e dos dentes.

- Lançamento e vibração do concreto.
- Retirada das formas, após o endurecimento do concreto.
- Complementação de eventuais espaços laterais, decorrentes da colocação das formas, com solo local fortemente compactado.

Recomendações gerais:

O concreto utilizado na construção dessas estruturas complementares deverá ser preparado em betoneiras, com fator água/cimento apenas suficiente para se alcançar boa trabalhabilidade.

Deverá ser preparado em quantidade suficiente para seu uso imediato, não se permitindo o lançamento após decorrida mais de uma hora do seu preparo nem sua redosagem.

Deverão ser executadas juntas de dilatação a intervalos de no máximo 10 metros, nas descidas de água, medidos segundo o talude, preenchendo-se essas juntas com cimento asfáltico.

Especial atenção deve ser dada à conexão das descidas de água com os dispositivos de entrada (galerias pluviais) e com a sua descarga em caixa coletora ou dissipador de energia junto ao curso d'água Lageado.

Nos dissipadores de energia, o nível da saída de água deverá coincidir com o nível do terreno. Se possível, evitar escavações que excedam às dimensões do dissipador de energia e requeiram complementação com solo local compactado, gerando possíveis pontos de erosão.

Especial atenção deverá ser dada à conexão das saídas dos dispositivos com os dissipadores de energia, de forma a evitar pontos fracos ou de infiltração de água. Se necessário, rejuntar a zona de contato com cimento asfáltico.

11.- PLANO DE AÇÃO PARA A DRENAGEM DO MUNICÍPIO DE ITAÍ

Os estudos desenvolvidos conduziram a diversas proposições de ações estruturais, que para sua manutenção e sustentabilidade ao longo do horizonte exigem outras tantas medidas não estruturais, a serem tomadas no nível MUNICIPAL, constituído por leis, leis complementares e decretos e no nível regulamentar, como as revisões nos códigos de construção municipal, rotinas e procedimento de projetos de drenagem urbana e acessórios.

O plano de ação proposto para o encaminhamento e consolidação do sistema de drenagem de Itaí é composto de ações imediatas, ações continuadas e ações não estruturais destinadas à viabilização física e financeira das intervenções propostas e à sua sustentabilidade ao longo do tempo.

11.1.- Plano de Ação Imediata - PAI

A situação atual do sistema de macro-drenagem do Município de Itaipu contou com diagnóstico anterior que resultou na necessidade de medidas conforme apresentado a seguir:

- Pode ser constatado no diagnóstico que o funcionamento de algumas galerias é precário devido às suas condições de manutenção, concluindo-se que um programa de manutenção sistemática e preventiva pode atenuar os problemas mais imediatos;
- A revitalização e ampliação de um sistema de manutenção sistemática do conjunto de estruturas componentes da macro-drenagem de Itaipu, de forma a dotar o poder público municipal das condições de ação continuada, pode evitar a deterioração das características de condução dos drenos existentes e a sustentabilidade das soluções propostas;
- Pensando no número de empreendimentos particulares na forma de loteamentos ou condomínios fechados, que abrangem áreas que necessitem de intervenções no tocante à macro-drenagem, deverá o poder público municipal de Itaipu garantir que tais premissas sejam atendidas quando da aprovação e liberação dos projetos;
- As condições de escoamento hidráulico nas regiões do centro da cidade e nas proximidades do Córrego Lageado foram objeto de diagnóstico que indicou a necessidade de intervenção emergencial, de forma a já se eliminar as precárias situações encontradas para a próxima estação de chuvas.

As obras preconizadas para compor o Plano de Ação Imediata foram objeto de estimativas de custo para efeito de destinação de recursos por parte do Poder Municipal de Itaipu, que poderá requisitar financiamentos por convênio junto a organismos estaduais, como o DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica, FEHIDRO – Fundo Estadual de Recursos Hídricos, ou federais, como Ministério das Cidades, FUNASA, etc.

Na atualidade, várias prefeituras do Estado de São Paulo têm obtido financiamento de obras junto ao BID – Banco Internacional de Desenvolvimento, para a implantação de projetos na área de drenagem e recuperação ambiental.

Na execução do Programa de Ação Imediata – PAI, onde as obras de melhorias em galerias existentes e conseqüentemente, a recuperação ambiental do Córrego Lageado são a grande maioria das propostas, a articulação com o DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica, através da Unidade de Serviços e Obras situada na cidade de Piraju para colaboração técnica-financeira é muito importante para alcançar os objetivos do programa, bem como para auxiliar nas obras de conservação e manutenção dos instrumentos de drenagem do município de Itaipu, além da obtenção das outorgas competentes.

Caberá à Prefeitura do Município de Itaí a execução do Programa de Ação Imediata - PAI, na organização do processo de licitação, contratação e fiscalização das obras. Os documentos necessários para os processos de licitação deverão ser preparados em nível de projeto básico, e compõem-se de descrição das obras, desenhos de projeto e orçamentos.

Monitoramento do Plano de Ação Imediata:

Para o monitoramento do Plano de Ação Imediata, a Prefeitura do Município de Itaí deverá contar com equipe técnica específica, composta a partir dos seus quadros aos quais dever-se-ão acrescentar novos elementos, e formada por técnicos especializados das áreas de tecnologia em drenagem, manutenção, custos e licitações.

Deverá ser formada uma equipe exclusiva para gerenciamento do sistema de drenagem, através da criação de uma divisão específica no Departamento de Obras, que ficará encarregada de:

- detalhamento do cronograma mensal de atividades do PAI;
- planejamento, acompanhamento e orientação dos trabalhos feitos com equipe própria da Prefeitura do Município de Itaí;
- preparação dos editais de licitação, contratos e fiscalização dos trabalhos a serem executados por empresas contratadas;
- preparação do relatório trimestral dos trabalhos e monitoramento e acompanhamento do PAI;
- análise e parecer técnico nos projetos de intervenções nos sistemas de micro e macro-drenagem do município;
- análise e parecer técnico nos projetos viários, urbanísticos e de edificações, para avaliar seu impacto no sistema de drenagem.

Diretrizes do Plano de Ação Imediata:

De acordo com as intervenções propostas nos estudos apresentados anteriormente e selecionadas em função de seus critérios, foram previstas as seguintes ações imediatas:

- Implantação da Divisão de Drenagem:

Esta medida é de caráter institucional e tem como objetivo elevar a importância da drenagem urbana na estrutura da administração municipal. Suas funções serão aquelas indicadas no parágrafo anterior, acrescidas das atividades de manutenção.

A divisão deverá contar com a seguinte equipe técnica:

Quadro.- Sugestão para Equipe de Drenagem de Itaí

Profissional	Quant	Função
Engenheiro Civil especializado em drenagem	1	Gerenciamento das atividades e coordenação do PAI
Tecnólogo em Engenharia Civil Hidráulica	1	Análise de projetos, ações e obras relativas à drenagem urbana no município
Técnico em Licitações	1	Encarregado da preparação dos documentos de contratação de obras e serviços
Chefe de Equipe	2	Encarregado do gerenciamento das equipes de manutenção
Motoristas	5	Operação de caminhões e escavadeiras mecânicas para limpeza
Ajudantes Gerais	10	Serviços de limpeza e manutenção de canais

Além disto, esta divisão deverá ser equipada com o seguinte maquinário mínimo, além de outros como pás, picaretas e carrinhos de mão, por exemplo, que devido a seu grau de detalhe não cabem nesta listagem:

Quadro.- Relação de Maquinários para o Município de Itaí

Equipamento	Quantidade
Caminhão para Hidro-jateamento	1
Caminhão de Sucção à Vácuo	1
Escavadeira Hidráulica	1
Escavadeira Mecânica tipo drag line	1
Pá carregadeira	1
Caminhões Basculantes	5

Caberá à Prefeitura de Itaí a definição da forma institucional de implantação da Divisão de Drenagem bem como suas instalações e operacionalização funcional.

11.2.- Plano de Ação Continuada - PAC

O plano de ação continuada é constituído de medidas estruturais e não estruturais a serem desenvolvidas ao longo dos anos. Dentre estas medidas, observa-se que ainda serão necessárias muitas ações estruturais ou, conforme definido nas proposições para a melhoria da drenagem no município de Itaí, intervenções diretas na forma de obras para a adequação do sistema de macro-drenagem.

Porém as medidas não estruturais, descritas no item seguinte, garantirão a conservação e a sustentabilidade das medidas estruturais propostas. Sem estas, o Estudo de Macrodrenagem de Itaí resumir-se-ia a um plano de obras, que em pouco tempo estariam superadas.

Implantação do Plano de Ação Continuada de Itaí

A implantação deste Plano deverá ficar a cargo da Prefeitura, que, encaminhará os arranjos para a viabilização financeira das obras, licitação e contratação das empresas encarregadas e fiscalização dos serviços executados.

Também ficará a cargo da Prefeitura a coordenação das medidas não estruturais, assunto multi-disciplinar que envolve negociações com outros departamentos da estrutura municipal, como finanças e saúde além da edilidade.

Monitoramento do Plano de Ação Continuada

O monitoramento das ações do executivo em relação ao Plano de Ação Continuada deverá ser feito pela casa legislativa de Itaí.

Hierarquização das Ações do Plano de Ação Continuada

O estudo de hierarquização de prioridades das obras de macro-drenagem de Itaí, que compõem o Plano de Ação Continuada – PAC, tomou como base:

- previsão da distribuição da população para cada macro-bacia de drenagem, atual e futura – ano 2020;
- Localização das obras de melhorias em galerias existentes e de implantação de novas galerias, com a estimativa das áreas de influência;
- Estimativa de custo das obras de macro-drenagem;
- Áreas críticas de inundações, conforme detectado nos estudos de diagnóstico da situação atual, a partir de informações da Prefeitura e de constatação de campo.

Desta forma considera-se na priorização o aspecto social, com a população localizada na área de influência dos macro-drenos, além das considerações de os moradores serem fixos ou temporários.

Diretrizes Estruturais do Plano de Ação Continuada de Itaí

O estudo de pré-dimensionamento das galerias de macro-drenagem de Itaí, efetuado conforme metodologia apresentada anteriormente, resultarão em obras de engenharia. A execução destas obras, que ficará a cargo da supervisão da Prefeitura de Itaí, deverá ser efetuada em consonância com os critérios deste Estudo, representando assim uma importante economia de recursos para o município.

A Prefeitura de Itaí deverá manter contato permanente com os órgãos gerenciadores e com os empreiteiros encarregados pelas obras propostas.

Dúvidas relativas ao dimensionamento hidráulico poderão ser dirimidas pela equipe de desenvolvimento do Estudo de Macrodrenagem de forma a garantir a perfeita materialização das diretrizes planejadas.

Diretrizes Não Estruturais do Plano de Ação Continuada

As medidas não estruturais, como o próprio nome indica, não utilizam estruturas que alteram o regime de escoamento das águas do escoamento superficial direto. São representadas, basicamente, por medidas destinadas ao controle do uso e ocupação do solo (nas várzeas e nas bacias) ou à diminuição da vulnerabilidade dos ocupantes das áreas de risco dos efeitos das inundações e ou alagamentos.

Nesta última, buscam-se maneiras para que estas populações passem a conviver melhor com o fenômeno e fiquem melhor preparadas para absorverem o impacto dos prejuízos materiais causados pelas inundações e ou alagamentos.

As medidas não estruturais envolvem, muitas vezes, aspectos de natureza cultural, que podem dificultar sua implantação a curto prazo. O envolvimento da população de Itaí é indispensável para o sucesso dessa implantação.

A inexistência do suporte de medidas não estruturais é apontada, atualmente, como uma das maiores causas dos problemas de drenagem nos centros mais desenvolvidos. A utilização balanceada de investimentos, tanto em medidas estruturais quanto em não estruturais, pode minimizar significativamente os prejuízos causados pelas inundações e ou alagamentos.

No quadro abaixo são apresentados, de maneira sucinta, exemplos de medidas não estruturais de controle.

Quadro.- Exemplos de Medidas Não Estruturais

AÇÕES / INTERVENÇÕES

Regulamentação do uso e ocupação do solo (principalmente em fundo de vale)

Proteção contra inundações (medidas de proteção individual das edificações em áreas de risco)

Seguro contra inundações

Sistemas de alerta, ações de defesa civil, relocações

Um conjunto de medidas, como a aquisição de terrenos para preservação, regulamentos, manual de práticas, seguro contra inundações, reassentamentos, programas de inspeção e manutenção, programas de contingências, programas de educação pública, compõe o conjunto de medidas não estruturais capazes de melhorar de forma significativa os resultados da implantação do conjunto de medidas estruturais preconizadas no Estudo de macro-drenagem.

Dentre as também medidas não estruturais encontram-se aquelas relativas a programas de prevenção e controle da emissão dos poluentes, diminuindo a quantidade de poluentes depositados sobre as superfícies urbanas ou diminuindo a probabilidade de poluentes entrarem em contato com o escoamento superficial, aumentando a capacidade de descarga das estruturas e melhorando a qualidade das águas do corpo receptor (Lageado).

As medidas não estruturais incluem as ações de planejamento urbano, ordenando a ocupação da área urbana e de espaços livres, bem como os alertas à população durante os eventos críticos de chuva. Incluem também programas de prevenção e controle de erosão nos locais em construção, varrição de ruas e disposição adequada de lixo.

Como se vê, são na maioria medidas que requerem a participação da população de Itaí e, para isso, é necessário haver programas de esclarecimento e conscientização do público em geral. São também medidas gerais de limpeza da cidade, pois é claro que cidades mais sujas produzem mais cargas poluidoras do que cidades limpas.

Em resumo, as medidas não estruturais têm por objetivo prevenir ou reduzir a presença de poluentes nas águas de drenagem urbana, isto é, melhorar a qualidade do corpo receptor, ser economicamente eficiente, ser consistente com os objetivos do controle de qualidade da água do corpo receptor (Córr. Lageado), ser aplicável à toda área da bacia, ser aceitável pela população de Itaí e ser consistente com as medidas estruturais propostas ou implantadas.

Descrição das Medidas Não Estruturais sugeridas para o Município de Itaí:

Controle do uso do solo urbano→Medidas de controle do uso do solo devem incluir a garantia de espaços livres, redução da área impermeável e distribuição coerente das diferentes densidades de ocupação;

Regulamentação para áreas em construção→A licença para obras de construção civil deve incluir a obrigatoriedade de medidas de controle da produção de sedimentos, diminuindo a erosão no local;

Áreas verdes→Áreas verdes reduzem vazões e volumes de escoamento superficial, carga de sedimentos e também a carga de alguns poluentes como bactérias, metais e nutrientes que interagem com o sedimento. Em Itaí, deve ser incentivada a manutenção de áreas verdes já existentes, áreas de proteção permanente, a criação de novas áreas e a recuperação de áreas degradadas;

Varrição de ruas→A varrição de ruas com a coleta do material grosseiro pode ser importante para a diminuição do depósito de lixo e de material nas estruturas de drenagem de Itaí, não limitando a capacidade das mesmas quando da ocorrência das chuvas. A época do ano em que a varrição apresenta um benefício maior é o outono, para a coleta das folhas que caem das árvores;

Controle da coleta e disposição final do lixo→A adequada coleta e disposição final do lixo produzido na zona urbana de Itaí é extremamente importante sob o ponto de vista de saúde pública. O mesmo pode-se dizer sob o ponto de vista do controle da poluição e da drenagem urbana da cidade. As atividades relacionadas à coleta e disposição final do lixo urbano devem ser fiscalizadas para que não haja lixo derrubado nas ruas, pessoas jogando o lixo em locais inadequados devido à ausência da coleta, etc.

As conseqüências de uma disposição inadequada é o comprometimento da qualidade da água do corpo receptor Lageado, não somente devido à carga poluidora recebida pelo escoamento superficial mas também a recebida pelo escoamento subterrâneo, e a redução da capacidade de descarga das redes de drenagem.

Educação Ambiental da população→A meta a ser alcançada pela educação da população de Itaí é a de esclarecê-la sobre os problemas relativos a drenagem urbana da cidade e conscientizá-la para que auxilie nas tarefas de prevenção do uso e/ou disposição final inadequados de poluentes, prevenção do lançamento de lixo nas ruas e preservação das áreas destinadas aos sistemas de drenagem artificiais e naturais.

Pluviometria e Fluviometria→Dado a inexistência deste banco de dados que poderia auxiliar na adoção de medidas preventivas e corretivas nos eventos de inundações de áreas, devido principalmente a chuvas intensas considera-se importante a discussão da conveniência de instalação de postos de registros de dados de chuvas e vazões nos cursos d'água do município de Itaí.

A operação destes postos não necessita de instalações complexas, e a princípio, as leituras de dados seriam registradas em registradores locais automáticos sem a transmissão simultânea dos mesmos.

12.- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, R. M.; ESTEVES, R. L.; MENDIONDO, E. M.; WENDLAND, E. C. (2002)
“Entrevista à Sociedade Civil sobre Gestão de Recursos Hídricos e Drenagem Urbana”.
In: VIII Simpósio do Curso de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, CRHEA-EESC/USP, Guaraci, Dez. 2002.
- BARROS, R. M.; ESTEVES, R. L.; MENDIONDO, E. M.; WENDLAND, E. C. (2003a)
“Entrevista à Sociedade Civil sobre Gestão de Recursos Hídricos e Drenagem Urbana”.
In: XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, ABRH, Curitiba-PR, artigo submetido.
- BARROS, R. M.; ESTEVES, R. L.; MENDIONDO, E. M.; WENDLAND, E. C. (2003b).
“Cálculo de Vazões em Eventos Críticos para Mapeamento de Inundações na Sub-Bacia do Córrego do Gregório, Guaraci-SP”. In: XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, ABRH, Curitiba-PR, artigo submetido.
- BARROS, R. M. (2002). *Mapeamento de Enchentes para o Plano Diretor de Drenagem Urbana de Guaraci (PDDUSC) na Bacia Escola do Córrego do Gregório – Qualificação de Doutorado defendida 19/03/2002, SHS/EESC/USP.*
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas (2002). *Relatório de Gestão 2001*. Brasília, DF, ANA.
- LIMA, R.T. (2003). *Percepção ambiental e participação pública na gestão dos recursos hídricos: perfil dos moradores da cidade de Guaraci, SP (bacia hidrográfica do rio do Monjolinho)*. Guaraci, 2003. 114p. Dissertação (Mestrado) – PPG-SEA – Escola de Engenharia de Guaraci – Universidade de São Paulo.
- LIRA, A. M. (2003). “*Avaliação das condições atuais e futuras no sistema de macrodrenagem da cidade de Guaraci - SP*”. Guaraci, 2003. 186p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de Guaraci, Universidade de São Paulo.
- MAGALHÃES JR., A. (2001). *Variáveis e desafios do processo decisório no contexto dos Comitês de Bacia Hidrográfica no Brasil*. Ambiente & Sociedade. Campinas, SP, NEPAM/UNICAMP, ano 4, no 8, jan-jul, p.21-47.
- McCUEN, R. H. (1982). *A Guide to Hydrologic Analysis using SCS Methods*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- MENDIONDO, E. M. (2002). *Bacia Escola e Sociedade na Conservação da Água Urbana*. Depto. de Hidráulica e Saneamento, EESC/USP, Material Interno, 16p.

- MIRANDA, C.O. (2001). *O papel político-institucional dos Comitês de Bacia Hidrográfica no Estado de São Paulo: um estudo de caso*. In: FELICIDADE, N.; MARTINS, R.C.;
- LEME, A.A. (orgs.). *Uso e gestão dos recursos hídricos no Brasil*. Guaraci, SP, Rima, p.135-148.
- PORTO, R. L.; ZAHEL F., K.; TUCCI, C. E. M.; BIDONE, F. (1993). *Drenagem Urbana*. In: *Hidrologia: Ciência e Aplicação*. TUCCI, C. E. M. (org). Editora da UFRGS / EDUSP / ABRH. p805-847.
- Esteves, R. Relatório PIBIC/CNPq – EESC/USP – Guaraci, SP. 2003
- 46
- RIBEIRO, G. (1961). *Acerca do Cálculo da Vazão de Obras D'Arte*. Revista do Clube de Engenharia, nº 249, Rio de Janeiro, 404 p.
- RIGHETTO, A. M. (1998). *Hidrologia e Recursos Hídricos*, Edusp-EESC, Guaraci, SP.
- SCS. (1957). *Engineering Handbook: section 4 Hidrology*. U.S. Dept. Agr. Supplement A.
- TUCCI, C. E. M. (2002). *Gerenciamento da Drenagem Urbana*, *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, ABRH, Porto Alegre, v/7, n.1, Jan./Mar.2002, p.5-28.
- TUCCI, C. E. M. (1993). *Hidrologia: Ciência e Aplicação*. Editora da UFRGS / EDUSP / ABRH, 952p.
- Esteves, R. Relatório PIBIC/CNPq – EESC/USP – Guaraci, SP. 2003
- ARMY, G et al. *Water quality management planning for urban runoff*. USEPA (EPA Report 440/9-75-004). Office of Planning Standards, Washington, D.C., Dezembro,1974.
- ASCE. *Design and Construction of Urban StormWater System*. Manual of Practice nº 77. American Society of Civil Engineers, New York, 1992.
- BENNETT, E.R.; LINSTEDT, K.D.. *Pollutional characteristics of stormwater runoff*. Colorado Water Resources Institute Completion Report nº 84, Colorado State University, Fort Collins, Colorado, Setembro,1978, 204p.
- BLENCH,T.. *Regime Behavior of Canals and Rivers*, Butherworths Scientific Publications, London, 1957.
- BROWNLIE,W.R.. *Prediction of Flow Depth and Sediment Discharge in Open Channels*, Report No. KH-R-43a, W.M. Keck Laboratory, Caltec, EUA, Nov. 1981.
- DAEE/CETESB. *Drenagem Urbana* 2a ed., São Paulo, 1980.
- DAEE/CETESB. “*Drenagem Urbana: Manual de Projeto*”, 3a ed., São Paulo, CETESB, 477 p., 1986.
- D.A.E.E. - (LLORET RAMOS, CARLOS). *Erosão Superficial e Assoreamento em Corpos D'água*, Curso de Formação e Especialização, P.E.R.H., (DAEE/EPUSP/FCTH), 1992.

- DORNIGIAN A.S.; CRAWFORD N. H.. *Modeling non-point pollution from the land surface*. USEPA (Report EPA-600/3-76-083). Office of Research and Development. Environmental Research Laboratory, Athens, Georgia, Julho, 1976.
- ELLIS, J.B.. Pollutational aspects of urban runoff. In: *Urban Runoff Pollution*, Torno, H.C. et al., eds.. NATO ASI series vol. 10, Springer-Verlag, Berlin, pp. 1-38, 1986.
- ENGELUND, F. e HANSEN, E.. *A Monograph on Sediment Transport in Alluvial Streams*, Teknisk Forlag, Denmark, 1967.
- FERRARA, R.A.. Toxic pollutants: impact and fate in receiving waters. In: *Urban Runoff Pollution*, Torno, H.C. et al., eds.. NATO ASI series vol.10, Springer-Verlag, Berlin, pp. 423-462, 1986.
- GRAF, W.H.. *Hydraulics of Sediment Transport*, Editora McGraw-Hill, EUA, 1971.
- GARDE, R.J. e RANGA RAJU, K.G.. *Mechanics of Sediment Transportation and Alluvial Stream Problems*. Reprinted, Wiley e Astern Ltd., N. Delhi, 1987.
- HEANEY., N.S.J.. *Stormwater Management Model: Level I - Comparative evaluation of storage/treatment and other management practices*. USEPA (EPA Report 600/2-77-083), Cincinnati, Outubro, 1976.
- HEC. *STORM - Storage, Treatment, Overflow, Runoff Model: generalized computer program 723-S8-L7520*. US Army Corps of Engineers, Davis, 1977.
- HEY, R.D., BATHURST, J.C., THORNE, C.R.. *Gravel Bed Rivers*, John Wiley & Sons, U.K., 1985.
- HUBER, W.C.. Modeling urban runoff quality: state-of-the-art. In: *Urban Runoff Quality - Impact and Quality - Impact and Quality Enhancement Technology*. Urbonas, B., Roesner, L.A., eds.. American Society of Civil Engineers, New York, pp. 34-48, 1986.
- HUBER, W.C.; DICKINSON, R.E.. *Storm Water Management Model- Version 4. User's manual*. USEPA (EPA report 600/3-88-001a). Athens, GA, 1988.
- HVITVED-JACOBSEN, T.. Conventional pollutant impacts on receiving waters. In: *Urban Runoff Pollution*, Torno, H.C., Marsalek, J., Desbordes, M., eds.. NATO ASI series vol.10, Springer-Verlag, Berlin, pp. 345-378, 1986.
- JOHANSON, R.C., IMHOFF, J.C.; DAVIS, H.H.. *User's manual for Hydrological Simulation Program Fortran - HSPF*. User's manual for release 8.0. USEPA (EPA Report 600/8-84-066), Athens, GA, 1984.
- JONES, J.E.. Urban runoff impacts on receiving waters. In: *Urban Runoff Quality - Impact and Quality Enhancement Technology*. Urbonas, B., Roesner, L.A., eds.. American Society of Civil Engineers, New York, pp. 192-216, 1986.
- LAGER, J.A.. *Urban stormwater management and technology: update and user's guide*. USEPA (EPA Report 600/8-77-014). Office of Research and Development. Washington, D.C., Maio, 1977.
- MAZA ALVARES, J. A.. *Socavacion en Cauces Naturales*, Publicacion 177, Instituto de Ingenieria, UNAM, 1968.
- MAZA ALVARES, J. A. e CRUICKSNHANK, V.C.. *Estabilidad de Cauces Arenosos*, Publicacion 305, Instituto de Ingenieria, UNAM, 1968.

- MAGNI, N., G., & MERO, F.. *Precipitações intensas no Estado de São Paulo: apresentação prática das relações precipitação x duração x tempo de retorno obtidas para 11 cidades*. São Paulo, DAEE, 188 p, 1982.
- MANCINI, J.L.; PLUMMER, A.H.. Urban runoff and water quality criteria. In: *Urban Runoff Quality - Impact and Quality Enhancement Technology*. Urbonas, B., Roesner, L.A., eds.. American Society of Civil Engineers, New York, pp. 133-149, 1986.
- MARSALEK, J.. Toxic contaminants in urban runoff: a case study. In: *Urban Runoff Pollution*, Torno, H.C. et al., eds.. NATO ASI series vol. 10, Springer Verlag, Berlin, pp.39-37, 1986.
- MARTINS, R.H.O. et al.. Carga poluidora difusa gerada na Região Metropolitana de São Paulo. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos 9, *Anais*. Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Rio de Janeiro, vol. 2, pp. 27-36, 1991.
- MCELROY, A.D.. *Loading functions for assessment of water pollution from non-point sources*. USEPA (EPA Report 600/2-76-151). Office of Research and Development. Washington, D.C., Maio, 1976.
- MOREIRA-NORDEMANN, L.M. et al.. Análise química preliminar das águas de chuva de Cubatão- Impactos Ambientais. In: Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos, 5. *Anais* Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Blumenau, vol.3, pp.339-350, 1983.
- NIX, S.J.. Applying urban runoff models. *Water Environment & Technology*, vol.3, nº 6, pp.47-49, Junho, 1991.
- NIX, S.J.. *Urban Stormwater Modelling and Simulation*. Lewis Publisher, Boca Raton, 212 p, 1994.
- NOVOTNY, V.. Urban diffuse pollution: sources and abatement. *Water Environment & Technology*, vol.3 nº 12, pp .60-65, Dezembro, 1991.
- NOVOTNY, V.. Unit pollutant loads: their fit in abatement strategies. *Water Environment & Technology*, vol.4, nº 1, pp. 40-43, Janeiro, 1992.
- NOVOTNY, V.; CHESTERS, G.. *Handbook of Non-point Pollution: Sources and Management*. Van Nostrand-Reinhold, New York, 555 p, 1981.
- OCCIPINTI, A. G. & SANTOS, P.M. dos. *Relação entre precipitações máximas “de um dia” e de “24 horas” na cidade de São Paulo*. São Paulo, In: Simpósio de Redes Hidrológicas, 1º, Belo Horizonte, 1966.
- OCCIPINTI, A. G. & SANTOS, P.M. dos. *Análise das máximas intensidades de chuva na cidade de São Paulo*. São Paulo, Instituto Astronômico e Geofísico, 41 p., 1965.
- OSBORNE, L.L., HERRICKS, E.E.. Habitat and water quality considerations in receiving waters. In: *Design of Urban Runoff Quality Controls*. Roesner, L.A. et al., eds.. American Society of Civil Engineers, New York, pp. 29-47, 1989.
- ROESNER, L.A. et al.. *Storm Water Management Model - Version 4. User's manual addendum I*, EXTRAN. USEPA (EPA Report 600/3-88-001b). Cincinnati, Agosto, 1988.
- SANDERS III, W.M.. Non-point source modeling for section 208 planning. In: Non-point source pollution control seminar. *Best management practices*. USEPA (EPA report 905/9-76-005), Office of the Great Lakes Coordination, Chicago, pp. 231-250, Novembro, 1976.

SARTOR, J.D.; BOYD, G.B.; AGARDY, F.J.. Water pollution aspects of Street Surface Contaminants. *Journal of the Water Pollution Control Federation*, Washington, vol.46, nº 3, pp. 458-467, Março, 1974.

SHEN, H.W.. *River Mechanics*, Ed. H.W.Shen, Fort Collins, Colorado, 1971.

S. I. H.. *Manual de Diseño de Obras Fluviales para la Proteccion contra Inundaciones*, Consultores S.A., México, México, 1981.

URBAN DRAINAGE and FLOOD CONTROL DISTRICT. *Urban Storm Drainage Criteria Manual*.

Vol.3 - Best Mangement Practices. Urban Drainage and Flood Control District, Denver, Colorado, 1992.

URBONAS, B.; STAHERE, P.. *Stormwater - Best Management Pratices and Detention for Water*

Quality Drainage and CSO Management. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 449 p., 1993.

VANONI, V.A.. *Sediment Engineering*, ASCE, New York, 1977.

WANIELISTA, M. P.; YOUSEF, Y.A.. *Stormwater Management*. New York: John Wiley. 579 p, 1993.

WILKEN, P. S.. *Determinação de equação de chuvas para a cidade de São Paulo*, baseada em 25

anos de observação calculada com dados fornecidos pelo Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo, EPUSP, 97 p.,1971.

WILKEN, P., S.. "*Engenharia de drenagem superficial*", 1978, São Paulo, CETESB., 477 p.

Araçatuba, 19 de fevereiro de 2010.

Carlos Antonio Farias de Souza
Presidente - COOPERHIDRO