



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Escola Politécnica – Poli/UFRJ

DRHIMA – Departamento de Recursos Hídricos e Meio Ambiente

Engenharia Civil



PROJETO FINAL DE GRADUAÇÃO

PROJETO DE DRENAGEM NOS PADRÕES DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

Wagner Vinícius de Oliveira Henriques

Rio de Janeiro

2013

Wagner Vinícius de Oliveira Henriques

PROJETO FINAL DE GRADUAÇÃO
PROJETO DE DRENAGEM NOS PADRÕES DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

Projeto apresentado como trabalho de
conclusão de Curso de Engenharia Civil
na Universidade Federal do Rio de Janeiro,
como requisito para obtenção de Grau
de Engenheiro Civil

Orientador:

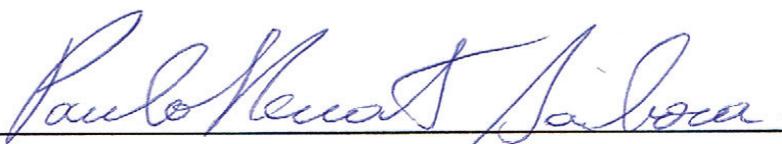
Prof.: PAULO RENATO DINIZ JUNQUEIRA BARBOSA

PROJETO FINAL DE CURSO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DA ESCOLA
POLITECNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, COMO PARTE
DOS REQUISITOS PARA A OBTENÇÃO DE GRAU DE ENGENHEIRO CIVIL

PROJETO FINAL DE CURSO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DA ESCOLA
POLITECNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, COMO PARTE
DOS REQUISITOS PARA A OBTENÇÃO DE GRAU DE ENGENHEIRO CIVIL

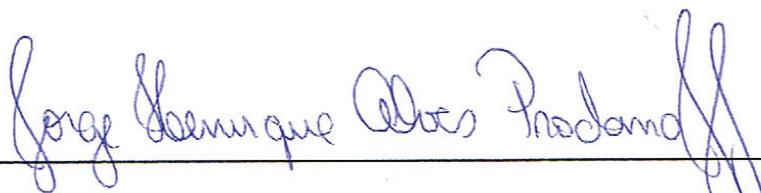
Data da Defesa: 29 de agosto de 2013

BANCA EXAMINADORA

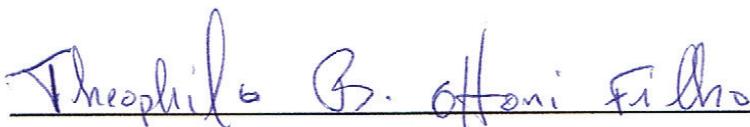


Prof.: PAULO RENATO DINIZ JUNQUEIRA BARBOSA, M.Sc., UFRJ

Orientador



Prof. JORGE HENRIQUES ALVES PRODANOFF, D.Sc., UFRJ



Prof. THEÓPHILO BENEDICTO OTTONI FILHO, Ph. D, UFRJ

PROJETO DE DRENAGEM NOS PADÕES DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

Wagner Vinícius de Oliveira Henriques

Agosto/2013

Orientador: Paulo Renato Diniz Junqueira Barbosa

Curso: Engenharia Civil

O projeto aqui apresentado tem por finalidade demonstrar e exemplificar como devem ser elaborados os projetos de drenagem urbana a serem aprovados no município do Rio de Janeiro. A padronização desses projetos é muito importante e visa a melhor ordenação do sistema de drenagem que atualmente apresenta uma série de problemas. Serão apresentados também alguns fatores que influenciam o aumento da ocorrência de cheias urbanas e outros eventos relacionados à deficiência do sistema de drenagem do município.

Todo projeto de drenagem a ser executado dentro dos limites do município deve ser submetida à avaliação e aprovação do órgão competente, no caso a Fundação Rio-Águas. O projeto que se segue apresenta uma parte desses elementos e a forma como eles devem ser apresentados à concessionária.

Agradecimentos

Primeiramente gostaria de agradecer à minha família que é a fundação de toda a minha vida. Eles estiveram ao meu lado em todos os momentos, fosse para dar apoio incondicional ou dar um puxão de orelha muitas vezes necessário. Foi esse incentivo que manteve a chama acesa e a vontade de concluir essa jornada cada vez mais latente.

Agradecer também aos amigos que passaram horas a fio dividindo as salas de aula, salas de estudo, bibliotecas e quaisquer lugares onde passamos esses últimos anos das nossas vidas compartilhando o conhecimento e nos tornando engenheiros de verdade.

Agradecer à minha namorada Kassia que me apoiou plenamente e muitas vezes renunciou seu tempo para me fazer companhia e me incentivar a todo o momento.

Agradecer a todos os professores de toda a Escola Politécnica que durante todo o curso transmitiram muito conhecimento e também me contagiaram com sua paixão pela engenharia. Paixão que hoje eu vejo cada vez mais claramente crescer. Agradecer em especial aos professores do DRHIMA que fizeram com que eu despertasse o interesse e a vontade de atuar na área dos Recursos Hídricos.

Agradecer os funcionários da Fundação Rio-Águas pela paciência e pelo apoio em fornecer todo tipo de material e assistência. Agradecer também aos colegas de trabalho da SANEPLUS, que também foram de fundamental importância para a confecção desse projeto.

ÍNDICE

	Página
1. Introdução	9
1.1 Objetivo	10
1.2 Metodologia	10
2. Cheias Urbanas – Causas e Consequências	11
2.1 Causas	11
2.2 Impermeabilização do Solo	14
2.3 Cheias Urbanas	14
3. Área de Estudo	17
4. Definição de Parâmetros Hidrológicos	18
4.1 Coeficiente de Escoamento Superficial	18
4.2 Tempo de Concentração	18
4.3 Tempo de Recorrência	18
4.4 Intensidade Pluviométrica	18
4.5 Duração da Chuva de Projeto	20
5. Modelagem Hidrológica	21
5.1 Método Racional Modificado	21
6. Apresentação dos Dispositivos de Drenagem	22
6.1 Descrição do Sistema	22
6.2 Canaletas	22
6.3 Galerias Fechadas	24
6.3.1 PEAD	25
6.4 Caixa de Ralo	27
6.5 Sarjetas	28
6.6 Poços de Visita	29
6.7 Reservatório de Retardo	30

	Página
7. Dimensionamento Hidráulico dos Dispositivos de Drenagem	34
7.1 Galerias Fechadas	34
7.1.1 Coeficientes de Rugosidade (Manning) “ η ”	34
7.1.2 Velocidades Admissíveis	34
7.1.3 Relação de enchimento	35
7.1.4 Profundidade Mínima da Galeria	35
7.2 Canaletas em Degraus	36
8. Concepção do Projeto	38
8.1 Levantamento Topográfico	38
8.2 Sondagem	39
8.3 Implantação Geral	40
8.4 Faixas <i>Non Aedificandi</i>	40
8.4.1 FNA de Canaletas Abertas	40
8.4.2 FNA de Cursos d’água e Galerias	41
9. Memória de Cálculo	44
9.1 Canaleta em degraus	44
9.2 Galerias Fechadas	45
9.3 Reservatório de Retardo Retangular	45
9.3.1 Reservatório de Retardo Tubular	46
9.4 Redes Complementares	47
9.5 Planta Baixa	47
9.6 Perfil Longitudinal	47
9.8 Detalhes Construtivos	48
10. Documentação Necessária	49
11. Orçamento	50
12. Medidas Compensatórias	51

13. Conclusão **53**

14. Referências Bibliográficas **54**

ANEXO I – TABELAS

ANEXO II – MEMÓRIAS DE CÁLCULO

ANEXO III – DOCUMENTOS

ANEXO IV – PLANTAS

LISTA DE FIGURAS

1. Introdução

A drenagem é uma disciplina de uma importância muitas vezes menosprezada. O valor de uma obra de drenagem é na maioria das vezes uma fração muito pequena do montante total do orçamento da obra. Investir num projeto de qualidade e executar uma drenagem que possibilite o escoamento adequado das águas pluviais para o sistema de drenagem permite o funcionamento dos empreendimentos mesmo na ocorrência das chuvas. Ter um olhar diferenciado para a drenagem, evita que aconteçam problemas maiores e até acidentes, que podem acarretar em prejuízos incalculáveis e até vidas humanas.

Grande parte do sistema de drenagem existente no município é obsoleto e ultrapassado. Esse sistema foi dimensionado para uma realidade antiga onde a cidade era menos urbanizada e impermeabilizada. Os projetos não foram concebidos pensando nessa nova realidade e conseqüentemente as redes que foram projetadas se mostram insuficientes para escoar essa vazão.

A forma que o município do Rio de Janeiro encontrou para tentar ordenar os novos projetos de drenagem foi designar um órgão específico para analisar e aprovar esses projetos, de forma a obrigar os empreendedores a entenderem que o contexto de sua obra não se trata simplesmente o limite do seu terreno. Cada fração da área do município está inserida numa malha de redes de drenagem que tem se mostrado insuficiente para a nova realidade da cidade, onde o número de habitantes e o índice de áreas impermeáveis é cada vez maior, tornando os eventos de cheias cada vez mais frequentes e catastróficos.

O órgão responsável por fazer a interface com os empreendedores é a *Fundação Rio-Águas*, que possui um corpo de engenheiros e arquitetos para analisar todos os projetos que são submetidos a ela. Além disso, possui também um departamento de

fiscalização de obras, para garantir que as diretrizes dos projetos sejam seguidas no campo. Entender cada empreendimento como uma parte de um conjunto maior é crucial para tentar amenizar os problemas de um sistema de drenagem obsoleto e muitas vezes insuficiente.

O projeto aqui apresentado é um exemplo de como é feito todo esse processo. As avaliações e considerações que são exigidas para aprovar um projeto junto à Rio-Águas.

1.1 Objetivo

O objetivo do presente trabalho é mostrar os impactos da urbanização desordenada no sistema de drenagem. O fenômeno que ocorreu nas últimas décadas na nossa cidade, cada vez mais cobra seu preço, com o aumento da frequência de eventos de proporções catastróficas. Serão apresentadas também as características de um projeto executivo a ser aprovado no município do Rio de Janeiro. Serão expostos todos os elementos que compõem esse processo. Desde o estudo inicial ao projeto final, pronto para ser analisado pela Fundação Rio-Águas.

1.2 Metodologia

Todo o dimensionamento dos elementos de projeto (redes de drenagem, canaletas, reservatório de retardo) foi baseado na *NORMA DE INSTRUÇÕES TÉCNICAS PARA ELABORAÇÃO DE ESTUDOS HIDROLÓGICOS E DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DE SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA*, que é disponibilizada pela Rio-Águas. Esse documento baliza todos os cálculos necessários para determinar as vazões de projeto e posteriormente as dimensões dos dispositivos de drenagem e de retenção de águas pluviais.

2. Cheias Urbanas – Causas e Consequências

2.1 Causas

A seguir estão descritos alguns fatores que têm influenciado bastante o aumento dos episódios de cheias nas áreas urbanas.

2.1.1 Urbanização Desordenada

O fenômeno do êxodo da população das áreas rurais para as áreas urbanas não é tão recente, no âmbito mundial ele foi iniciado no fim do século XVIII com o auge da Revolução Industrial na Inglaterra. No Brasil esse processo se intensificou a partir da segunda metade do século XX e vem ocorrendo até os dias de hoje. O gráfico abaixo mostra essa evolução ao longo das ultimas décadas.



Figura 1 – Taxa de Urbanização Brasileira (Fonte: <http://www.alunosonline.com.br/geografia/urbanizacao-brasileira.html>)

Conforme apresentado no gráfico, na média, 84% da população brasileira reside atualmente nas zonas urbanas. A situação se intensifica mais ainda se levarmos em conta a urbanização da Região Sudeste, onde está inserido o estado do Rio de Janeiro, local onde o presente projeto será apresentado.

Na Região Sudeste temos aproximadamente 90,5% da população residindo nas cidades, conforme mostrado na figura abaixo.

Brasil: proporção da população urbana em relação à população total das regiões

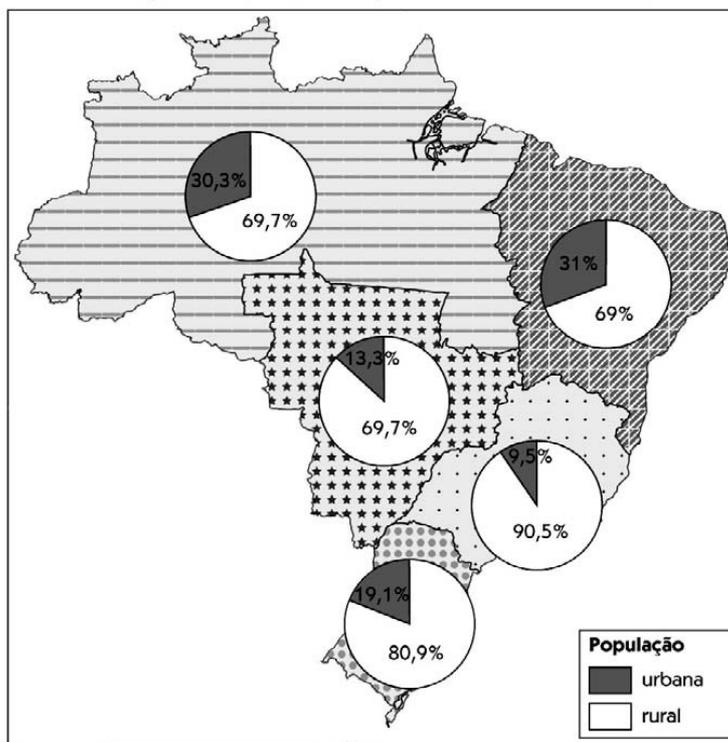


Figura 2 – Urbanização Brasileira Dividida por Regiões (Fonte: <http://www.ensinonline.com.br/provas>)

O Estado do Rio de Janeiro apresenta uma população urbana de 96,7% segundo o ultimo CENSO realizado em 2010 pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Feitas essas considerações, a questão a ser discutida é se as cidades estão preparadas para receber seus novos moradores. A resposta fica evidente quando olhamos para o alto e vemos as encostas da capital fluminense totalmente ocupada por habitações irregulares, quando vemos nossos rios totalmente poluídos, entre outra dezena de problemas. Os governos vêm tentando mitigar esses problemas com planos emergenciais de realocação das populações de áreas irregulares, limpeza dos rios, reestruturação dos sistemas de saneamento, mas as questões políticas e burocráticas do nosso país criam uma morosidade tão grande no sistema que ainda vemos muitas pessoas vivendo em condições sub-humanas nas nossas cidades.



Figura 3 – Ocupação Irregular de Encostas (Fonte: <http://aquafluxus.com.br/>)

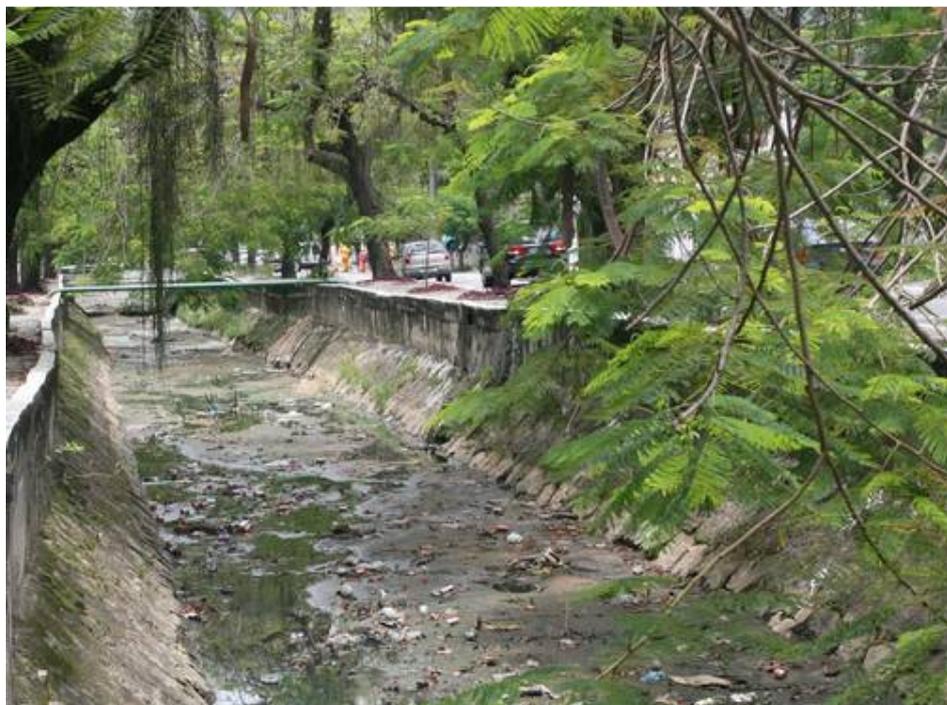


Figura 4 – Poluição dos Rios Urbanos (Fonte: Acervo do Próprio Autor)

2.2 Impermeabilização do Solo

Outro fator agregado a essa urbanização desenfreada das nossas cidades é o aumento do nível de impermeabilização do solo, que reduz a sua capacidade de absorção das águas pluviais. Dessa forma, como a água não é adequadamente absorvida pelo solo e as redes de drenagem pluvial são muitas vezes insuficientes ou estão obstruídas, ocorrem com cada vez mais constância enchentes e inundações nas zonas urbanas, gerando prejuízos incalculáveis e até perdas de vidas humanas.



Figura 5 – Alagamento na Cidade do Rio de Janeiro (Fonte: <http://minadoblog.blogspot.com.br/2010/04/.html>)

2.3 Cheias Urbanas

O processo de cheia dos rios é um processo natural, onde o curso d'água extravasa para sua calha maior na ocorrência de chuvas de grande magnitude. O problema é que nas zonas urbanas a seção natural do rio normalmente não está preservada, a sua calha está ocupada por edificações e outras estruturas construídas irregularmente e a impermeabilização do solo acelera a chegada dos deflúvios na calha dos rios. Esses elementos combinados criam uma situação muito delicada que pode ter consequências drásticas. Por meio da observação dos eventos que ocorreram nas últimas décadas na cidade podemos comprovar que os eventos de cheias têm se mostrado cada vez mais catastróficos para a população. Alguns dos eventos mais marcantes nessas últimas décadas foram:

- **Enchente de 2 de janeiro de 1966:** Fortes chuvas que duraram uma semana ocasionaram enchentes, deslizamentos em todo estado e município do Rio de Janeiro provocando o caos no transporte, “apagão” elétrico e o colapso do sistema de emergência. O que com certeza contribuiu para a morte de 250 pessoas e para deixar mais de 50 mil desabrigados;



Figura 6: Enchente de janeiro de 1966
(Fonte: <http://youpode.com.br/blog/soulegal/2010/01/05/>)

- **Enchente de 18 de fevereiro de 1988:** Outra enchente histórica que também devastou o Estado do Rio de Janeiro. Em consequência de desabamentos, foram 273 mortes no estado, sendo 78 no município do Rio e 170 em Petrópolis;



Figura 7: Enchente de fevereiro de 1988
(Fonte: <http://cafehitoria.ning.com/profiles/blogs/nos-nos-perdemos-na-selva-de-pedra>)

- **Enchente de 13 de fevereiro de 1996:** Enchente atingiu principalmente a Zona oeste e a Zona Sul do município. A enchente acarretou na morte 67 pessoas, incluindo crianças e idosos e mais de 2 mil ficaram desabrigadas;



Figura 8: Enchente de fevereiro de 1996

(Fonte: <http://www.youtube.com/watch?v=iPHaYDpInkQ>)

- **Enchente de 5 de abril de 2010:** Considerada uma das piores enchentes de todos tempos na cidade do Rio de Janeiro, teve como consequência 231 mortos e mais de 5 mil desabrigados em todo o estado.



Figura 9: Enchente de abril de 2010

(Fonte: <http://eliomarcoelho.wordpress.com/tag/enchentes/>)

Como pudemos observar as enchentes são um problema recorrente em nossa cidade e a vontade de todos é que esse problema seja minimizado ao ponto de não causar mais tantas perdas como vem causando ano a ano.

A seguir começarão a serem abordados os aspectos do projeto de drenagem a ser apresentado:

3. Área de Estudo

A área escolhida para o projeto está localizada no bairro de Jacarepaguá na Zona Oeste da cidade, região onde já ocorreram diversos eventos de cheias como, por exemplo, a cheia de 1996. O lote onde será desenvolvido o projeto apresenta características bem peculiares. O terreno possui uma área em afloramento rochoso, parte em mata nativa e parte da sua área tem um trecho mais plano. A seguir uma figura ilustrando a área de estudo:



Figura 10 – Área de Estudo – Jacarepaguá – RJ (Fonte: Snapshot [Googleearth](#))

A área total do lote é de aproximadamente 8,00 ha. Não existe nenhuma bacia de contribuição externa ao lote, dessa forma a bacia de contribuição total do lote refere-se somente a área interna do lote. Quando existe alguma contribuição externa à montante, é obrigação do lote localizado a jusante de captar e ordenar as águas para o curso d'água ou sistema de drenagem existente.

4. Definição dos Parâmetros Hidrológicos

Para a concepção do projeto de drenagem existe a necessidade de definir alguns parâmetros para os cálculos hidráulicos. A seguir, estão determinados esses parâmetros.

4.1 Coeficiente de Escoamento Superficial

O coeficiente de escoamento superficial ou coeficiente de *run-off* adotado para o cálculo das vazões é determinado com base na tipologia da área de drenagem. Esse coeficiente leva em conta características como tipo de ocupação da área, densidade da vegetação, tipo e uso do solo da área em questão. A Tabela 1 do anexo 1 mostra esses valores e justifica os valores empregados posteriormente.

4.2 Tempo de Concentração

O tempo de concentração é o tempo necessário para que toda a bacia hidrográfica esteja contribuindo com a água sobre ela precipitada, desde o início da chuva. Para efeitos de cálculo será utilizado o tempo de concentração padrão determinado para cálculo de redes de microdrenagem em áreas urbanas pela Rio-Águas, que é de **10min**. Os demais tempos de concentração serão calculados somando-se os tempos de percursos nos trechos de rede com esse tempo de concentração inicial.

4.3 Tempo de Recorrência

O tempo de recorrência ou período de retorno a ser adotado na determinação da vazão de projeto e, conseqüentemente, no dimensionamento dos dispositivos de drenagem, deverá ser considerado em conformidade à Tabela 2 do Anexo 1. Dessa forma, como o projeto refere-se a uma rede de microdrenagem, será adotado o tempo de recorrência de **10 anos**.

4.4 Intensidade Pluviométrica

A intensidade pluviométrica de projeto será calculada com base na equação de chuvas intensas (IDF) válida para o município do Rio de Janeiro. Essa equação calcula o

valor da intensidade da chuva para um determinado tempo de concentração e um tempo de recorrência, parâmetros que já foram definidos anteriormente. A equação é da seguinte forma:

$$i = \frac{a Tr^b}{(t + c)^d}$$

Onde,

i= Intensidade pluviométrica (mm/h);

Tr=Tempo de Recorrência (anos);

t= Tempo de Concentração (min);

Os valores dos coeficientes a, b, c e d são determinados com base nas áreas de influencias nas quais o município está dividido. Esses valores estão apresentados na tabela 3 do anexo 1. O mapa com a divisão das áreas de influência está apresentado na planta 1 do anexo IV. Nessas áreas estão instalados pluviógrafos que fazem o monitoramento dos índices pluviométricos. Os valores dos coeficientes foram obtidos com base nas observações dos dados obtidos por esses aparelhos de medição. Abaixo um exemplo de um aparelho de medição pluviométrica.



Figura 11 – Estação Pluviométrica

(Fonte:<http://gduardo1.blogspot.com.br/2012/08/atividade-2a-o-que-e-pluviometro.html>)

O lote em questão está sob a área de influência do pluviômetro Via 11. Os parâmetros determinados são:

7	Via11 (Jacarepaguá)
a	1423,200
b	0,196
c	14,580
d	0,796

Utilizando os parâmetros definidos para os cálculos hidráulicos chegamos aos seguintes valores:

(t=10min, TR=10 anos)

$$i = \frac{1423.2 \times (100^{0,196})}{(10 + 14,58)^{0,796}} = 174,7 \text{ mm/h}$$

4.5 Duração da Chuva de Projeto

Para o dimensionamento de estruturas de microdrenagem, onde as vazões são determinadas pelo método racional modificado, que é o caso do projeto em questão, o tempo de duração da chuva é igual ao tempo de concentração; para o método do hidrograma unitário sintético do SCS recomenda-se que o tempo de duração da chuva seja no mínimo igual ao tempo de concentração ou até o dobro deste valor.

5. Modelagem Hidrológica

A metodologia de cálculos hidrológicos para determinação das vazões de projeto é definida em função das áreas das bacias hidrográficas, conforme a seguir indicadas:

- Método Racional Modificado – Área < 100 ha
- Método U.S. Soil Conservation Service (atual NRCS) – Área > 100 ha

Para a área em questão por se tratar de uma área com menos de 100 ha será empregado para o cálculo das vazões o Método Racional Modificado. As vazões de todas as bacias de contribuição serão determinadas com base nesse método.

5.1 Método Racional Modificado

O cálculo da vazão pelo Método Racional modificado com a inclusão do critério de Fantolli é determinado pela seguinte equação:

$$Q = 0,00278 n i f A$$

Onde,

Q = deflúvio gerado (m³/s);

n = coeficiente de distribuição:

para A < 1 ha, n = 1

para A > 1 ha, n = A^{-0,15}

i = intensidade de chuva (mm/h);

A = área da bacia de contribuição (ha);

f = coeficiente de deflúvio (Fantolli).

Onde,

$$f = m (it)^{1/3}$$

t = tempo de concentração em minutos;

m = 0,0725 C

Onde,

C = coeficiente de escoamento superficial.

6. Apresentação dos Dispositivos de Drenagem

6.1 Descrição do sistema

Como já foi citado anteriormente, o lote apresenta uma parte em encosta nos fundos do lote. Para drenagem dessa área de fundos será projetada uma **canaleta retangular em degraus** e uma **canaleta retangular linear**. Esses dispositivos farão a captação das águas provenientes dos escoamento superficial que se dá pela encosta.

Desse ponto em diante as águas serão conduzidas por meio de **galerias fechadas**. A captação das galerias se dá por meio das **grelhas** nas **caixas de ralo**. Sempre que existe a ligação dessas caixas de ralo nas redes será construído um **poço de visita**. Entre um ponto de captação e outro existem as **sarjetas** que conduzem as águas pelos bordos das vias entre um ralo e outro. A rede de drenagem se desenvolve até a entrada onde será projetado um **reservatório de retardo**, que é uma exigência da Rio-Águas. Daí em diante a rede interna será ligada na rede externa existente na frente do lote. A seguir será apresentada uma breve descrição sobre cada dispositivos e materiais utilizados.

6.2 Canaletas de drenagem

As canaletas são canais de drenagem que fazem a catação superficial das águas pluviais. As canaletas pode ser retangulares, semicirculares ou trapezoidais. Os materiais mais utilizados para as canaletas são concreto, PVC ou canais em terra.



Figura 12 - Canaletas Semicirculares em Concreto
(Fonte: <http://www.yanterraaplenagem.com.br/canaletaMeiaCana.html>)



Figura 13 - Canaleta Retangular em Degraus
(Fonte: <http://www.terrestreengenharia.com.br/produto.asp?t=2&a=1&k=21>)



Figura 14 - Canaleta Trapezoidal em Terra
(Fonte: <http://www.yanterraaplenagem.com.br/escadaHidraulica.html>)



Figura 15 - Canaleta de PVC
(Fonte: <http://www.tigre.com.br/pt/produtos>)

6.3 Galerias Fechadas

As galerias são condutos destinados ao transporte das águas pluviais até o ponto de deságue determinado. O escoamento se dá de forma gravitória e a galeria funciona como conduto livre. Não são admitidas galerias pressurizadas nos projetos a serem aprovados na Rio-Águas.

As galerias enterradas podem ser retangulares ou circulares. Os materiais mais utilizados são concreto armado e PVC. Para diâmetros maiores normalmente é utilizado o concreto armado, que apresenta maior resistência aos esforços aplicados na galeria. Atualmente, um material que também está sendo implementado no mercado é o **PEAD (Polietileno de Alta Resistência)**. Nos projetos de drenagem urbana não são admitidas galerias com diâmetro menor que 0,40m.



Figura 16 – Galeria Circular em Concreto

(Fonte: <http://epmjorge.blogspot.com.br/2011/07/iplantacao-de-rede-de-galerias-pluviais.html>)



Figura 17 – Galeria Retangular em Concreto

(Fonte: <http://www.clmais.com.br/informacao/28180/>)

6.3.1 PEAD (Polietileno de Alta Resistência)

A linha de tubos em PEAD tem uma série de utilidades e dentre elas a drenagem pluvial. Os tubos em PEAD vêm sendo largamente utilizados nos mercados americano e europeu desde a década de 50. Nos últimos anos o PEAD vem sendo cada vez mais utilizado no Brasil por apresentar uma série de vantagens em relação aos tubos em concreto. Dentre as vantagens do PEAD em relação ao concreto estão:

- ✦ Força estrutural – resistente a grandes alturas de aterramento e amplas cargas móveis.
- ✦ Resistência à abrasão – perda de material de PEAD é de 15% a 25% menor em comparação ao de concreto reforçado.
- ✦ Leveza – são 50% a 75% mais leves em comparação aos tubos de aço e representa 1/10 de peso dos tubos de concreto.
- ✦ Inerte – pode ser utilizado de maneira segura com solos ou efluentes com uma variação de pH de 1.5 a 14.
- ✦ Durabilidade – Vida útil esperada de 75 anos, frente aos 30 previstos de outros materiais.
- ✦ Reduzir o seu custo de instalação de tubos, conexões e acessórios;
- ✦ Reduzir o tempo de execução da obra;
- ✦ Reduzir o seu custo de manutenção;
- ✦ Reduzir o seu custo de transporte;
- ✦ Reduzir o seu custo de estocagem;
- ✦ Tubo de dupla parede com união ponta e bolsa (união mecânica que não necessita de luva, eletrofusão ou solda);

Os tubos em PEAD, são fabricados em diâmetros de 100mm a 1500mm e assim como os tubos em PVC vêm em comprimentos de 6m. Ainda existe algum preconceito com a utilização desse material por não haver um tempo grande de observação de como ele se comporta à longo prazo, mas a tendência é que o material seja cada vez mais difundido e ganhe cada vez mais espaço no mercado brasileiro.



Figura 18 – Tubos Corrugados em PEAD (Fonte: http://www.tigre-ads.com/br/prod_drenagem.php?cod_info=2#)



Figura 19 – Aplicação de Tubos em PEAD para Drenagem
(Fonte: http://www.tigre-ads.com/br/aplicaciones.php?id_imagen=2#)

6.4 Caixas de Ralo

As caixas de ralo são as estruturas onde estão instaladas as grelhas que fazem a captação das águas pluviais nas vias. A função das grelhas é evitar que detritos maiores entrem nas galerias. As grelhas pode ser em ferro fundido ou em concreto Um artifício utilizado para quando se deseja aumentar a capacidade de engolimento da caixa de ralo é instalar bocas de lobo associadas às grelhas.



Figura 20 – Grelhas de Ferro fundido e de concreto (Fonte: <http://www.ocoerreionews.com.br/noticia/11331-secretaria-de-obras-substitui-bueiros-em-costa-rica.html>)



Figura 21 – Caixas de Ralo com Grelhas de Ferro fundido e bocas de lobo (Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Bueiro>)

6.5 Sarjetas

As sarjetas são canais, em geral de seção transversal triangular, situados nos bordos das vias, destinados a coletar as águas de escoamento superficial e transportá-las longitudinalmente até os pontos de captação, no caso as caixas de ralo. Geralmente as sarjetas são construídas em concreto ou no mesmo material do revestimento da via. No entanto, o ideal é que as sarjetas sejam construídas em concreto, por conta da deformação do pavimento asfáltico devido aos esforços exercidos. Dessa forma a sua seção se mantém íntegra por mais tempo.



Figura 22 – Sarjeta de Concreto em construção

(Fonte: <http://www.andradina.sp.gov.br/mostra.asp?noticias=2411&Classe=>)



Figura 23 – Sarjeta de Concreto construída

(Fonte: <http://www.marica.rj.gov.br/?s=noticia&n=2299>)

6.6 Poço de Visita

Os poços de visita são câmaras visitáveis que tem as funções de possibilitar mudanças de direção da tubulação, mudanças de declividades, mudanças de seção e confluência de uma ou mais galerias. Essas câmaras possibilitam também a limpeza e desobstrução das redes. A Rio-Águas recomenda que os poços de visita sejam instalados em intervalos de no máximo **40m** de distância. O acesso se dá através dos tampões de ferro fundido instalados no topo dos PV's. Esses tampões devem ter um diâmetro mínimo de 0,60m para possibilitar a entrada de uma pessoa para realizar a limpeza ou manutenção. Os PV's de drenagem são usualmente construídos em concreto armado ou alvenaria e moldados *in-loco*. Mas estes podem ser também executados com a utilização de peças pré-moldadas em concreto.

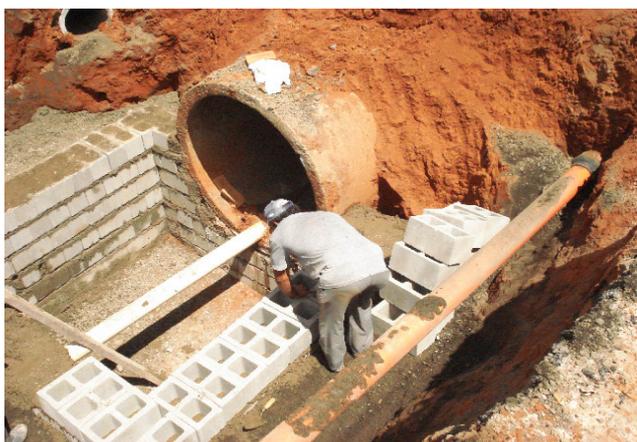


Figura 24 – PV em blocos de Concreto moldado *in-loco*

(Fonte: <http://www.walterbartels.com/noticia/3500/obras-8-3-2010-sosu-constroi-poco-de-visita>)



Figura 25 – PV construído cm peças pré-moldadas

(Fonte: <http://www.solucoespre moldadas.com.br/fotos/saneamento>)



Figura 26 – Tampão de Ferro Fundido para Águas Pluviais

(Fonte: <https://www.google.com.br/search?um=1&hl=pt-BR&noj=1&biw=1517&bih=714&tbn=isch&sa=1&q=tampão+águas+pluviais>)

6.7 Reservatórios de Retardo

Os reservatórios de retardo são estruturas que têm o objetivo de amortecer os picos de enchentes e retardar o escoamento, propiciando um aumento no tempo de concentração, aliviando o funcionamento da rede de drenagem. O reservatório tem seu volume calculado com base na área impermeável do lote no qual ele será construído. A estrutura apresenta um orifício de saída área menor do que a tubulação de entrada, o que permite que ele libere esse volume acumulado aos poucos, dessa forma, não sobrecarrega a rede de drenagem.

Os reservatórios mais usuais são caixas de concreto, normalmente retangulares, com duas câmaras, uma destinada à acumulação e outra auxiliar. As câmaras são separadas por um vertedor com um orifício na base para fazer a liberação gradual do volume acumulado.

A implementação dessas estruturas é nova no Brasil e ainda existem muitos críticos dessa solução. No entanto é uma das exigências da Rio-Águas para lotes com áreas impermeáveis maiores que 500m². É exigido também que todo o escoamento dos reservatórios se dê de forma gravitativa, não permitindo a utilização de qualquer espécie

de bombas hidráulicas. A alegação é que problemas elétricos ou mesmo a falta de manutenção possam por em risco o funcionamento do sistema.

Existem ainda alternativas para a construção dos reservatórios de retardo como, por exemplo, os reservatórios tubulares, onde são utilizados tubos de concreto enfileirados para fazer a acumulação do volume exigido ao invés da câmara retangular de concreto. Uma opção utilizada em situações onde há uma disponibilidade de áreas maiores é a implantação de reservatórios de infiltração. Esses reservatórios são áreas escavadas onde são aplicados materiais mais permeáveis para que a infiltração aconteça com mais facilidade. As águas acumuladas são devolvidas aos canais ou lençol subterrâneo de forma mais lenta. Essa é uma solução muito interessante, que é bastante aplicada em outros países, mas se aplica mais a macrodrenagem.

Para empreendimentos menores, os reservatórios convencionais são mais efetivos. No anexo III está apresentado o Manual Prático de Cálculo de Reservatórios de Retardo segundo a Resolução Conjunta SMG/SMO/SMU nº 001 de 27 de janeiro 2005.



Figura 27 – Reservatório de Infiltração (Califórnia – EUA)

(Fonte: http://www.arg.ufsc.br/arg5661/trabalhos_2007-1/drenagem/)

Com o aumento da frequência de intensidade das cheias urbanas as cidades têm buscado novas formas de minimizar os problemas decorrentes desses eventos. A utilização de reservatórios de retardo em maior escala é uma das soluções utilizadas. A cidade de Tóquio é uma das precursoras nessa prática. Entre os anos de 1992 e 2006 foi construído, ao custo de 3 bilhões de dólares, um sistema subterrâneo de gestão de água pluviais. A estrutura possui 6,4 km de túneis de até 50 metros de profundidade que ligam cinco silos gigantes, de 65 metros de altura e 32 metros de largura, a um tanque enorme: o Templo. Este reservatório maior que mede 25,4m x 177m x 78m, é suportado por 59 pilares gigantes. As águas da chuva de vias da cidade são coletadas através dos túneis e dos silos. Quando estes ficam cheios de água, os silos trabalham o seu curso através de uma série de túneis até o Templo. Para fazer o esgotamento desse volume acumulado, são utilizadas quatro turbinas movidas por motores a jato, que bombeiam cerca de 200 metros cúbicos de água por segundo para o rio Edo. Esse sistema monumental que é uma obra de engenharia assombrosa é conhecido por *G-Cans*.



Figura 28 – Sistema de Controle de Cheias (Tóquio – Japão)

Fonte: <http://semproducao.blogspot.com.br/2013/03/g-cans-o-gigantesco-sistema-de-drenagem.html>

A cidade do Rio de Janeiro utilizando uma estratégia similar à utilizada em Tóquio também desenvolveu um projeto para a construção de reservatórios subterrâneos para controle de cheias. Conhecido com “piscinão” o reservatório da Praça da Bandeira é o primeiro dos cinco reservatórios a serem construídos na cidade. As obras orçadas em R\$ 292 milhões incluem as a

canalização de um trecho de 361 metros do Rio Trapicheiros, o desvio de parte do Rio Maracanã e a construção de um túnel extravasor no Rio Joana, que passará a ter um deságue independente na Baía de Guanabara. O reservatório da Praça da Bandeira que tem capacidade para 18 milhões de litros de água, o equivalente a 7 piscinas olímpicas, está com 78% das obras concluídas e a previsão é que seja será finalizado ainda este ano.

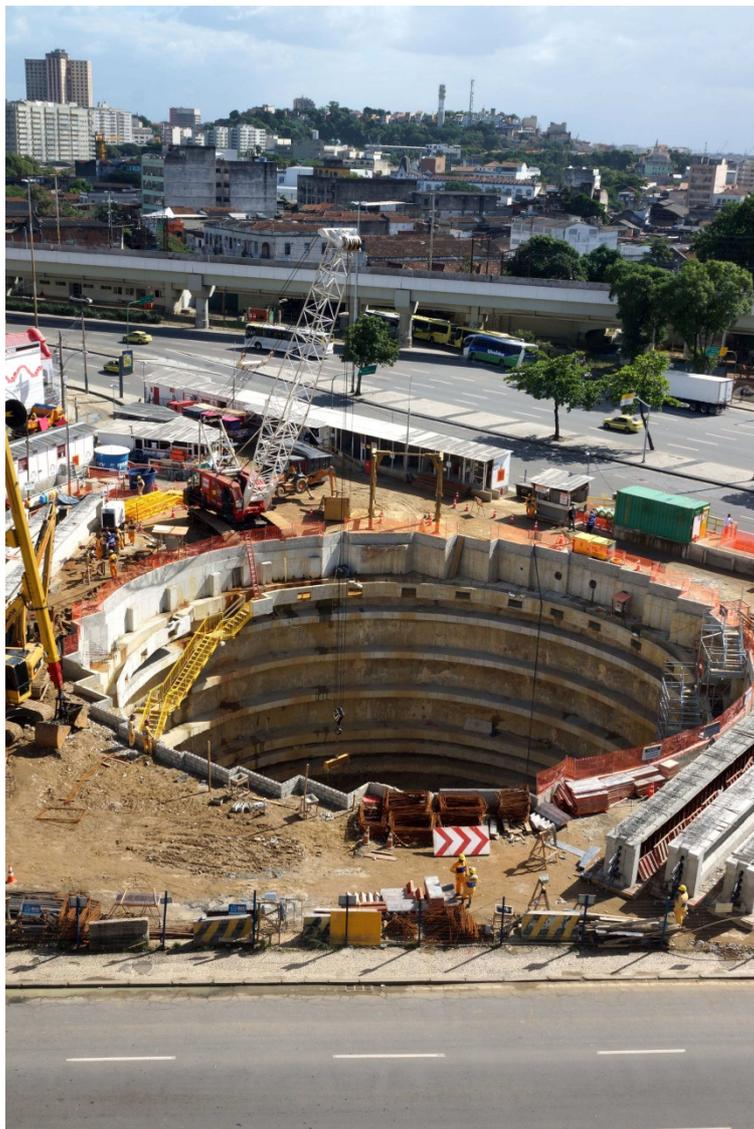


Figura 29 – Reservatório de Praça da Bandeira (Rio de Janeiro)

(Fonte: <http://www.cimentoitambe.com.br/rj-combate-enchentes-com-rio-de-concreto/>)

Da mesma forma que o G-Cans o esgotamento do “piscinão” será feito por meio de um conjunto de bombas. Toda a população torce para que os investimentos surtam o efeito desejado e previnam a ocorrência de novas cheias na região que já foi castigada diversa vezes pela chuva.

7. Dimensionamento Hidráulico dos Dispositivos de Drenagem

A seguir estão relacionados os parâmetros utilizados para o dimensionamento hidráulico de todos os dispositivos de drenagem projetados.

7.1 Galerias Fechadas

Todas as galerias de drenagem serão dimensionadas com base na Equação de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S^{1/2}$$

Onde,

Q= Vazão (m³/s);

A= Área da seção (m²);

R= Raio hidráulico (m);

S= Declividade da galeria (m/m);

n= Coeficiente de Manning (adimensional)

7.1.1 Coeficientes de Rugosidade (Manning) “n”

Para as galerias tubulares de concreto armado que serão utilizadas no projeto, foi utilizado o coeficiente de rugosidade de 0,013 conforme a tabela 03 do anexo I.

7.1.2 Velocidades Admissíveis

Os valores de velocidade para galerias fechadas deverão estar entre os valores descritos abaixo.

- Velocidade máxima = 5,0 m/s
- Velocidade mínima = 0,8 m/s

Esses valores devem ser respeitados para que sejam evitados os problemas de assoreamento dos tubos quando as velocidades são muito baixas e problemas de erosão das tubulações quando as velocidades estão acima dos limites máximos determinados.

7.1.3 Relação de enchimento (Y/D)

Os dispositivos de drenagem deverão respeitar a relação de enchimento máximo de acordo com os seguintes valores:

<i>Tipo de conduto</i>	<i>Relação de enchimento</i>
Galerias e ramais circulares	$Y/D \leq 0,85$
Galerias retangulares fechadas	$Y/D \leq 0,90$
Canaletas retangulares abertas	$Y/D \leq 0,80$
Canaletas circulares abertas (meia calha)	$Y/D \leq 0,30$

Todos os dispositivos de drenagem serão projetados como condutos livres, ou seja, todo o escoamento deverá se dar por gravidade. Em hipótese nenhuma as redes de drenagem poderão ser concebidas prevendo a utilização de bombas.

No caso de galerias fechadas deverá ser respeitado o limite de enchimento de **85%** e para as canaletas será respeitado o limite de enchimento de **80%**.

7.1.4 Profundidade Mínima da Galeria

A profundidade mínima (h) admissível para a geratriz inferior interna do tubo é definida da seguinte maneira:

$$h = \phi + \frac{\phi}{2} + 0,40$$

Onde,

h = profundidade mínima admissível (m);

ϕ = diâmetro da tubulação (m);

Em casos onde essa profundidade não puder ser atendida deverão se utilizados tubos reforçados de classe PA-2 ou superior. As profundidades para esse tipo de tubo

estão demonstradas na tabela 04 do anexo I. Abaixo um esquema de como se dá o assentamento do tubo.

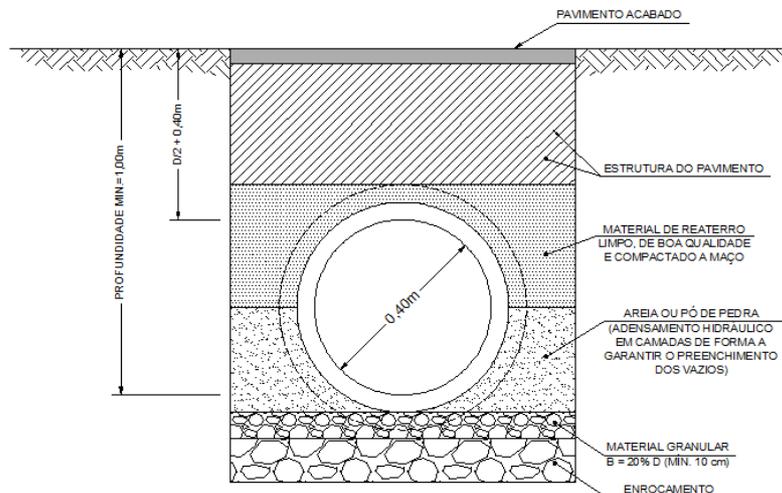


Figura 30 – Detalhe do assentamento de Tubo (D=0,40m)
 (Fonte: Adaptação feita pelo autor do Caderno de Detalhes Técnicos – Rio-Águas)

7.2 Canaletas em Degraus

No caso da implantação de redes de drenagem em terrenos íngremes, como é o caso do terreno em questão, deverão ser projetadas canaletas abertas com degraus (escadas hidráulicas).

O dimensionamento poderá ser feito através da expressão empírica, apresentada no Manual de Drenagem de Rodovias – DNIT/2006, fixando-se o valor da base (B) e determinando-se o valor da altura (H):

$$Q = 2,07 B^{0,9} H^{1,6}$$

A tabela 05 do anexo I relaciona as vazões de projeto e indica a dimensão que deverá ser adotada para a canaleta em questão. A canaleta em degraus será implantada nos pé da encosta para drenar toda a bacia proveniente da encosta nos fundos do lote. Posteriormente será apresentado o cálculo da vazão e determinada a dimensão dessa canaleta. Abaixo estão representados desenhos esquemáticos da canaleta em degraus.

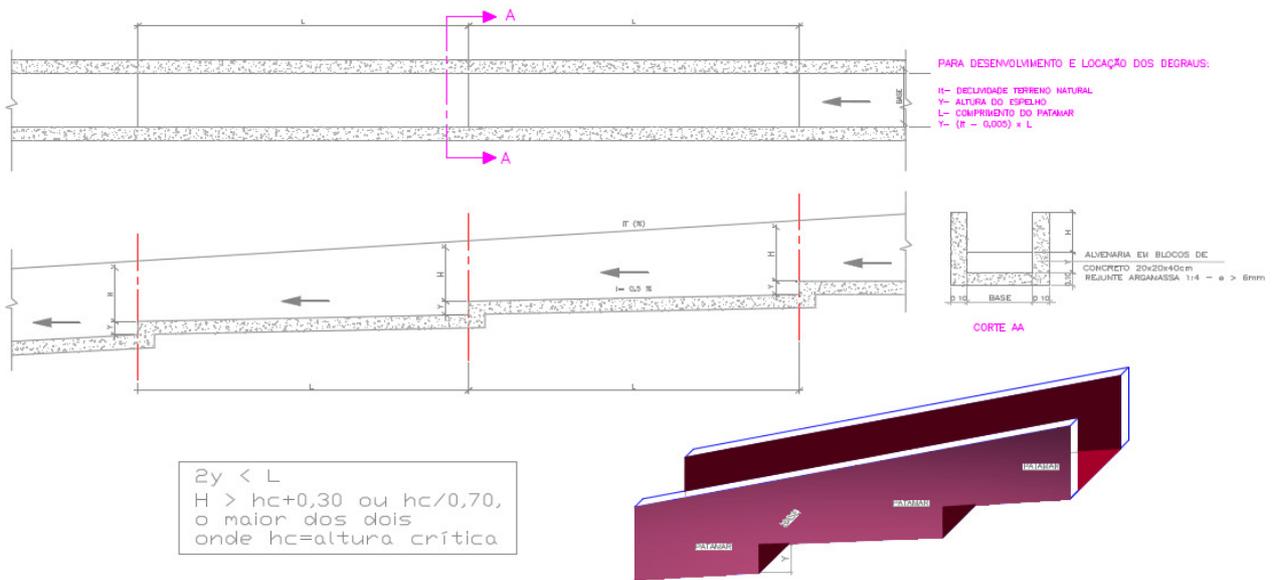


Figura 31 – Detalhes esquemáticos de Canaleta em degraus

(Fonte: INSTRUÇÕES TÉCNICAS PARA DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DE SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA)

8. Concepção do Projeto

O projeto de drenagem propõe-se a drenar toda água pluvial que cai no lote e conduzir elas até o deságue adequado. Dessa forma, a seguir estão apresentadas as etapas para concepção do mesmo.

8.1 Levantamento Topográfico

Para a concepção de um projeto de drenagem na fase executiva, deve ser feito um levantamento topográfico planialtimétrico cadastral, para a obtenção de todos os elementos necessários, tais como curvas de nível, plano de escoamento, cursos d'água e galerias existentes, edificações existentes entre outros. O levantamento deve ser feito com cotas oficiais referenciadas em relação ao *Datum Vertical de Imbituba-SC* e coordenadas referenciadas pelo plano de Coordenadas SAD-69 (*South American Datum*).

É importante também que sejam definidos os limites do lote no local, que muitas das vezes diferem dos limites determinados no RGI. Na planta 02 do anexo IV está apresentado o levantamento topográfico cadastral realizado no lote. Nele estão apresentados todos os elementos importantes para a elaboração do projeto de drenagem.

Por meio do levantamento topográfico é possível a identificação de cursos d'água existentes e outros elementos importantes. No caso do deságue das redes projetadas ocorrer numa rede existente, deverão também ser cadastradas topograficamente os dados cotas de terreno e fundo e dimensões dessa rede.



Figura 32 – Equipamento utilizado em Levantamentos Topográficos

(Fonte: <http://www.cpscetec.com.br/padronizacaoedelaboratorios/laboratorio.php?curso=10&lab=104&nome=Topografia>)

O ideal é que haja sempre uma equipe de topografia mobilizada na obra para fazer o acompanhamento e conferência das cotas e declividades que estão sendo implantadas nas tubulações e outras estruturas de drenagem. Isso ajuda a minimizar os erros cometidos no campo, mas por motivos de custo essa prática não é muito usual, principalmente em obras de menor porte.

8.2 Sondagem

A Rio-Águas não exige que sejam feitas sondagens no terreno, mas é importante que o perfil do solo seja conhecido para evitar problemas na execução dos dispositivos de drenagem enterrados. A existência de rochas nos trechos onde serão construídos dispositivos mais profundos como, por exemplo, as galerias de drenagem e o reservatório de retardo podem comprometer todo o projeto e gerar perda de tempo e dinheiro na fase da execução da obra. Portanto, é importante que sejam feitas investigações pelo menos nos pontos mais críticos do caminhamento da drenagem.

No anexo III, está apresentado um boletim de sondagem feito no terreno, perto da área onde será implantado o reservatório de retardo. Foi realizada uma sondagem a percussão tipo SPT (*Standard Penetration Test*), que é o tipo de sondagem mais utilizada em solos de menor resistência. O teste de resistência do solo é feito até que seja atingida a camada do material impenetrável. Abaixo um esquema de como é montado o equipamento utilizado no teste.

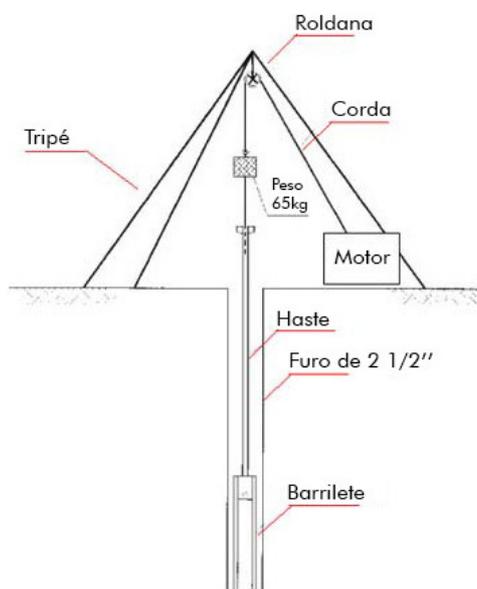


Figura 33 – Equipamento de Sondagem (SPT)

(Fonte: http://www.nfsondas.com.br/sondagem_percussao.html)

8.3 Implantação Geral

No local do lote foi projetado um empreendimento dividido em quatro áreas (grupamentos), todos conectados por um viário externo. Essa implantação está apresentada na planta 03 do anexo IV. Essa planta também é uma exigência da Rio-Águas e deve ser incorporada ao projeto de drenagem. Como pode ser observado, a parte dos fundos do terreno não foi aproveitada. A construção em áreas de encostas requer soluções de engenharia que muitas vezes resultam em custos tão elevados que inviabilizam a obra. Por esse motivo e também pela necessidade de preservação de parte da mata nativa do terreno, optou-se por construir apenas nas áreas menos íngremes.

8.4 Faixas *Non Aedificandi* (FNA)

A demarcação de faixas non Aedificandi é uma exigência de Rio-Águas. Essas faixas têm a finalidade de preservar um afastamento onde não poderão ser construídas edificações de qualquer espécie. Dessa maneira fica garantida uma faixa reservada para manutenção das galerias e quaisquer outros reparos necessários.

A largura das faixas non Aedificandi depende da vazão que será conduzida pela galeria ou curso d'água. Abaixo um breve descritivo acerca da marcação das FNA's.

8.4.1 FNA de Canaletas Abertas

Segundo a **RESOLUÇÃO CONJUNTA SMAC/SMO/SMU Nº 02 DE 06 DE JANEIRO DE 2011**, "Nos casos de canaletas superficiais, que não conduzam curso d'água, que veiculem vazões inferiores a 400 litros por segundo, que possuam altura de seção inferior a 0,60m, fica definida uma faixa non Aedificandi de 0,50m, a partir do bordo da canaleta e para ambos os lados". A marcação acontece da seguinte forma:

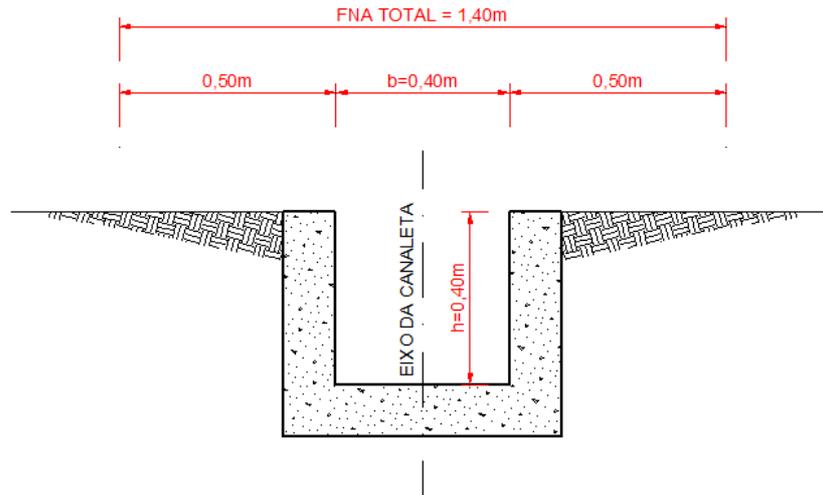


Figura 34 – Marcação de Faixa Non Aedificandi para Canaleta de 0,40m x 0,40m
(Fonte: Próprio Autor)

8.4.2 FNA de Cursos d'água e Galerias Fechadas

De acordo com o **DECRETO Nº 42.356 DE 16 DE MARÇO DE 2010**, para as galerias e canais a marcação das FNA's deverá ser feita de acordo com a vazão de projeto dos mesmos. A marcação acontece da seguinte forma:

- Para vazões inferiores a **6m³/s**:

A FNA será demarcada acrescentando-se **1,50m** para cada lado do bordo da seção hidráulicamente suficiente. No caso de galerias fechadas a FNA total será obtida somando-se $1,50m + D + 1,50m$.

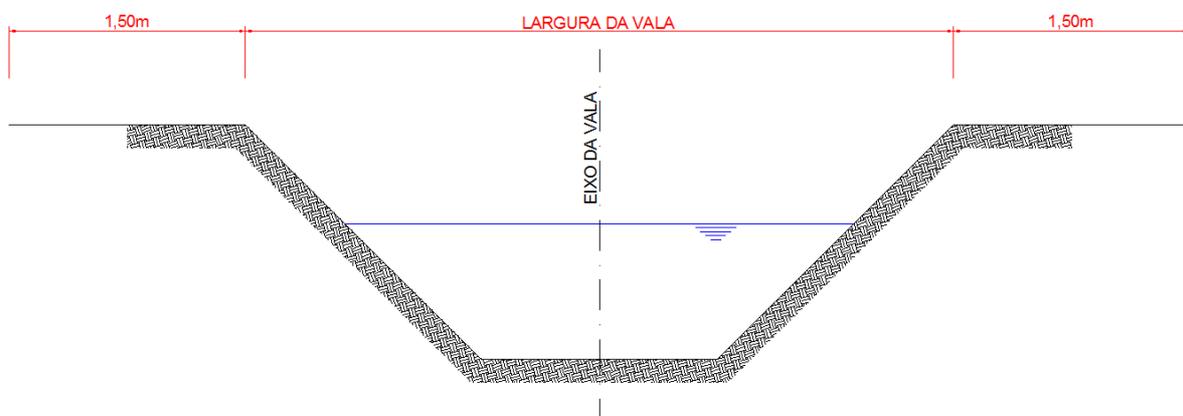


Figura 35 – Marcação de Faixa Non Aedificandi para Vala Aberta ($Q < 6m^3/s$)

(Fonte: Próprio Autor)

- Para vazões superiores a **6m³/s** e inferiores a **10m³/s**:

A FNA será demarcada acrescentando-se **5,00m** para cada lado do bordo da seção hidráulica suficiente. No caso de galerias fechadas a FNA total será obtida somando-se $5,00m + D + 5,00m$.

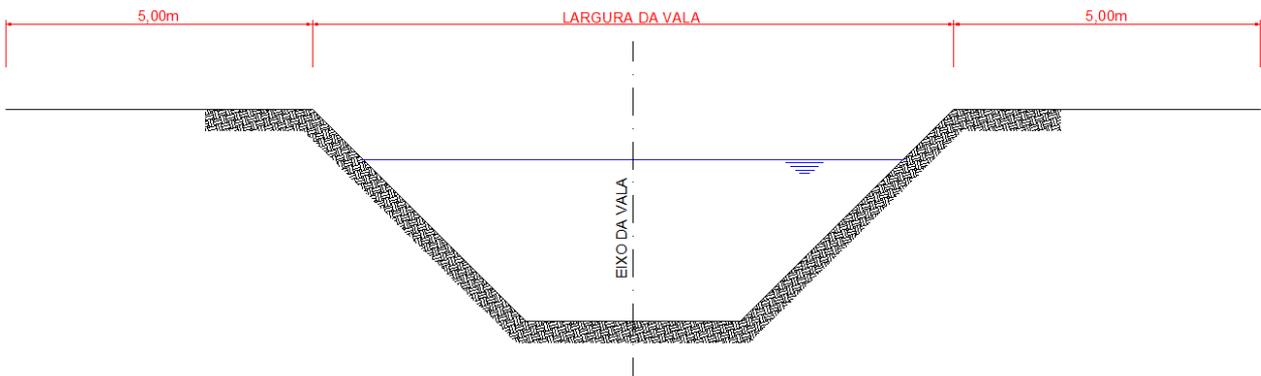


Figura 36 – Marcação de Faixa Non Aedificandi para Vala Aberta ($6m^3/s < Q < 10m^3/s$)

(Fonte: Próprio Autor)

- Para vazões superiores a **10m³/s**:

A FNA será demarcada acrescentando-se **15,00m** para cada lado do bordo da seção hidráulica suficiente.

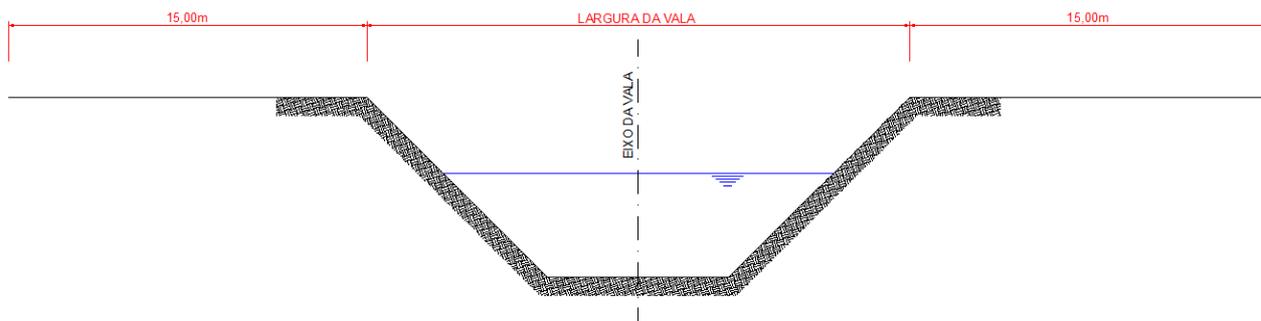


Figura 37 – Marcação de Faixa Non Aedificandi para Vala Aberta ($Q > 10m^3/s$)

(Fonte: Próprio Autor)

Para marcação de FNA para galerias abertas revestidas em concreto serão acrescidos **10,00m** para cada lado da boca da seção.

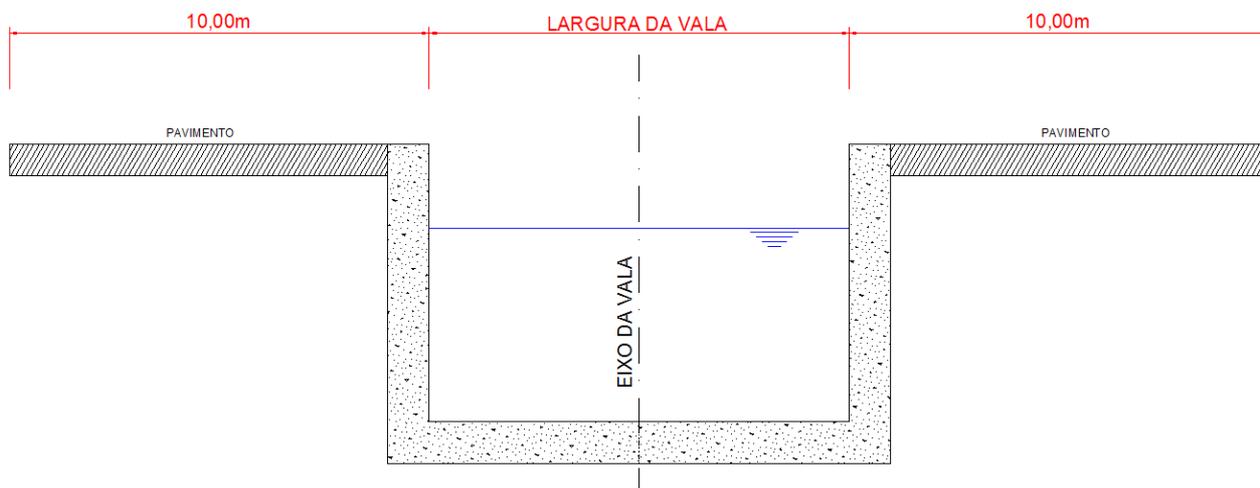


Figura 38 – Marcação de Faixa Non Aedificandi para Vala em Concreto ($Q > 10\text{m}^3/\text{s}$)

(Fonte: Próprio Autor)

Quando existe algum curso d'água cortando o lote onde vai ser feito o empreendimento, deverá ser feito um estudo para que seja calculada a vazão do canal de forma a definir a largura da FNA a ser marcada. Ainda que o canal vá sofrer alguma alteração no seu curso ou canalização do mesmo, as FNA's devem ser marcadas.

No caso das redes estarem no eixo das vias, não há necessidade de marcação de faixas *non Aedificandi*. As demais faixas deverão vir apresentadas na planta baixa do projeto. Os decretos que regulamenta a marcação das faixas estão apresentados no anexo III.

9. Memória de Cálculo

Na planta 04 do anexo IV está apresentado o traçado geral dos dispositivos de drenagem e a divisão das bacias de contribuição correspondentes. Foi fornecida pela Fundação Rio-Águas uma planilha que serve para o cálculo das vazões e dimensionamento das galerias e canaletas. Além disso, foi fornecida também uma planilha para o dimensionamento do reservatório. A seguir todos esses dispositivos serão dimensionados e detalhados.

9.1 Canaleta em degraus

A bacia contribuinte total para as canaletas é de 2.65ha. Foi feita uma ponderação dos coeficientes de run-off (C) da área em questão, para o cálculo da vazão da seguinte forma:

Área de Afloramento rochoso – 0,30ha – C=0,90

Área de Vegetação densa – 2,35ha – C=0,40

Área Total = 2,65ha – $C_{\text{adotado}} = \frac{0,3 \times 0,90 + 2,35 \times 0,40}{2,65} = 0,46$

Serão implantadas duas canaletas em convergindo para uma poço de visita (P.V.) como indicado na planta.

- A **Canaleta 1** irá drenar uma bacia de 2.0ha resultando numa vazão de projeto de:

$$Q_{10} = 350 \text{ l/s};$$

Com base na **Tabela 5** será adotada uma canaleta de **0,60m x 0,60m**.

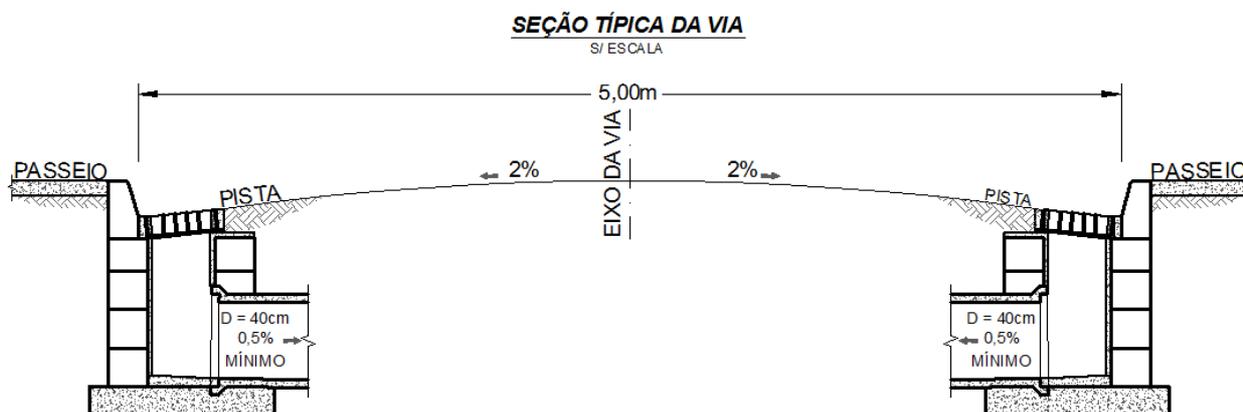
- A **Canaleta 2** irá drenar uma bacia de 0,65ha resultando numa vazão de projeto de:

$$Q_{10} = 130 \text{ l/s};$$

Com base na **Tabela 5** será adotada uma canaleta de **0,40m x 0,40m**.

9.2 Galerias Fechadas

Ao longo das vias foram traçadas galerias para transportar as águas pluviais para a rede de drenagem externa ao empreendimento. As vias terão uma seção típica da seguinte forma:



Portanto serão posicionados ralos de ambos os lados da via que ao longo da mesma. Entre os ralos serão construídas sarjetas, conforme detalhe a ser apresentado posteriormente. As galerias terão seus diâmetros crescentes, a medida que vão acumulando vazão. No anexo II está apresentada a planilha com os cálculos hidráulicos de vazão de projeto, cotas de fundo e diâmetro e declividade das galerias.

9.3 Reservatório de Retardo Retangular

Segundo a **Resolução Conjunta SMG/SMO/SMU nº 001 de 27 de janeiro 2005**, fica determinado que: *“Fica obrigatória, nos empreendimentos novos, Públicos e Privados que tenham área impermeabilizada igual ou superior a quinhentos metros quadrados, a construção de reservatório de retardo destinado ao acúmulo das águas pluviais e posterior descarga para a rede de drenagem”*. A resolução está apresentada no anexo III. Conforme quadro de áreas apresentado na planta de implantação, a área impermeável total do lote é de 20.000m² (2,00ha). Apesar de o lote possuir uma área bem grande, foram planejadas diversas áreas gramadas, permitindo a diminuição da área impermeável

e conseqüentemente diminuição do volume de reservação exigido. Com base na resolução supracitada, o reservatório deve ser dimensionado da seguinte forma:

$$V = K \times A_i \times h,$$

Onde,

V = Volume do reservatório em m³;

K = Coeficiente de abatimento, correspondente a **0,15**;

A_i = Área impermeável do lote (m²);

h = Altura de chuva (metro), correspondente a 0,06m nas Áreas de Planejamento 1, 2 e 4 e a 0,07m nas Áreas de Planejamento 3 e 5 (Mapa de áreas de planejamento - Anexo 1)

O lote encontra-se no bairro de Jacarepaguá, que está inserido na **AP 4**.

A planilha 02 do anexo II apresenta os cálculos dos volumes e dimensões do reservatório que são de:

$$V = 180,00\text{m}^3$$

Dimensões: Largura= 5,00m

Comprimento= 18,00m

Altura útil= 2,00m

O detalhe esquemático do reservatório de retardo prismático está apresentado na planta 6 do anexo IV.

9.3.1 Reservatório de Retardo Tubular

Uma opção ao reservatório de retardo convencional (retangular) é o reservatório tubular. É um artifício que vem sendo usado por diversas construtoras como uma alternativa para baratear a obra do reservatório, considerada de custo elevado em relação ao valor total da obra de drenagem.

Esse reservatório não passa de uma série de tubos enfileirados com a capacidade de reservar o mesmo volume do reservatório convencional. Ele também possui uma câmara com um O reservatório tubular possui o mesmo volume de reservação e as seguintes dimensões:

$V = 180,00\text{m}^3$

Dimensões= $3 \times 1,50\text{m} - L=84,00\text{m} + \text{Caixas } (40,00\text{m}^3)$

O detalhe esquemático do reservatório de retardo tubular está apresentado na planta 06 do anexo IV.

9.4 Redes Complementares

A concessionária exige que a rede interna seja ligada na rede externa que esteja cadastrada na Rio-Águas. Caso não exista nenhuma rede passando na testada do lote, fica a cargo do proprietário os custos com projeto e execução da rede até o ponto de deságue mais próximo. No caso do empreendimento em questão, existe uma rede existente hidráulicamente suficiente passando na frente do lote, sendo assim a rede será ligada diretamente nessa rede.

9.5 Planta Baixa

A planta baixa apresenta como planta 5 do anexo IV, contem todas as redes e todos os dispositivos de drenagem com suas respectivas dimensões. Essa planta foi feita nos moldes de apresentação requeridos pela Fundação Rio-Águas.

9.6 Perfil Longitudinal

Um elemento muito importante para o projeto de drenagem é o perfil longitudinal. Nele estão apresentadas as cotas de terreno e de fundo, as declividades e os diâmetros das galerias. Com o perfil fica mais fácil a observação das profundidades e recobrimentos das tubulações. Nesse perfil é apresentado também o projeto geométrico do greide. Para

exemplificar como deve ser feito esse perfil longitudinal está apresentado na planta 6 do anexo IV o perfil longitudinal da rede principal, desde o P.V.1 até o P.V12.

9.7 Detalhes Construtivos

A planta 06 do anexo IV apresenta os detalhes construtivos para a execução da obra. Os detalhes são fornecidos pela fundação Rio-Águas. Os detalhes apresentados correspondem à:

- Poço de Visita (P.V);
- Caixa Ralo;
- Assentamento de tubo;
- Sarjeta;
- Tampão de ferro fundido;
- Reservatórios de retardo;
- Canaleta em Degraus;

Podem ser apresentados ainda quaisquer detalhes que possam facilitar a obra no que se refere ao entendimento de como devem ser executadas as estruturas de drenagem. Nesse quesito, todo cuidado é pouco no intuito de diminuir a chance de que alguma estrutura seja construída errada, podendo botar em risco o funcionamento do sistema.

10. Documentação Necessária

Para a abertura do processo existe uma série de documentos que deve ser apresentado. São eles:

- RGI ou Escritura do lote com as medidas;
- PAL com marcação do lote;
- Aerofotogramétrico do IPLAN-Rio com a marcação do Lote

Além desses documentos deve ser apresentado um jogo completo do projeto, contendo:

- Planta de Bacias;
- Planta Baixa;
- Perfis Longitudinais;
- Detalhes Construtivos;
- Memórias de Cálculo;

No anexo III estão apresentados exemplos de alguns desses documentos. Após a entrada na Rio-Águas, todos os aspectos do processo são analisados e são geradas listas de exigências que devem ser cumpridas pelo requerente. Quando todas as exigências forem atendidas, o processo é aprovado, devidamente numerado e devem se anexados 4 vias do projeto e mais os arquivos em meio digital para constar no banco de dados da Rio-Águas.

11. Orçamento

Apesar do custo do projeto de drenagem não ser tão elevado, existe uma preocupação grande com os gastos com essa obra. Sempre tentamos utilizar as opções mais econômicas possíveis, sem colocar em risco a integridade do sistema. Utilizamos sempre os diâmetros mínimos para veicular as vazões de projeto e tentamos manter as galerias com as profundidades mínimas, para diminuir os volumes de escavação. Uma ferramenta importante do auxílio da estimativa dos custos das obras é o SCO – Sistema de Custo de Obra. Esse sistema pertence à Prefeitura do Rio de Janeiro e apresenta custos de diversos itens da obra, como preço de tubulações por metro, poços de visita, tampões e grelhas de ferro fundido entre outros. No anexo III está apresentada uma relação com alguns desses itens.

Na planilha 4 do anexo II está apresentada a relação do material utilizado (tubos, tampões, grelhas) com os custos específicos de cada item e o valor total estimado da obra. Obviamente que trata-se apenas de uma estimativa de custo e não reflete exatamente o valor real da obra. Para tal deve ser feito um estudo mais apurado, que leve em conta outros fatores, como o custo com a mão de obra por exemplo.

12. Medidas Compensatórias

Um assunto que a cada dia vem tomando mais corpo é a utilização de medidas compensatórias de drenagem. Com o termo sustentabilidade em alta, a **drenagem sustentável** também vem ganhando seu espaço e se provando cada vez mais eficiente. Enquanto que a drenagem convencional tem um caráter mais imediatista, com intervenções mais localizadas, a drenagem sustentável tem um caráter mais preventivo.

Exemplos de aplicação da drenagem sustentável são: aplicação de pisos permeáveis, construção de áreas de infiltração, telhados verdes, reflorestamento de encostas, recuperação de áreas inundáveis entre outras medidas. A aplicação da drenagem sustentável é mais eficiente em escalas maiores e por isso em lotes menores nas zonas urbanas é mais difícil implementar essas medidas. O princípio dessa prática é tentar não transferir o impacto do novo desenvolvimento para o sistema de drenagem, com medidas de controle de vazão e retenção.



Figura 39 – Exemplo de construção com Telhado Verde

(Fonte: <http://blogecoando.blogspot.com.br/2013/04/telhado-verde-e-planejamento-urbano.html>)



Figura 40 – Exemplo de Jardins de Chuva

(Fonte: http://www.arg.ufsc.br/arg5661/trabalhos_2007-1/drenagem/)

Essas medidas sustentáveis, além de representarem um ganho no controle das cheias, são uma opção excelente para o paisagismo, criando um ambiente muito mais agradável. No lote onde foi desenvolvido o projeto, foram criadas diversas áreas permeáveis, inclusive as áreas das vagas. Essa medida permite a diminuição das áreas impermeáveis totais do lote e consequentemente a diminuição do volume de reserva exigido.

13. Conclusão

Ao longo da apresentação do projeto foi possível observar um pouco de cada elemento que compõe um projeto de drenagem. É um processo que não apresenta grandes complicadores, mas requer um estudo cuidadoso para que seja concebido de acordo com os critérios definidos pela Rio-Águas, não simplesmente para que o projeto seja aprovado, mas para que o sistema de drenagem funcione corretamente. Nesse sentido a Rio-Águas é bastante cuidadosa e realiza uma análise criteriosa dos projetos.

O trabalho desempenhado pela Fundação Rio-Águas é fundamental na tentativa de organizar todo esse processo de aprovação dos projetos. O município do Rio de Janeiro vem passando há diversos anos por grandes problemas decorrentes de um sistema de drenagem ultrapassado e insuficiente. Uma das formas encontradas para tentar amenizar esses problemas é a obrigatoriedade da construção de reservatórios de retardo nos empreendimentos. No entanto essa medida isoladamente não ira ser suficiente para sanar o problema. É necessário que o sistema seja repensado e outras medidas tomadas.

A Rio-Águas, como todo órgão ligado ao governo recebe por parte da opinião publica um julgamento muitas vezes preconceituoso. São muitos problemas que são atribuídos a ela que muitas das vezes são de competência de outras instituições. O trabalho que vem sendo feito a longo prazo irá dar resultado, na medida em que a população se conscientize que o desempenho das redes de drenagem depende da também limpeza das ruas. O acumulo de lixo nas cidades é um problema que associado a deficiência dos sistemas e a crescente impermeabilização das áreas urbanas, contribui e muito para que tenhamos eventos cada vez mais recorrentes e catastróficos.

14. Referencias Bibliográficas

CHOW, VEN TE (1964) HANDBOOK OF APPLIED HYDROLOGY, MCGRAW-HILL

MACINTYRE, A. J. (2010) INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS PREDIAIS E INDUSTRIAIS

TUCCI. C.E.M., (1993) - HIDROLOGIA CIÊNCIA E APLICAÇÃO. PORTO ALEGRE. ED. DA UNIVERSIDADE - ABRH – EPUSP

PFAFSTETTER, O., (1982) CHUVAS INTENSAS NO BRASIL, 2ª EDIÇÃO, RIO DE JANEIRO, DNOS

AZEVEDO NETTO, J. M., (1998) MANUAL DE HIDRÁULICA – 8ª EDIÇÃO, SÃO PAULO, ED. EDGARD BLUCHER,

SITES VISITADOS:

<http://aquafluxus.com.br>

<http://www.tigre-ads.com>

<http://www2.rio.rj.gov.br/sco/>

<http://www.gprh.ufv.br/>

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Drenagem>

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Urbaniza%C3%A7%C3%A3o>

ANEXO I - TABELAS

<i>Tipologia da área de drenagem</i>	<i>Coefficiente de escoamento superficial</i>
Áreas Comerciais	0,70 – 0,95
áreas centrais	0,70 – 0,95
áreas de bairros	0,50 – 0,70
Áreas Residenciais	
residenciais isoladas	0,35 – 0,50
unidades múltiplas, separadas	0,40 – 0,60
unidades múltiplas, conjugadas	0,60 – 0,75
áreas com lotes de 2.000 m ² ou maiores	0,30 – 0,45
áreas suburbanas	0,25 – 0,40
áreas com prédios de apartamentos	0,50 – 0,70
Áreas Industriais	
área com ocupação esparsa	0,50 – 0,80
área com ocupação densa	0,60 – 0,90
Superfícies	
asfalto	0,70 – 0,95
concreto	0,80 – 0,95
blocket	0,70 – 0,89
paralelepípedo	0,58 - 0,81
telhado	0,75 – 0,95
solo compactado	0,59 - 0,79
Áreas sem melhoramentos ou naturais	
solo arenoso, declividade baixa < 2 %	0,05 – 0,10
solo arenoso, declividade média entre 2% e 7%	0,10 – 0,15
solo arenoso, declividade alta > 7 %	0,15 – 0,20
solo argiloso, declividade baixa < 2 %	0,15 – 0,20
solo argiloso, declividade média entre 2% e 7%	0,20 – 0,25
solo argiloso, declividade alta > 7 %	0,25 – 0,30
grama, em solo arenoso, declividade baixa < 2%	0,05 - 0,10
grama, em solo arenoso, declividade média entre 2% e 7%	0,10 - 0,15
grama, em solo arenoso, declividade alta > 7%	0,15 - 0,20
grama, em solo argiloso, declividade baixa < 2%	0,13 - 0,17
grama, em solo argiloso, declividade média 2% < S < 7%	0,18 - 0,22
grama, em solo argiloso, declividade alta > 7%	0,25 - 0,35
florestas com declividade <5%	0,25 – 0,30
florestas com declividade média entre 5% e 10%	0,30 - 0,35
florestas com declividade >10%	0,45 – 0,50
capoeira ou pasto com declividade <5%	0,25 – 0,30
capoeira ou pasto com declividade entre 5% e 10%	0,30 – 0,36
capoeira ou pasto com declividade > 10%	0,35 – 0,42

Tabela 1 – Coeficientes de Escoamento Superficial

<i>Tipo de dispositivo de drenagem</i>	<i>Tempo de recorrência Tr (anos)</i>
Microdrenagem - dispositivos de drenagem superficial, galerias de águas pluviais	10
Aproveitamento de rede existente - microdrenagem	5
Canais de macrodrenagem não revestidos	10
Canais de macrodrenagem revestidos, com verificação para Tr = 50 anos sem considerar borda livre	25

Tabela 2 – Tempos de Recorrência

Tipo de conduto	Mínimo	Máximo	Valor usual
Alvenaria de Tijolos	0,014	0,017	0,015
Tubos de concreto armado	0,011	0,015	0,013
Galeria celular de concreto – pré-moldada	0,012	0,014	0,013
Galeria celular de concreto – forma de madeira	0,015	0,017	0,015
Galeria celular de concreto – forma metálica	0,012	0,014	0,013
Tubos de ferro fundido	0,011	0,015	0,011
Tubos de aço	0,009	0,011	0,011
Tubos corrugados de metal			
68x13mm	0,019	0,021	0,021
76x25mm	0,021	0,025	0,025
152x51mm	0,024	0,028	0,028
Tubos corrugados polietileno	0,018	0,025	0,025
Tubos de PVC	0,009	0,011	0,011

Tabela 3 – Coeficientes de Rugosidade (Manning)

Ø (m)	Profundidade tubos classe PA2 (m)
0,30	0,710
0,40	0,810
0,50	0,920
0,60	1,040
0,70	1,160
0,80	1,280
0,90	1,400
1,00	1,520
1,20	1,760
1,50	2,120
1,75	2,480
2,00	2,720

Tabela 4 – Profundidades de Tubo Classe PA-2

Vazão (l/s)	Base (m)	H (m)
50	0,30	0,30
80	0,30	0,30
100	0,40	0,40
150	0,40	0,40
200	0,50	0,50
250	0,50	0,50
300	0,50	0,50
350	0,60	0,60
400	0,60	0,60
450	0,60	0,60
500	0,60	0,60
550	0,70	0,70
600	0,70	0,70
650	0,70	0,70
700	0,70	0,70
750	0,70	0,70
800	0,80	0,80
850	0,80	0,80
900	0,80	0,80
1000	0,80	0,80
1100	0,90	0,90
1200	0,90	0,90
1300	0,90	0,90
1400	0,90	0,90

Tabela 5 – Valores de Referencia para Canaletas em Degraus

ANEXO II - PLANILHAS

PLANILHA 01 - PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

CÁLCULO HIDRÁULICO (PADRÃO RIO-ÁGUAS)		PROJETO: PROJETO FINAL DE CURSO											PLUVIOGRAFO: Via11 (Jacarepaguá)												
		DATA: AGOSTO/2013											COEF. MANNING n = 0.013 (concreto)												
													Tempo Recorrença TR = 10 anos												
POCO DE VISITA		DEFLUVIOS A ESCOAR											GALERIA DE JUSANTE												
LOCALIZACAO		BACIA LOCAL					CONTRIBUICAO LOCAL						Defl. à escoar (l/s)	Declividade greide (m/m)	Declividade (m/m)	Dimensões (m)	Altura d'agua Normal (m)	Y/D (%)	Prof mont jus (m)	Velocidade (m/s)	Comprimento (m)	Tempo de Perc. (min)	Tempo Total Perc. (min)	CLASSE DO TUBO	
PV	Situação Estaca	Cotas Terreno (m)	Fundo (m)	N.A. (m)	Area (ha)	Coef. Imper. "C"	Area Total (ha)	Coef. Distr.	Tempo Conc. (min)	Int. Pluv. (mm/h)	Coef. Defluv.	Defl. Local (l/s)													
1		16.000	14.700	15.08	2.65	0.46	2.65	0.86	10.00	174.7	0.40	446.7	446.7	0.0100	0.0100	0.60	0.38	63	1.30	2.30	26.00	0.19	0.19	PA-1	
2		15.740	14.440	14.82	0.20	0.80	2.85	0.85	10.19	173.7	0.70	57.9	504.6	0.0100	0.0100	0.60	0.41	69	1.30	2.37	10.00	0.07	0.26	PA-1	
			14.440	14.85															1.30						
3		15.640	14.340	14.75	0.66	0.80	3.51	0.83	10.26	173.3	0.70	185.0	689.7	0.0100	0.0100	0.70	0.45	64	1.30	2.57	26.00	0.17	0.43	PA-1	
			14.190	14.64															1.45						
4		15.380	13.930	14.38	0.26	0.80	3.77	0.82	10.43	172.3	0.71	72.0	761.6	0.0800	0.0550	0.70	0.28	40	1.45	4.99	20.00	0.07	0.49	PA-1	
			13.430	13.71															1.95						
5		13.780	12.330	12.61	0.27	0.80	4.04	0.81	10.49	172.0	0.71	73.9	835.6	0.0100	0.0100	0.70	0.52	74	1.45	2.69	33.00	0.20	0.70	PA-1	
			12.330	12.85															1.45						
6		13.450	12.000	12.52	1.03	0.80	5.07	0.78	10.70	170.9	0.71	272.0	1107.6	0.0100	0.0100	0.80	0.56	70	1.45	2.89	37.00	0.21	0.91	PA-1	
			11.850	12.41															1.60						
7		13.080	11.480	12.04	0.04	0.80	5.11	0.78	10.91	169.7	0.71	10.5	1118.1	0.0100	0.0100	0.80	0.56	70	1.60	2.90	38.00	0.22	1.13	PA-1	
			11.480	12.04															1.60						
8		12.700	11.100	11.66	1.09	0.80	6.20	0.76	11.13	168.6	0.72	278.0	1396.1	0.0100	0.0100	0.90	0.59	65	1.60	3.06	38.00	0.21	1.34	PA-1	
			10.950	11.54															1.75						
9		12.320	10.570	11.16	0.08	0.80	6.28	0.76	11.34	167.5	0.72	20.3	1416.4	0.0100	0.0100	0.90	0.59	66	1.75	3.07	40.00	0.22	1.55	PA-1	
			10.570	11.16															1.75						
10		11.920	10.170	10.76	1.26	0.80	7.54	0.74	11.55	166.4	0.72	310.5	1726.9	0.0100	0.0120	0.90	0.65	72	1.75	3.46	23.00	0.11	1.66	PA-1	
			10.170	10.82															1.75						
11		11.690	9.894	10.54	0.16	0.80	7.70	0.74	11.66	165.8	0.72	39.3	1766.1	0.0100	0.0120	0.90	0.66	73	1.80	3.48	23.00	0.11	1.77	PA-1	
			9.894	10.55															1.80						
12 Reserv.		11.460	9.618	10.28					11.77										1.84						
			8.960	-															2.50						
13 Reserv.		11.260	8.760	9.50	0.22	0.80	7.70	0.74	11.77	165.3	0.72	53.9	1820.0	0.0100	0.0100	0.90	0.74	82	2.50	3.27	18.00	0.09	0.09	PA-1	
			8.580	9.32															2.50						
14		11.080	8.180	-					11.87										2.90						

PLANILHA 02 - DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO DE RETARDO

MEMÓRIA DE CÁLCULO - Reservatório de detenção/retardo:

LOCAL: LOTE 01 - JACAREPAGUÁ

Projeto Final de Graduação de Curso

Aluno: Wagner Vinicius de O. Henriques

Seguindo as orientações da Resolução Conjunta SMG/SMO/SMU n° 001 de 27 de janeiro de 2005, calculamos a área do orifício e o volume útil do reservatório destinado à detenção/retardo das águas pluviais segundo as fórmulas:

Volume:

$$V=K.Ai.h$$

V = Volume do reservatório em m³;

K = Coeficiente de abatimento, correspondente a 0,15;

Ai = Área impermeabilizada (m²);

h = Altura de chuva (metro), correspondente a 0,06m nas Áreas de Planejamento 1, 2 e 4 e a 0,07m nas Áreas de Planejamento 3 e 5.

Usando os valores:

$$K= 0.15$$

$$Ai = 20000 \text{ m}^2$$

$$h= 0.06 \text{ m}$$

$$\text{Temos } V= 180.00 \text{ m}^3$$

Adotado:

$$\text{Área (m}^2\text{): } 90.00$$

$$h \text{ útil média (m): } 2.00$$

$$V= 180.00 \text{ m}^3$$

Orifício de descarga:

$$S = Q / Cd (2 gh)^{1/2}$$

S = área do orifício (m²)

h = carga sobre o centro do orifício (m)

Cd = coeficiente de descarga = 0,61

Q = vazão de águas pluviais gerada no lote anteriormente à impermeabilização, conforme as normas de Drenagem urbana da S.M.O

Usando os valores:

$$Q = 0.32 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Cd = 0.61$$

$$h = 1.90 \text{ m}$$

$$\text{Temos } S = 0.09 \text{ m}^2$$

$$\text{Adotado: } 0,30 \times 0,30\text{m} = 0,09\text{m}^2$$

Vertedor:

$$\text{Caso 1 (Vert. + Orifício): } H_v.1 = ((Q_{pós} - Q_{pré}) / 1.838 \times \text{Base})^{2/3}$$

$$\text{Caso 2 (Vert.): } H_v.2 = (Q_{pós} / 1.838 \times \text{Base})^{2/3}$$

Usando os valores:

$$\begin{array}{llll} Q_{pós} = & 0.64 & \text{m}^3/\text{s} & H_v.1 = & 0.11 \text{ m} \\ Q_{pré} = & 0.32 & \text{m}^3/\text{s} & H_v.2 = & 0.17 \text{ m} \\ \text{Base} = & 5.00 & \text{m} & & \end{array}$$

PLANILHA 03 - DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO DE RETARDO (TUBULAR)

MEMÓRIA DE CÁLCULO - Reservatório de detenção/retardo:

LOCAL: LOTE 01 - JACAREPAGUÁ

Projeto Final de Graduação de Curso

Aluno: Wagner Vinicius de O. Henriques

Seguindo as orientações da Resolução Conjunta SMG/SMO/SMU n° 001 de 27 de janeiro de 2005, calculamos a área do orifício e o volume útil do reservatório destinado à detenção/retardo das águas pluviais segundo as fórmulas:

Volume:

$$V=K.Ai.h$$

V = Volume do reservatório em m³;

K = Coeficiente de abatimento, correspondente a 0,15;

Ai = Área impermeabilizada (m²);

h = Altura de chuva (metro), correspondente a 0,06m nas Áreas de Planejamento 1, 2 e 4 e a 0,07m nas Áreas de Planejamento 3 e 5.

Usando os valores:

$$K= 0.15$$

$$Ai = 20000 \text{ m}^2$$

$$h= 0.06 \text{ m}$$

$$\text{Temos } V= 180.00 \text{ m}^3$$

Adotado:

$$3 \times D=1.50\text{m}, L=28\text{m} + 2 \times 1.20 \times 4.60\text{m}$$

$$h \text{ útil média (m): } 2.00$$

Orifício de descarga:

$$S = Q / Cd (2 gh)^{1/2}$$

S = área do orifício (m²)

h = carga sobre o centro do orifício (m)

Cd = coeficiente de descarga = 0,61

Q = vazão de águas pluviais gerada no lote anteriormente à impermeabilização, conforme as normas de Drenagem urbana da S.M.O

Usando os valores:

$$Q = 0.32 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Cd = 0.61$$

$$h = 1.90 \text{ m}$$

$$\text{Temos } S = 0.09 \text{ m}^2$$

$$\text{Adotado: } 0,30 \times 0,30\text{m} = 0,09\text{m}^2$$

Vertedor:

$$\text{Caso 1 (Vert. + Orifício): } H_{v.1} = ((Q_{pós} - Q_{pré}) / 1.838 \times \text{Base})^{2/3}$$

$$\text{Caso 2 (Vert.): } H_{v.2} = (Q_{pós} / 1.838 \times \text{Base})^{2/3}$$

Usando os valores:

$$Q_{pós} = 0.64 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{pré} = 0.32 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Base} = 5.00 \text{ m}$$

$$H_{v.1} = 0.11 \text{ m}$$

$$H_{v.2} = 0.17 \text{ m}$$

PLANILHA 4 - ORÇAMENTO

Quantitativo de Material da Obra de Drenagem

Descrição	Extensão (m)	Custo Unitário (R\$)	Valor por Item (R\$)
Tubo PA-1 – D=0,40m	390	93.77	36570.30
Tubo PA-1 – D=0,50m	81	126.27	10227.87
Tubo PA-1 – D=0,60m	36	151.50	5454.00
Tubo PA-1 – D=0,70m	79	207.42	16386.18
Tubo PA-1 – D=0,80m	75	241.70	18127.50
Tubo PA-1 – D=0,90m	124	299.02	37078.48
Tubo PA-1 – D=1,50m	84	667.44	56064.96

Valor Total = 179909.29

Descrição	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Valor por Item (R\$)
Caixa de Ralo + Grelha	59	804.66	47474.94
Poço de Visita	36	1377.94	49605.84
Tampão F. Fundido	38	52.84	2007.92

Valor Total = 99088.7

Valor Estimado Total = R\$ 279.000,00

ANEXO III - DOCUMENTOS

PENETRAÇÃO No. de quedas dos 30 cm finais	PROFUNDIDADE NÍVEL D'ÁGUA	PROFUNDIDADE DO SOLO (m)	COTA (m)	AMOSTRA	CLASSIFICAÇÃO	Diagrama das Penetrações		
						——— 30 cm finais - - - 30 cm iniciais		
(boca do furo)						Nº de golpes / % de Recuperação		
						10	20	30
5/30				1	CAMADA VEGETAL (0,00M A -0,10M) AREIA FINA E MEDIA SILTOSA POUCO COMPACTA À COMPACTA CINZA COM PEDREGULHOS (SOLO RESIDUAL) (-0,10M A -2,52M)	4		
20/30		-2.52		2				
Limite da perfuração (Impenetrável à percussão)								
Obs.: Recomendável Investigar o Impenetrável.								

Documento 01 – Boletim de Sondagem

DECRETO Nº 42.356 DE 16 DE MARÇO DE 2010

DISPÕE SOBRE O TRATAMENTO E A DEMARCAÇÃO DAS FAIXAS MARGINAIS DE PROTEÇÃO NOS PROCESSOS DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL E DE EMISSÕES DE AUTORIZAÇÕES AMBIENTAIS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS.

O GOVERNADOR DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, no uso de suas atribuições constitucionais e legais, tendo em vista o que consta do Processo nº E-14/13117/2009,

CONSIDERANDO:

- a solicitação do Instituto Estadual do Ambiente - INEA no sentido de se atribuir caráter normativo ao entendimento fixado no Parecer RD nº 04/2007, com as ressalvas do visto nele aposto pela administração superior da Procuradoria Geral do Estado; e - as peculiaridades existentes no sistema hídrico do Estado do Rio de Janeiro.

DECRETA:

Art. 1º - Nos processos de licenciamento ambiental e de emissão de autorizações ambientais os órgãos da administração pública estadual direta e indireta observarão o disposto nesse Decreto no que se refere às limitações incidentes sobre as margens dos corpos hídricos.

Art. 2º - Para os fins do disposto nesse Decreto as Áreas de Preservação Permanente (APPs) previstas no art. 2º, "a", do Código Florestal (Lei Federal nº 4.771/65 e suas alterações), são reconhecidas como existentes em áreas urbanas, assim entendidas aquelas áreas definidas pelo parágrafo único do art. 2º do Código Florestal, independentemente de estarem ou não antropizadas, competindo à Secretaria de Estado do Ambiente e ao Instituto Estadual do Ambiente exigir o respeito aos limites mínimos previstos em cada caso, na forma deste Decreto.

Art. 3º - Para os fins do presente Decreto as Áreas de Preservação Permanente (APPs) previstas no art. 2º, "a", do Código Florestal e as faixas marginais de proteção (FMPs) a que se referem a Constituição e a legislação estadual serão tratadas de forma unificada, sendo demarcadas pelo Instituto Estadual do Ambiente, ao longo dos rios, nascentes, cursos d'água naturais ou retificados, lagos, lagoas e reservatórios a partir do limite da área atingida por cheia de recorrência não inferior a três anos.

Art. 4º - Os limites mínimos fixados abstratamente pelo art. 2º, "a", do Código Florestal (Lei Federal nº 4.771/65 e suas alterações) poderão ser reduzidos, em cada caso concreto, unicamente para os fins do disposto no art. 1º, deste Decreto, desde que a área se localize em zona urbana do município e que vistoria local, atestada por pelo menos 03 (três) servidores do Instituto Estadual do Ambiente, comprove, cumulativamente:

I - que a área encontra-se antropizada;

II - a longa e consolidada ocupação urbana, com a existência de, no mínimo, quatro dos seguintes equipamentos de infra-estrutura urbana:

a) malha viária com canalização de águas pluviais;

b) rede de abastecimento de água;

c) rede de esgoto;

d) distribuição de energia elétrica e iluminação pública;

e) recolhimento de resíduos sólidos urbanos;

f) tratamento de resíduos sólidos urbanos; e

g) densidade demográfica superior a cinco mil habitantes por km².

III - a inexistência de função ecológica da FMP/APP em questão, desde que identificadas a inexistência de vegetação primária ou vegetação secundária no estágio avançado de regeneração e a presença de, no mínimo, uma das seguintes características:

a) ocupação consolidada das margens do curso d'água a montante e a jusante do trecho em análise;

b) impermeabilização da FMP/APP;

c) capeamento do curso d'água, sendo que, no caso de obras recentes, deverá ser apresentado ao órgão ambiental competente o respectivo projeto aprovado pela prefeitura local ou o levantamento cadastral da obra;

IV - que a alternativa de recuperação da área como um todo seja inviável pelos custos manifestamente excessivos para a coletividade.

§ 1º - Exceto nos casos de cursos d'água de pequeno porte ou canalizados com margem revestida, a FMP/APP mínima, ainda que presentes os requisitos deste artigo, será de 15 metros, contados:

I - a partir de uma seção teórica, capaz de escoar sem extravasamento a vazão máxima de cheia de 10 (dez) anos de recorrência; ou

II - a partir das margens existentes se a distância entre as mesmas superar a largura da seção teórica acima citada.

§ 2º - Nos cursos d'água de pequeno porte, assim considerados aqueles com vazões máximas, associadas a cheias de 10 (dez) anos de recorrência, não superiores a dez metros cúbicos por segundo, deverão ser demarcadas, em ambas as margens, faixas *non edificandi* que permitam o acesso do Poder Público ao corpo hídrico, contados na forma dos incisos do § 1º deste artigo, com no mínimo:

I - 05 (cinco) metros de largura no caso de vazões iguais ou superiores a seis metros cúbicos por segundo e;

II - 01 (um) metro e meio de largura no caso de vazões inferiores a seis metros cúbicos por segundo.

§ 3º - Nos cursos d'água canalizados com margem revestida, de porte superior ao definido no § 2º deste artigo, deverão ser demarcadas, em ambas as margens, faixas *non edificandi* que permitam o acesso do Poder Público ao corpo hídrico, com no mínimo dez metros de largura, contados na forma dos incisos do § 1º deste artigo.

§ 4º - O disposto na cabeça do presente artigo não afasta a aplicação da Lei Federal nº 6.766/79, quando seja o caso de loteamentos urbanos.

§ 5º - O Conselho Diretor do Instituto Estadual do Ambiente poderá formular exigência adicionais para o licenciamento ou demarcação de que trata este artigo.

Art. 5º - Este Decreto entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

Rio de Janeiro, 16 de março de 2010

SÉRGIO CABRAL

Id: 930583

RESOLUÇÃO CONJUNTA SMAC/SMO/SMU Nº 02 DE 06 DE JANEIRO DE 2011

Dispõe sobre procedimentos a serem adotados para demarcação e utilização de Faixa Marginal de Proteção e/ou de Faixa Non Aedificandi na Cidade do Rio de Janeiro, em função da legislação em vigor e da celebração de convênio entre a Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro e o Instituto Estadual do Ambiente

Considerando o Termo de Convênio nº 05/2010 de 30/06/10 que dispõe sobre a “Transferência da execução para o Município, do procedimento de demarcação da Faixa Marginal de Proteção (FMP) de lagos, lagoas, lagunas e cursos d’água estaduais, localizados em seu território, prevista no art. 3º, da Lei Estadual nº 650, de 11 de janeiro de 1983, observado o disposto na legislação federal e estadual, em especial a Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e o Decreto nº 42.356, de 16 de março de 2010,”

Considerando o disposto nos Decretos Estaduais nº 42.356 de 16 de março de 2010, nº 42.440 de 30 de abril de 2010 e nº 42.484 de 28 de maio de 2010 para demarcação de Faixa Marginal de Proteção e Faixa Non Aedificandi;

Considerando a necessidade de pautar e agilizar a análise dos procedimentos de licenciamento e fiscalização na Cidade;

Considerando a necessidade de definir o uso das Faixas Non Aedificandi de galerias de águas pluviais.

OS SECRETÁRIOS MUNICIPAIS DE MEIO AMBIENTE, OBRAS E URBANISMO, no uso das atribuições que lhes são conferidas pela legislação em vigor e

Resolvem:

Art. 1º – Os procedimentos de licenciamento e fiscalização, inclusive a emissão de parecer técnico, no âmbito da administração pública municipal, observarão o disposto nessa Resolução, no que se refere às limitações incidentes sobre as margens dos lagos, lagoas, lagunas, rios e cursos d’águas, naturais ou retificados, assim como sobre as galerias de águas pluviais no Município do Rio de Janeiro.

Art. 2º - As Faixas Marginais de Proteção (FMP’s) e/ou as Faixas Non Aedificandi (FNA’s) referentes aos rios, cursos d’águas, naturais ou retificados e as galerias de águas pluviais serão demarcadas pela Secretaria Municipal de Obras (SMO), através de processo a ser atuado na O/SUB – RioÁguas, devendo ser observado o disposto no artigo 4º Decreto Estadual nº 42.356 de 16/03/2010 e respeitadas as FMP’s já demarcadas pelo Órgão Estadual, desde que não haja fato superveniente que justifique a sua alteração, ouvida a O/SUB-RioÁguas.

Parágrafo ÚNICO – Aplica-se aos processos administrativos quando em tramitação nas Secretarias de Municipais de Ambiente, Obras e Urbanismo

Art. 3º - Para lagos e lagunas prevalecerão as FMP’s já demarcadas pelo órgão estadual.

Art. 4º - Para abertura dos processos de demarcação de FMP e/ou de FNA na O/SUB-RioÁguas, o requerente deverá anexar os seguintes documentos:

I - Requerimento assinado pelo representante legal

II - Documento de prova de titularidade do lote contendo as dimensões do mesmo (RGI ou Escritura)

III - Planta cadastral, com indicação da localização do lote;

IV – PAL ou PAA com o lote indicado;

V - Planta de situação em 3 vias contendo:

lote com as medidas conforme documento de titularidade (escritura, RGI ou PAL). Na planta, deverá ser representada a rua transversal mais próxima ao lote e cotada a distância entre o limite do lote até esta rua.

- a) curso d’água com largura, eixo representado e seção transversal. O limite do lote deverá estar cotado em relação ao eixo do curso d’água em planta.
- b) curso d’água com largura, eixo representado e seção transversal. O limite do lote deverá estar cotado em relação ao eixo do curso d’água em planta.

VI - Documentos fornecidos pelos órgãos públicos competentes que comprovem a existência dos equipamentos de infra-estrutura urbana citados no inciso II do Artigo 4º do Decreto Estadual nº 42.356 de 16/03/2010.

Art. 5º - Nos casos necessários, caberá consulta à Secretaria Municipal de Meio Ambiente para avaliação das características ambientais da área considerando os incisos I, III e IV do Artigo 4º do Decreto Estadual nº 42.356.

Nestes casos o requerente deverá observar a Resolução SMAC nº 345/2004 de 19/05/04.

Art. 6º – No caso de galerias de águas pluviais, que não conduzam curso d’água, as FNA’s serão demarcadas considerando o critério observado no § 2º do artigo 4º do Decreto Estadual nº 42.356 de 16/03/2010.

Parágrafo Único – Nos casos de canaletas superficiais, que não conduzam curso d’água, que veiculem vazões inferiores a 400 litros por segundo, que possuam altura de seção inferior a 0,60m, fica definida uma faixa non aedificandi de 0,50m, a partir do bordo da canaleta e para ambos os lados.

Art. 7º – Caso haja projeto de canalização ou retificação do curso d’água, a faixa de proteção será estabelecida com o dimensionamento da seção em terra, a não ser que o interessado se comprometa a executar a obra de canalização nas condições de projeto, ficando o “habite-se” condicionado à aceitação das obras conforme estabelece o artigo 74 do Regulamento do Parcelamento da Terra, do Decreto “E” 3800 de 20 de abril de 1970.

Parágrafo Único - Caso a análise da influência do rio ou do curso d’água resulte em algum tipo de exigência ou restrição a ser cumprida, a mesma deverá constar na licença concedida.

Art. 8º – A autorização para utilização das FNA's ficará condicionada à análise da SMAC e da O/SUB-RioÁguas, podendo, para instruir a análise, ser exigida a apresentação de outros documentos ou informações.

Parágrafo único - Para as FMP's prevalecerá o disposto nas legislações estadual e federal, em especial as Resoluções CONAMA 303/02 e 369/06 e suas sucessoras.

Art. 9º - Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação, revogada a Resolução SMAC/SMO/SMU nº 01 de 19/09/2007.

Rio de Janeiro, 06 de janeiro de 2011.
CARLOS ALBERTO MUNIZ
Secretário Municipal de Meio Ambiente
ALEXANDRE PINTO DA SILVA
Secretário Municipal de Obras
SÉRGIO MOREIRA DIAS
Secretário Municipal de Urbanismo

MANUAL PRÁTICO DE CÁLCULO DE RESERVATÓRIOS DE RETARDO DE
LOTE CONFORME RESOLUÇÃO CONJUNTA SMG/SMO/SMU No. 1 DE
27/01/05

1. CÁLCULO DO VOLUME NECESSÁRIO DO RESERVATÓRIO:

$$V (m^3) = k \cdot A_i \cdot h$$

Onde:

$$k = 0,15$$

A_i (m²) = Área impermeabilizada do lote (telhados, vias, servidões, passeios, estacionamentos impermeáveis, todas as áreas que possuírem pavimentos ou superfícies impermeáveis).

$h = 0,06$ ou $0,07$, dependendo do local (Para Aps 1, 2 e 4: $h = 0,06$; para Aps 3 e 5: $h = 0,07$))

2. DEFINIÇÃO PRELIMINAR DAS DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO:

$$\text{Vol (m}^3\text{)} = B \times L \times h_u$$

Obs: só para reservatórios prismáticos

Onde:

B = base;

L = comprimento;

h_u = altura útil.

Obs: pode-se projetar reservatórios com quaisquer formatos (cilíndricos, trapezoidais, abertos, fechados, etc.).

3. CÁLCULO DA VAZÃO DE PRÉ-URBANIZAÇÃO:

$$Q_{pré} (m^3/s) = A \cdot cf \cdot I \cdot C_{defl.} \cdot 2,78/1000$$

(método de Ulisses)

Onde:

A = área do lote (há)

cf = coeficiente de distribuição:

onde: $cf = 1$ para $A < 1$ ha

$cf = A^{-0,15}$ para $A > 1$ há

I = intensidade de chuva (mm/h):

$$I (mm/h) = \frac{a \cdot TR^b}{(t + c)^d}$$

TR = tempo de recorrência = 10 anos;

t = tempo de duração da chuva = 10 min

a, b, c, d , parâmetros adimensionais

Pluviômetro	a	b	c	d
Santa Cruz	711.3	0.2	7	0.687
Campo Grande	891.67	0.2	14	0.689
Mendanha	843.78	0.2	12	0.698
Bangu	1209	0.2	14	0.788
Jardim Botânico	1239	0.2	20	0.74
Capela Mayrink	921.39	0.2	15.46	0.673
Via11 (Jacarepaguá)	1423.2	0.2	14.58	0.796
Sabóia Lima	1782.8	0.2	16.6	0.841
Benfica	7032.1	0.2	29.68	1.141
Realengo	1164	0.1	6.96	0.769
Irajá	5986.3	0.2	29.7	1.05

Cdefl = coeficiente de deflúvio:

$$C_{defl} = m \left[(t.I)^{1/3} \right]$$

onde: m=0,0725 . r

r = coeficiente de run-off

no caso de vazão de pré-urbanização r=0,40

4. CÁLCULO DO ORIFÍCIO:

$$S = \frac{Q_{pré}}{c_d \sqrt{2 \cdot g \cdot h_{orif}}}$$

Onde:

Q_{pré}=Vazão de pré-urbanização, em m3/s

S (m2)=área do orifício

h_{orif}= H3-d/2 , sendo H3=altura da lâmina d'água normal vertida+ altura do vertedor.

Porém, como h_{orif} depende do diâmetro calculado do orifício, pode-se aproximar h_{orif} para:

h_{orif} ≈ H3=hu

c_d=coeficiente de descarga:

-valor padrão para orifícios circulares=0,610

-valor padrão para orifícios retangulares=0,601

5. CÁLCULO DA VAZÃO DE APÓS-URBANIZAÇÃO:

Q_{pós} (m3/s)= A . c_f . I . C_{defl} . 2,78/1000

Os valores são os mesmos da vazão de pré-urbanização, porém adotar r=0,80

6. CÁLCULO DA ALTURA DO VERTEDEDOR:

Hv normal (m)=altura de água acima da crista para funcionamento normal do vertedor (com orifício desobstruído)

$$h_{v,normal} = \left(\frac{Q_{pós} - Q_{pre}}{1,838.B} \right)^{2/3}$$

onde:

B=base do vertedor

Q_{pós}=Vazão de pós-urbanização, em m³/s

Q_{pre}=Vazão de pré-urbanização, em m³/s

hvmáx(m)=altura de água máxima acima da crista para funcionamento do vertedor caso o orifício fique obstruído

$$h_{v,máximo} = \left(\frac{Q_{pós}}{1,838.B} \right)^{2/3}$$

onde:

B=base do vertedor

A altura do vertedor é tal que sua cota de soleira mais hvmáx não exceda a cota máxima do nível d'água da galeria de montante (que entra no reservatório).

Condições:

CNA máximo vertedor < CNA galeria de entrada

H2 > H1 + D, sendo H2 > ou = 1,60m

Csoleira vertedor < Cfundo tubo entrada

Definições:

CNA vertedor = Csoleira vertedor + h normal vertedor

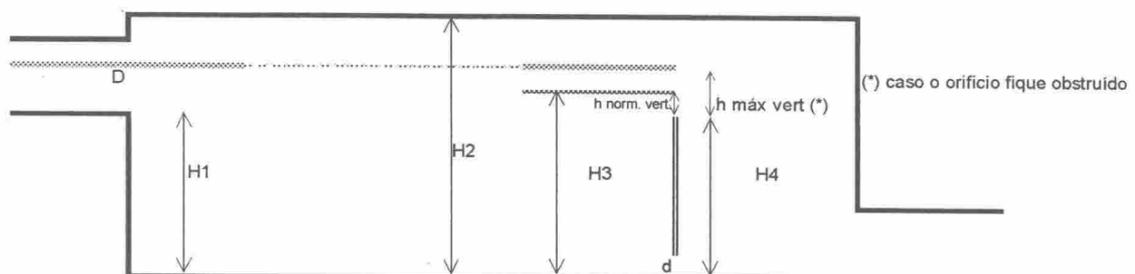
CNA máximo vertedor = Csoleira vertedor + h máximo vertedor

H1 = Cfundo tubo entrada - Cfundo reservatório

H2 mínimo = H1 + D, sendo H2 > ou = 1,60m

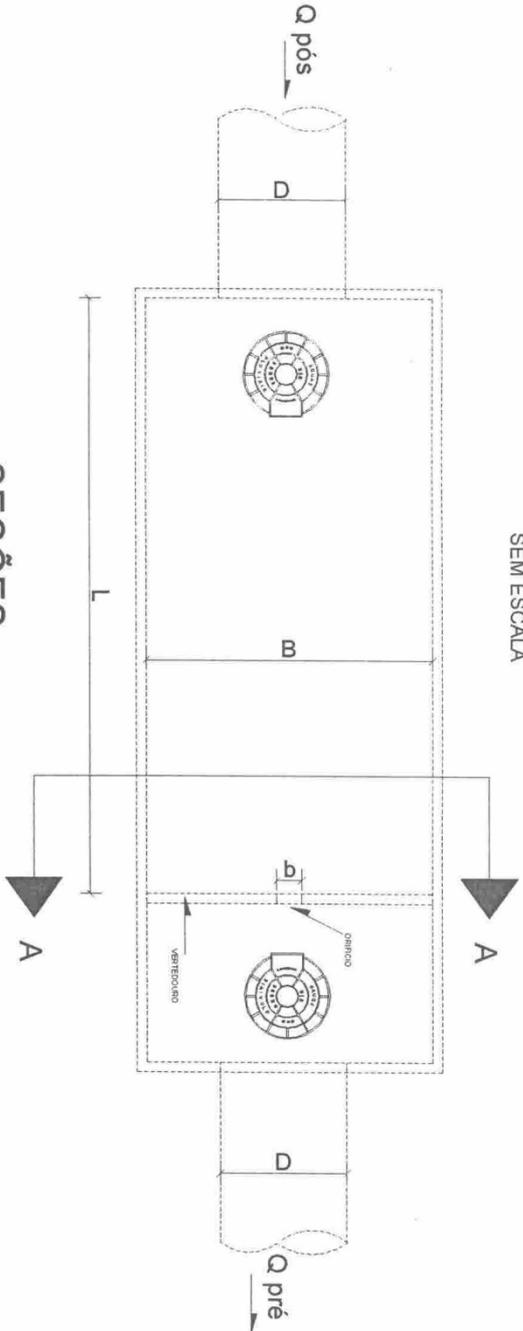
H3 = CNA normal vertedor - Cfundo reservatório, H3=hu (altura útil do reservatório), deve ser comparada com a altura útil do ítem 2.

H4 = Csoleira vertedor - Cfundo reservatório

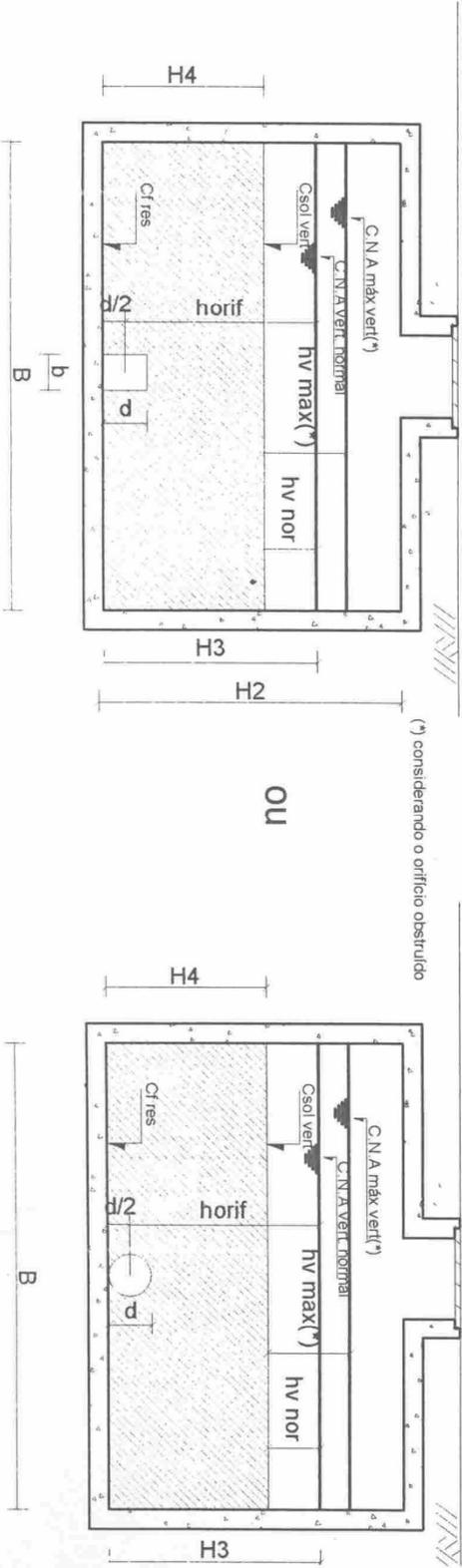


CÁLCULO SEGUNDO A RESOLUÇÃO CONJUNTA SMG/SMO/SMU Nº 01 DE 27/01/05

PLANTA BAIXA
SEM ESCALA



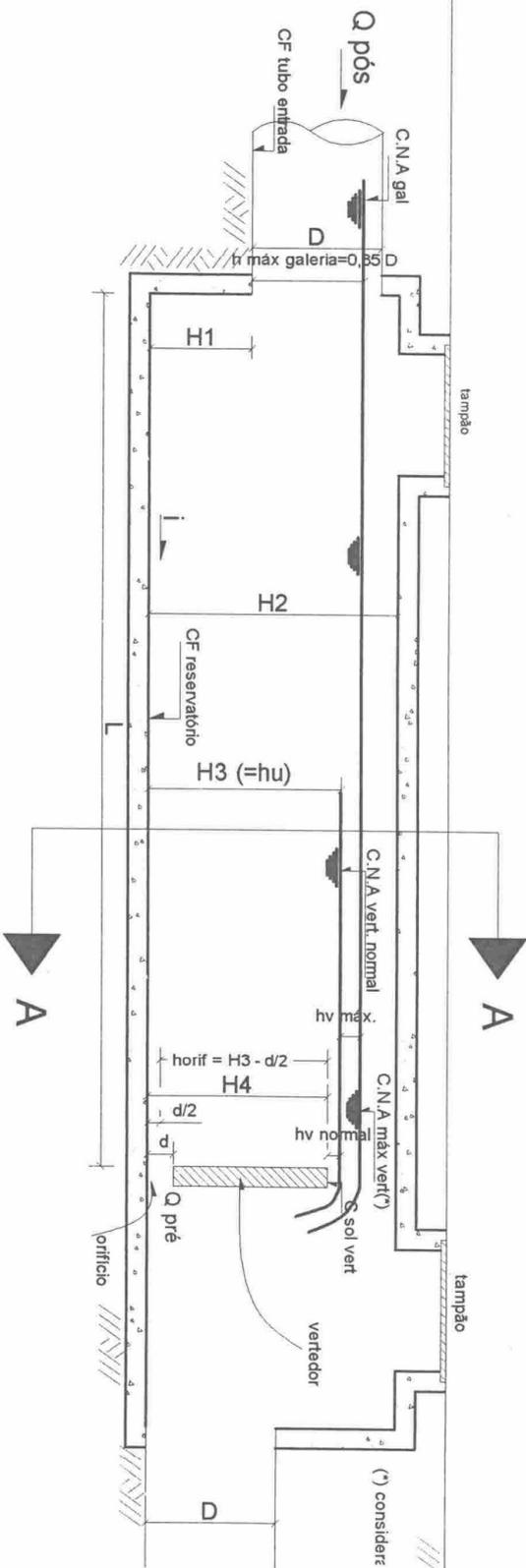
SEÇÕES
SEM ESCALA



OU

CÁLCULO SEGUNDO A RESOLUÇÃO CONJUNTA SMG/SMO/SMU Nº 01 DE 27/

CORTE SEM ESCALA



Condições:

- CNA máximo vertedor < CNA galeria de entrada
- $H2 > H1 + D$, sendo $H2 > ou = 1,60m$
- Soleira vertedor < Cfunido tubo entrada

Definições:

- CNA vertedor = Csoleira vertedor + h normal vertedor
- CNA máximo vertedor = Csoleira vertedor + h máximo vertedor
- H1 = Cfunido tubo entrada - Cfunido reservatório
- H2 mínimo = H1 + D, sendo $H2 > ou = 1,60m$
- H3 = CNA normal vertedor - Cfunido reservatório
- H4 = Csoleira vertedor - Cfunido reservatório

Resultado da Pesquisa de Itens de Serviços

Pesquisa realizada em 26/08/2013 13:39 hs

Mês/Ano de Referência: 07/2013

 imprimir

Item de Serviço	Descrição	Und. de Medida	Custo R\$	Ocorrências
DR 05.05.0050 (/)	Tampao de ferro fundido, tipo quadrado ate (25x25)cm, assentado com argamassa de cimento e areia no traco 1:4 em volume, exclusive o tampao. Assentamento.	un	26,57	
DR 05.05.0100 (/)	Tampao de ferro fundido, tipo quadrado de (50x50)cm ate (1x1)m, assentamento com argamassa de cimento e areia no traco 1:4 em volume, exclusive o tampao.	un	54,28	
DR 05.05.0150 (/)	Tampao de ferro fundido completo, articulado, de 0,60m de diametro, padrao RIOLUZ, tipo leve, assentado com argamassa de cimento e areia no traco 1:4 em volume, exclusive o tampao. Assentamento.	un	42,27	
DR 05.05.0200 (/)	Tampao de ferro fundido, circular, de 0,60m de diametro, pesando 175Kg, assentado com argamassa de cimento e areia no traco 1:4 em volume, exclusive o tampao. Assentamento.	un	52,84	
DR 05.10.0050 (/)	Calhas meio-tubo circulares de concreto vibrado, diametro interno de 0,30m. Fornecimento e assentamento.	m	29,78	
DR 05.10.0100 (/)	Calhas meio-tubo circulares de concreto vibrado, diametro interno de 0,40m. Fornecimento e assentamento.	m	41,99	
DR 05.10.0200 (/)	Calhas meio-tubo circulares de concreto vibrado, diametro interno de 0,60m. Fornecimento e assentamento.	m	92,84	
DR 05.15.0050 (/)	Tubo de concreto simples, classe PS-1, para coletor de aguas pluviais, de 0,30m de diametro, aterro e compactacao ate a altura da geratriz superior do tubo; inclusive fornecimento do material para rejuntamento com argamassa de cimento e areia no traco 1:4. Fornecimento e assentamento.	m	49,29	
DR 05.15.0100 (/)	Tubo de concreto simples, classe PS-1, para coletor de aguas pluviais, de 0,40m de diametro, aterro e compactacao ate a altura da geratriz superior do tubo; inclusive fornecimento do material para rejuntamento com argamassa de cimento e areia no traco 1:4. Fornecimento e assentamento.	m	70,62	
DR 05.15.0150 (/)	Tubo de concreto simples, classe PS-1, para coletor de aguas pluviais, de 0,50m de diametro, aterro e compactacao ate a altura da geratriz superior do tubo; inclusive fornecimento do material para rejuntamento com argamassa de cimento e areia no traco 1:4. Fornecimento e assentamento.	m	96,25	
DR 05.15.0200 (/)	Tubo de concreto simples, classe PS-1, para coletor de aguas pluviais, de 0,60m de diametro, aterro e compactacao ate a altura da geratriz superior do tubo; inclusive fornecimento do material para rejuntamento com argamassa de cimento e areia no traco 1:4. Fornecimento e assentamento.	m	109,35	
DR 05.20.0050 (/)	Tubo de concreto armado, classe PA-1, para galerias de aguas pluviais, com diametro de 0,40m, aterro e compactacao ate a geratriz superior do tubo; inclusive fornecimento do material para rejuntamento com argamassa de cimento e areia no traco 1:4. Fornecimento e assentamento.	m	93,77	
DR 05.20.0100 (/)	Tubo de concreto armado, classe PA-1, para galerias de aguas pluviais, com diametro de 0,50m, aterro e compactacao ate a geratriz superior do tubo; inclusive fornecimento do material para rejuntamento com argamassa de cimento e areia no traco 1:4. Fornecimento e assentamento.	m	126,27	
DR 05.20.0150 (/)	Tubo de concreto armado, classe PA-1, para galerias de aguas pluviais, com diametro de 0,60m, aterro e compactacao ate a geratriz superior do tubo; inclusive fornecimento do material para rejuntamento com argamassa de cimento e areia no traco 1:4. Fornecimento e assentamento.	m	151,50	
DR 05.20.0200 (/)	Tubo de concreto armado, classe PA-1, para galerias de aguas pluviais, com diametro de 0,70m, aterro e compactacao ate a geratriz superior do tubo; inclusive fornecimento do material para rejuntamento com argamassa de cimento e areia no traco 1:4. Fornecimento e assentamento.	m	207,42	
DR 05.20.0250 (/)	Tubo de concreto armado, classe PA-1, para galerias de aguas pluviais, com diametro de 0,80m, aterro e compactacao ate a geratriz superior do tubo; inclusive fornecimento do material para	m	241,70	

	rejuntamento com argamassa de cimento e areia no traco 1:4. Fornecimento e assentamento.			
DR 05.20.0300 (/)	Tubo de concreto armado, classe PA-1, para galerias de aguas pluviais, com diametro de 0,90m, aterro e compactacao ate a geratriz superior do tubo; inclusive fornecimento do material para rejuntamento com argamassa de cimento e areia no traco 1:4. Fornecimento e assentamento.	m	299,02	
DR 05.20.0350 (/)	Tubo de concreto armado, classe PA-1, para galerias de aguas pluviais, com diametro de 1,00m, aterro e compactacao ate a geratriz superior do tubo; inclusive fornecimento do material para rejuntamento com argamassa de cimento e areia no traco 1:4. Fornecimento e assentamento.	m	338,30	
DR 05.20.0400 (/)	Tubo de concreto armado, classe PA-1, para galerias de aguas pluviais, com diametro de 1,10m, aterro e compactacao ate a geratriz superior do tubo; inclusive fornecimento do material para rejuntamento com argamassa de cimento e areia no traco 1:4. Fornecimento e assentamento.	m	362,37	
DR 05.20.0450 (/)	Tubo de concreto armado, classe PA-1, para galerias de aguas pluviais, com diametro de 1,20m, aterro e compactacao ate a geratriz superior do tubo; inclusive fornecimento do material para rejuntamento com argamassa de cimento e areia no traco 1:4. Fornecimento e assentamento.	m	488,66	
DR 05.20.0500 (/)	Tubo de concreto armado, classe PA-1, para galerias de aguas pluviais, com diametro de 1,50m, aterro e compactacao ate a geratriz superior do tubo; inclusive fornecimento do material para rejuntamento com argamassa de cimento e areia no traco 1:4. Fornecimento e assentamento.	m	667,44	
DR 05.20.0550 (/)	Tubo de concreto armado, classe PA-1, para galerias de aguas pluviais, com diametro de 2,00m, aterro e compactacao ate a geratriz superior do tubo; inclusive fornecimento do material para rejuntamento com argamassa de cimento e areia no traco 1:4. Fornecimento e assentamento.	m	1.470,01	
DR 05.25.0050 (/)	Tubo de concreto armado, classe PA-2, para galerias de aguas pluviais, com diametro de 0,40m, aterro e compactacao ate a geratriz superior do tubo; inclusive fornecimento do material para rejuntamento com argamassa de cimento e areia no traco 1:4. Fornecimento e assentamento.	m	99,08	
DR 05.25.0100 (/)	Tubo de concreto armado, classe PA-2, para galerias de aguas pluviais, com diametro de 0,50m, aterro e compactacao ate a geratriz superior do tubo; inclusive fornecimento do material para rejuntamento com argamassa de cimento e areia no traco 1:4. Fornecimento e assentamento.	m	148,15	
DR 05.25.0150 (/)	Tubo de concreto armado, classe PA-2, para galerias de aguas pluviais, com diametro de 0,60m, aterro e compactacao ate a geratriz superior do tubo; inclusive fornecimento do material para rejuntamento com argamassa de cimento e areia no traco 1:4. Fornecimento e assentamento.	m	174,06	
DR 05.25.0200 (/)	Tubo de concreto armado, classe PA-2, para galerias de aguas pluviais, com diametro de 1,00m, aterro e compactacao ate a geratriz superior do tubo; inclusive fornecimento do material para rejuntamento com argamassa de cimento e areia no traco 1:4. Fornecimento e assentamento.	m	361,22	
DR 05.27.0300 (/)	Tubo de concreto armado com junta elastica, classe EA-2, para coletor de esgoto sanitario, com diametro de 0,30m, aterro e compactacao ate a geratriz superior do tubo. Fornecimento e assentamento.	m	93,33	
DR 05.27.0400 (/)	Tubo de concreto armado com junta elastica, classe EA-2, para coletor de esgoto sanitario, com diametro de 0,40m, aterro e compactacao ate a geratriz superior do tubo. Fornecimento e assentamento.	m	114,59	
DR 05.27.0500 (/)	Tubo de concreto armado com junta elastica, classe EA-2, para coletor de esgoto sanitario, com diametro de 0,50m, aterro e compactacao ate a geratriz superior do tubo. Fornecimento e assentamento.	m	124,71	
DR 05.27.0600 (/)	Tubo de concreto armado com junta elastica, classe EA-2, para coletor de esgoto sanitario, com diametro de 0,60m, aterro e compactacao ate a geratriz superior do tubo. Fornecimento e assentamento.	m	196,87	
DR 05.27.0700 (/)	Tubo de concreto armado com junta elastica, classe EA 2, para coletor de esgoto sanitario, com diametro de 0,70m, aterro e compactacao ate a geratriz superior do tubo. Fornecimento e assentamento.	m	241,73	
DR 05.27.0901 (/)	Tubo de concreto armado com junta elastica, classe EA-2, para coletor de esgoto sanitario, com diametro de 0,90m, aterro e compactacao ate a geratriz superior do tubo. Fornecimento e assentamento.	m	404,26	

DR 05.30.0050 (/)	Manilha ceramica vidrada, conforme especificacoes da CEDAE, para esgoto sanitario, aterro e compactacao ate a altura da geratriz superior do tubo, com diametro 0,10m, inclusive fornecimento do material para rejuntamento com argamassa de cimento e areia no traco 1:4. Fornecimento e assentamento.	m	18,08	
DR 05.30.0100 (/)	Manilha ceramica vidrada, conforme especificacoes da CEDAE, para esgoto sanitario, aterro e compactacao ate a altura da geratriz superior do tubo, com diametro 0,15m, inclusive fornecimento do material para rejuntamento com argamassa de cimento e areia no traco 1:4. Fornecimento e assentamento.	m	29,63	
DR 05.30.0150 (/)	Manilha ceramica vidrada, conforme especificacoes da CEDAE, para esgoto sanitario, aterro e compactacao ate a altura da geratriz superior do tubo, com diametro 0,20m, inclusive fornecimento do material para rejuntamento com argamassa de cimento e areia no traco 1:4. Fornecimento e assentamento.	m	39,43	
DR 05.30.0200 (/)	Manilha ceramica vidrada, conforme especificacoes da CEDAE, para esgoto sanitario, aterro e compactacao ate a altura da geratriz superior do tubo, com diametro 0,25m, inclusive fornecimento do material para rejuntamento com argamassa de cimento e areia no traco 1:4. Fornecimento e assentamento.	m	69,29	
DR 05.30.0250 (/)	Manilha ceramica vidrada, conforme especificacoes da CEDAE, para esgoto sanitario, aterro e compactacao ate a altura da geratriz superior do tubo, com diametro 0,30m, inclusive fornecimento do material para rejuntamento com argamassa de cimento e areia no traco 1:4. Fornecimento e assentamento.	m	106,12	
DR 05.35.0050 (/)	Curva ceramica de 45o ou 90o de ceramica, vibrada internamente, para esgoto, com diametro de 0,15m, inclusive fornecimento do material para rejuntamento com argamassa de cimento e areia no traco 1:4. Fornecimento e assentamento.	un	20,96	
DR 05.35.0100 (/)	Juncao de 45o ou 90o de ceramica, vibrada internamente, para esgoto, com diametro de 0,15m, inclusive fornecimento do material para rejuntamento com argamassa de cimento e areia no traco 1:4. Fornecimento e assentamento.	un	29,83	
DR 05.35.0150 (/)	Juncao de 45o ou 90o, vibrada internamente, para esgoto, com diametro de 0,20m, inclusive fornecimento do material para rejuntamento com argamassa de cimento e areia no traco 1:4. Fornecimento e assentamento.	un	38,43	
DR 05.40.0050 (/)	Tubo de PVC rigido (NBR-7362), tipo Vinilfort ou similar, para coletor de esgoto sanitario, com diametro nominal de 100mm, compreendendo carga e descarga, colocacao na vala, montagem e reaterro ate a geratriz superior do tubo, inclusive anel de borracha. Fornecimento e assentamento.	m	16,62	
DR 05.40.0100 (/)	Tubo de PVC rigido (NBR-7362), tipo Vinilfort ou similar, para coletor de esgoto sanitario, com diametro nominal de 150mm, compreendendo carga e descarga, colocacao na vala, montagem e reaterro ate a geratriz superior do tubo, inclusive anel de borracha. Fornecimento e assentamento.	m	34,15	
DR 05.40.0150 (/)	Tubo de PVC rigido (NBR-7362), tipo Vinilfort ou similar, para coletor de esgoto sanitario, com diametro nominal de 200mm, compreendendo carga e descarga, colocacao na vala, montagem e reaterro ate a geratriz superior do tubo, inclusive anel de borracha. Fornecimento e assentamento.	m	46,95	
DR 05.40.0200 (/)	Tubo de PVC rigido (NBR-7362), tipo Vinilfort ou similar, para coletor de esgoto sanitario, com diametro nominal de 250mm, compreendendo carga e descarga, colocacao na vala, montagem e reaterro ate a geratriz superior do tubo, inclusive anel de borracha. Fornecimento e assentamento.	m	54,73	
DR 05.40.0250 (/)	Tubo de PVC rigido (NBR-7362), tipo Vinilfort ou similar, para coletor de esgoto sanitario, com diametro nominal de 300mm, compreendendo carga e descarga, colocacao na vala, montagem e reaterro ate a geratriz superior do tubo, inclusive anel de borracha. Fornecimento e assentamento.	m	113,98	
DR 05.41.0100 (/)	Tubo corrugado de polietileno de alta densidade, fabricado com materia prima virgem, dupla parede, para redes coletoras de esgotos, linha Kanasan da Kanaflex ou similar, cor ocre (de acordo com a NBR 7362), diametro nominal de 100mm (diametro interno de 94mm), incluindo 1 (uma) luva e 2 (dois) aneis de vedacao, compreendendo carga e descarga, colocacao na vala, montagem e reaterro ate a geratriz superior do tubo. Fornecimento e colocacao.	m	18,45	
DR 05.41.0150 (/)	Tubo corrugado de polietileno de alta densidade, fabricado com materia prima virgem, dupla parede, para redes coletoras de esgotos, linha Kanasan da Kanaflex ou similar, cor ocre (de acordo com a NBR 7362), diametro nominal de 150mm (diametro interno de 135mm), incluindo 1 (uma) luva e 2 (dois) aneis de vedacao, compreendendo carga e descarga, colocacao na vala, montagem e reaterro ate a geratriz superior do tubo. Fornecimento e colocacao.	m	27,77	

DR 05.45.0050 (A)	Tubo de PVC rígido - PBA, classe 12, para aducao e distribuicao de aguas, com diametro nominal de 50mm, compreendendo carga e descarga, colocacao na vala, montagem e reaterro ate a geratriz superior do tubo, inclusive anel de borracha. Fornecimento e assentamento.	m	10,67	
DR 05.45.0053 (A)	Tubo de PVC rígido - PBA, classe 12, para aducao e distribuicao de aguas, com diametro nominal de 75mm, compreendendo carga e descarga, colocacao na vala, montagem e reaterro ate a geratriz superior do tubo, inclusive anel de borracha. Fornecimento e assentamento.	m	17,91	
DR 05.45.0056 (A)	Tubo de PVC rígido - PBA, classe 12, para aducao e distribuicao de aguas, com diametro nominal de 100mm, compreendendo carga e descarga, colocacao na vala, montagem e reaterro ate a geratriz superior do tubo, inclusive anel de borracha. Fornecimento e assentamento.	m	27,74	

Clique no item de serviço para visualizar a composição.

A pesquisa retornou 50 item(ns) na página em um total de 455.

Esta página lista do item 1 ao item 50.

[Seguintes - >>](#)

[Principal](#)

[Pesquisa](#)

[Ajuda](#)



Copyright © 2006 Secretaria Municipal de Obras
 Rua Afonso Cavalcanti, 455/9º andar
 Cidade Nova - CEP: 20211-110
 Telefone: 2976.2598

Resultado da Pesquisa de Itens de Serviços

Pesquisa realizada em 26/08/2013 13:55 hs

Mês/Ano de Referência: 07/2013

 imprimir

Item de Serviço	Descrição	Und. de Medida	Custo R\$	Ocorrências
DR 30.15.0050 (A)	Caixa de ralo, de alvenaria de tijolo macico (7x10x20)cm em paredes de uma vez (0,20m), de (0,40x1,00x1,00)m, utilizando argamassa de cimento e areia no traco 1:4 em volume, sendo as paredes revestidas internamente com a mesma argamassa, com base de 0,20m de concreto dosado para fck=11MPa, exclusive escavacao e reaterro.	un	1.101,16	
DR 30.15.0053 (A)	Caixa de ralo, de alvenaria de tijolo macico (7x10x20)cm, em paredes de uma vez (0,20m), de (0,90x1,20x1,50) (medidas externas), utilizando argamassa de cimento e areia no traco 1:4 em volume, sendo as paredes revestidas internamente com a mesma argamassa, com base de concreto simples (fck=11MPa), grelha de ferro fundido de 135Kg, exclusive escavacao e reaterro.	un	1.069,56	
DR 30.15.0100 (A)	Caixa de ralo, de blocos de concreto prensado (15x20x40)cm, com vazios preenchidos de concreto simples para camadas preparatorias (180Kg de cimento/m3), em paredes de 1/2 vez (0,15m), de (0,30x0,90x0,90)m, para aguas pluviais, utilizando argamassa de cimento e areia no traco 1:4 em volume, sendo as paredes revestidas internamente com a mesma argamassa, com base de concreto simples (fck=11MPa), grelha de ferro fundido de 135Kg, exclusive escavacao e reaterro.	un	570,48	
DR 30.15.0103 (A)	Caixa de ralo, de blocos de concreto prensado (15x20x40)cm, com vazios preenchidos de concreto simples para camadas preparatorias (180kg de cimento/m3), em paredes de meia vez (0,15m), de (0,30x0,90x0,90)m, para aguas pluviais, utilizando argamassa de cimento e areia no traco 1:4 em volume, sendo as paredes revestidas internamente com a mesma argamassa, com base de concreto simples (fck=11MPa), grelha de ferro fundido de 135Kg e Boca de Lobo de ferro fundido de 80Kg, exclusive escavacao e reaterro.	un	804,66	
DR 30.15.0200 (A)	Caixa de ralo em concreto pre-moldado, com parede de 0,06m, nas dimensoes internas de (0,30x0,90x0,90)m, para aguas pluviais, com base em concreto simples (fck=11 Mpa), preenchimento da periferia da grelha em concreto simples (fck=15 Mpa), rejunte da bolsa do tubo e do pescoco da caixa pre-moldada em argamassa de cimento e areia no traco 1:4, em volume, grelha de ferro fundido de 135Kg, exclusive escavacao e reaterro.	un	492,01	
DR 35.10.0050 (/)	Grelha de ferro fundido completa, de (30x90)cm, com 135Kg, para caixa de ralo, assentada com argamassa de cimento e areia no traco 1:4. Fornecimento e assentamento.	un	296,20	
DR 35.10.0100 (/)	Grelha de ferro fundido completa, de (30x90)cm, com 135Kg, para caixa de ralo, articulada, assentada com argamassa de cimento e areia no traco 1:4, padrao Prefeitura-RJ. Fornecimento e colocacao.	un	294,74	
DR 40.15.0050 (A)	Grelha e caixilho de concreto armado, sendo as dimensoes externas da grelha de (0,30x0,90)m e do caixilho de (1,00x0,40)m, para caixa de ralo, utilizando argamassa de cimento e areia no traco 1:4. Fornecimento e assentamento.	un	223,20	
DR 40.15.0200 (/)	Grelha e caixilho de concreto armado, sendo as dimensoes externas da grelha de (0,89 x 0,29 x 0,10)m e do caixilho de (0,96 x 0,36 x 0,15)m, para caixa de ralo, de concreto C50 (Fck >= 50 Mpa), com adicao de silica ativa, com peso de 90 Kg e resistencia a uma carga de 14.500 Kgf aplicada no seu centro. Fornecimento e assentamento.	un	352,84	
DR 50.10.0050 (/)	Grelha completa de (30 x 90)cm, para uma resistencia de 250 kN, de fibra plastica (plastico 100% reciclado ou poliuretano) para caixa de ralo, a ser utilizada em vias secundarias assentada com argamassa de cimento e areia, no traco 1:4, em volume. Fornecimento e assentamento.	un	413,15	
PJ 20.05.0503 (A)	Limpeza de caixa de ralo em praça e/ou parque.	un	9,76	
SC 35.05.0040 (A)	Levantamento ou rebaixamento de grelha de caixa de ralo sobre faixa de rolamento, considerando demolicao de camada de asfalto e concreto, movimentacao e concretagem, inclusive transporte de material e bota fora do material excedente.	un	119,58	

SC 35.10.0150 (/)	Limpeza de caixa de ralo, exclusive transporte do material retirado.	un	7,59
--------------------------	---	-----------	-------------

Clique no item de serviço para visualizar a composição.

A pesquisa retornou 13 item(ns) na página em um total de 13.

Esta página lista do item 1 ao item 13.

[Principal](#)

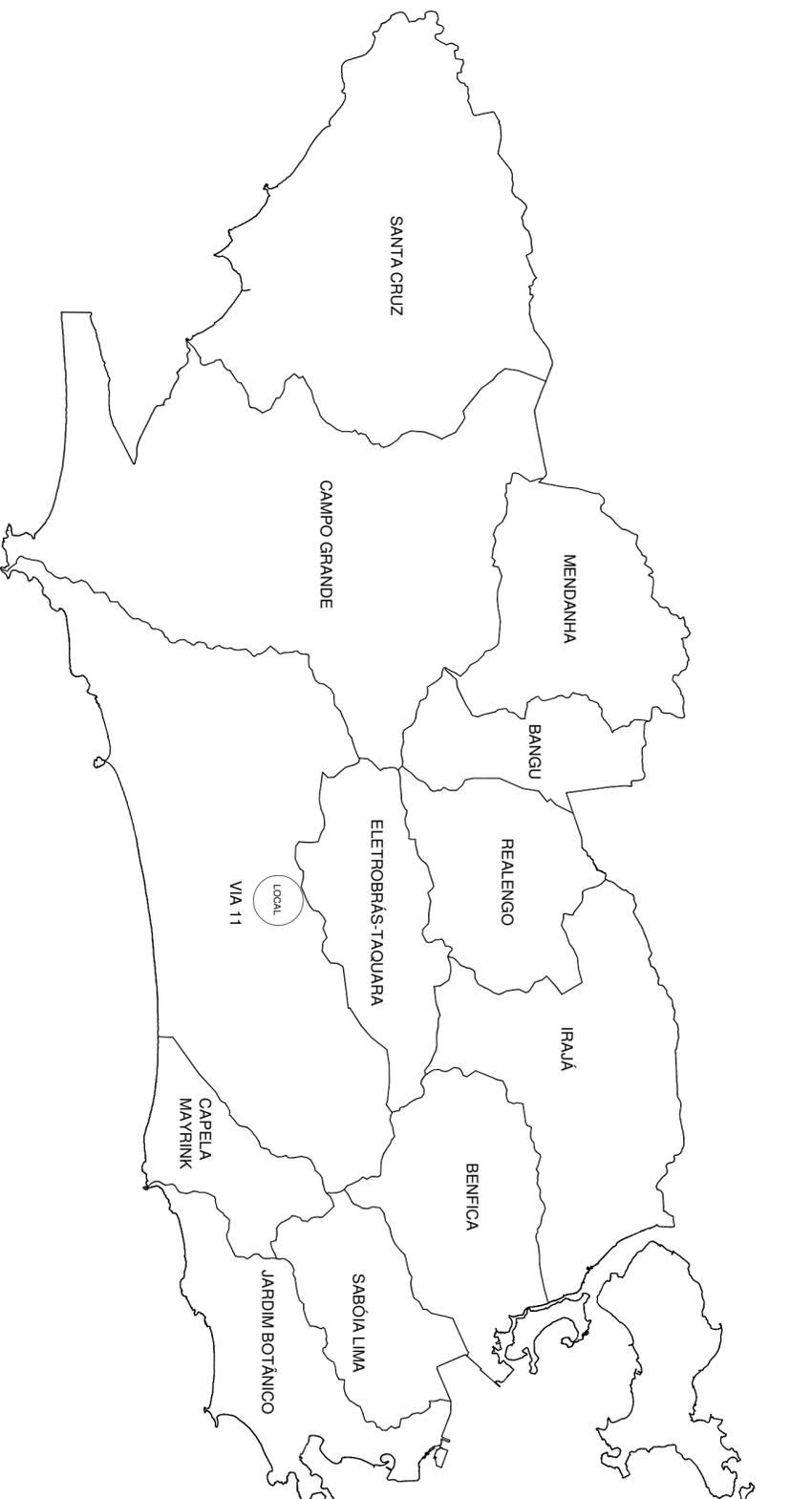
[Pesquisa](#)

[Ajuda](#)



Copyright © 2006 Secretaria Municipal de Obras
Rua Afonso Cavalcanti, 455/9º andar
Cidade Nova - CEP: 20211-110
Telefone: 2976.2598

ANEXO IV - PLANTAS



Equações IDF - Coeficientes para a Equação Geral

Pivô/metro	a	b	c	d	Fonte
Santa Cruz	711,3	0,186	7,00	0,687	PCRJ-Côhido-1992
Campo Grande	891,67	0,187	14,00	0,689	PCRJ-Côhido-1992
Mendanha	843,78	0,177	12,00	0,698	PCRJ-Côhido-1992
Bangu	1208,96	0,177	14,00	0,788	PCRJ-Côhido-1992
Jardim Botânico	1239,00	0,150	20,00	0,740	Ulysses Alcântara (1960)
Capela Mayrink	921,39	0,162	15,46	0,673	Rio Águas/CTO (2003), atual GPST
Via 11 (Jacarepaguá)	1423,20	0,196	14,38	0,796	Rio Águas-SUBAM/CPA-2005, atual GPST
Sarbóia Lima	1782,78	0,178	16,60	0,841	Rio Águas-SUBAM/CPA-2005, atual GPST
Benfica	7032,07	0,150	29,68	1,141	Rio Águas-SUBAM/CPA-2005, atual GPST
Realengo	1164,04	0,148	6,96	0,769	Rio Águas-SUBAM/CPA-2005, atual GPST
Inhãí	5986,27	0,157	29,70	1,050	Rio Águas-SUBAM/CPA-2005, atual GPST
Taquara (Eletronóias)	1660,34	0,156	14,79	0,841	Rio Águas/GPST - 2009

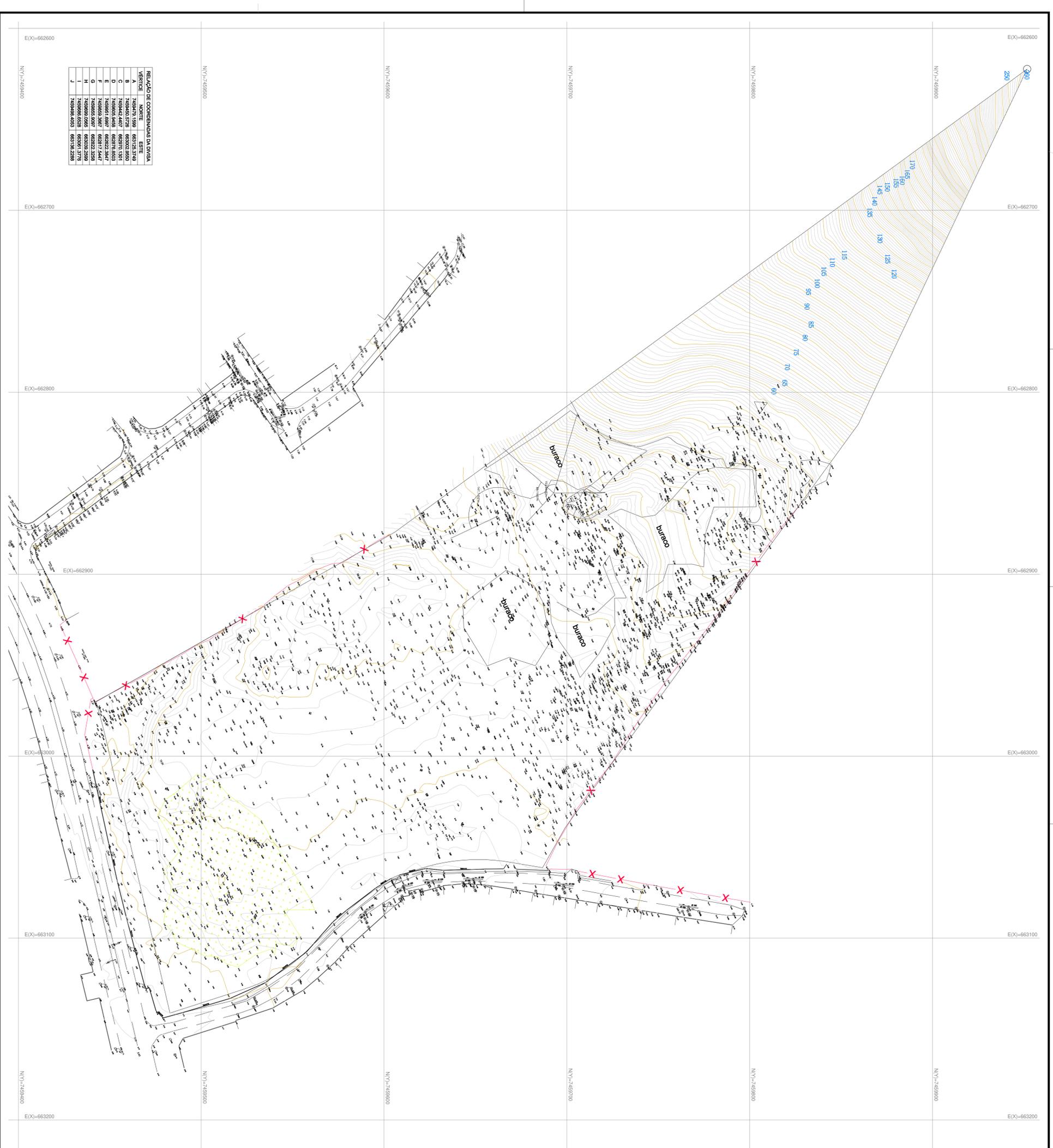
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
 ESCOLA POLITÉCNICA
 DRHMA - DEPARTAMENTO DE RECURSO HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE

PROJETO: PROJETO FINAL DE GRADUAÇÃO - PROJETO DE DRENAGEM NOS PÁDEOS DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO
 TÍTULO: DIVISÃO DO MUNICÍPIO EM REGIÕES PLUVIOMÉTRICAS

ALUNO: WAGNER VINÍCIUS DE OLIVEIRA HENRIQUES
 ORIENTADOR: PAULO RENATO BARBOSA

ANÁLISE DO PROJETO: AGOSTO/2013
 DATA: 01/06
 ESC.: 1/200.000
 ARQUIVO Nº: 001-UFRJ-DRE-PLAN

NOTAS:
 1) O LEVANTAMENTO TOPOGRAFICO APRESENTADO ESTA FEITO COM BASE EM RN OFICIAL
 REFERENCIADO PELA DATUM VERTICAL LIBERTIA SFC E COORDENADAS HORIZONTAIS
 OFICIAIS SEGUNDO SISTEMA SAO 49.



RELACAO DE COORDENADAS DA DIVISA

VEREDAS	7459473,1589	663126,5749
A	7459473,1589	663126,5749
B	7459473,1589	663126,5749
C	7459473,1589	663126,5749
D	7459473,1589	663126,5749
E	7459473,1589	663126,5749
F	7459473,1589	663126,5749
G	7459473,1589	663126,5749
H	7459473,1589	663126,5749
I	7459473,1589	663126,5749
J	7459473,1589	663126,5749

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
 ESCOLA POLITÉCNICA
 DRRHMA - DEPARTAMENTO DE RECURSO HIDRÓICOS E MEIO AMBIENTE

PROJETO: PROJETO FINAL DE GRADUAÇÃO - PROJETO DE DRENAGEM NOS PADRÕES DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

TÍTULO: LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO CADASTRAL

ALUNO: WAGNER VINÍCIUS DE OLIVEIRA HENRIQUES

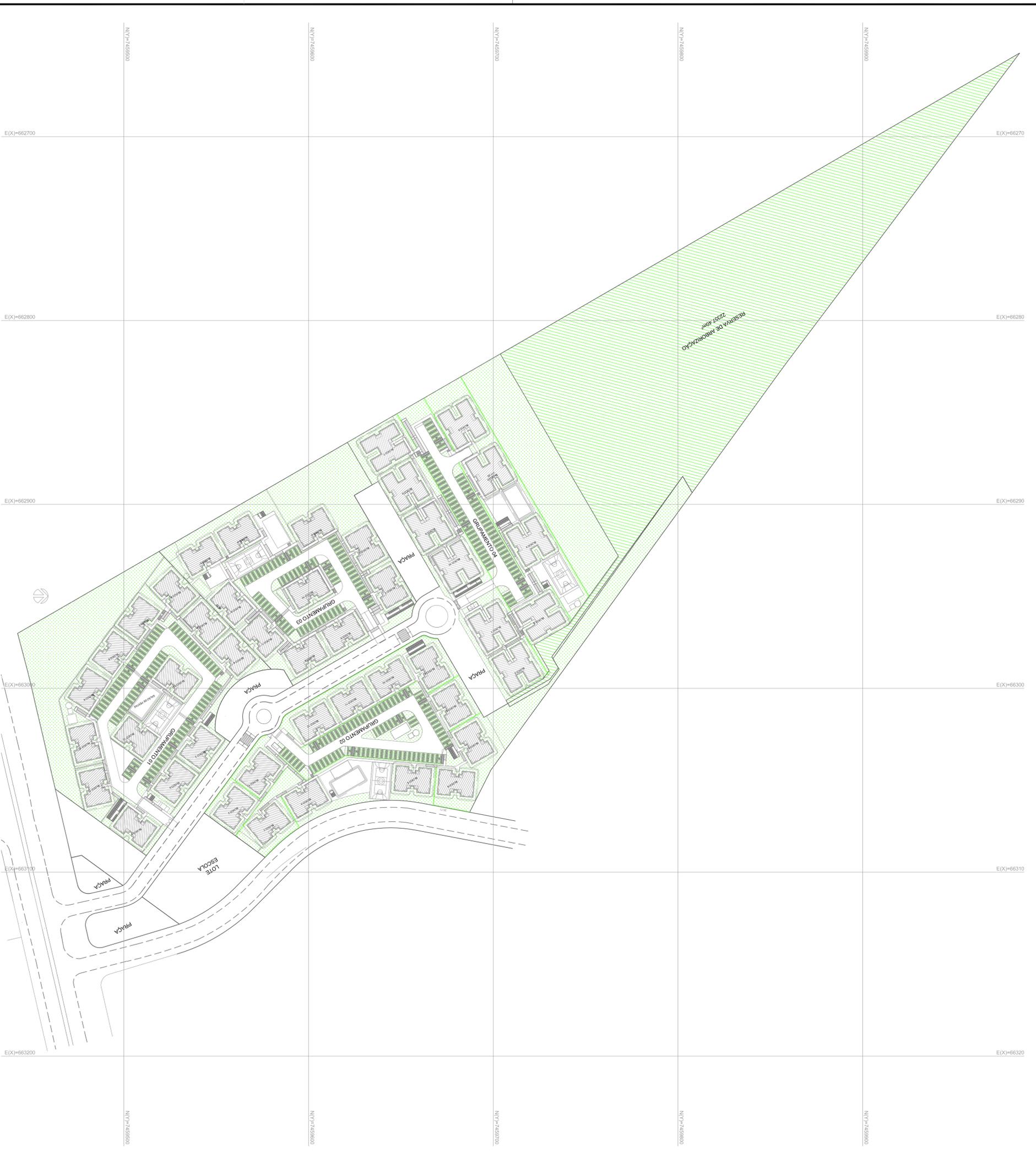
ORIENTADOR: PAULO RENATO BARBOSA

ANÁLISE DO PROJETO: DATA: AGOSTO/2013

FOLHA Nº: 02/06

ESC.: 1/1000

ARQUIVO Nº: 002.UFRJ.DRE-TOPO



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
 ESCOLA POLITECNICA
 DRHMA - DEPARTAMENTO DE RECURSO HIDRICOS E MEIO AMBIENTE

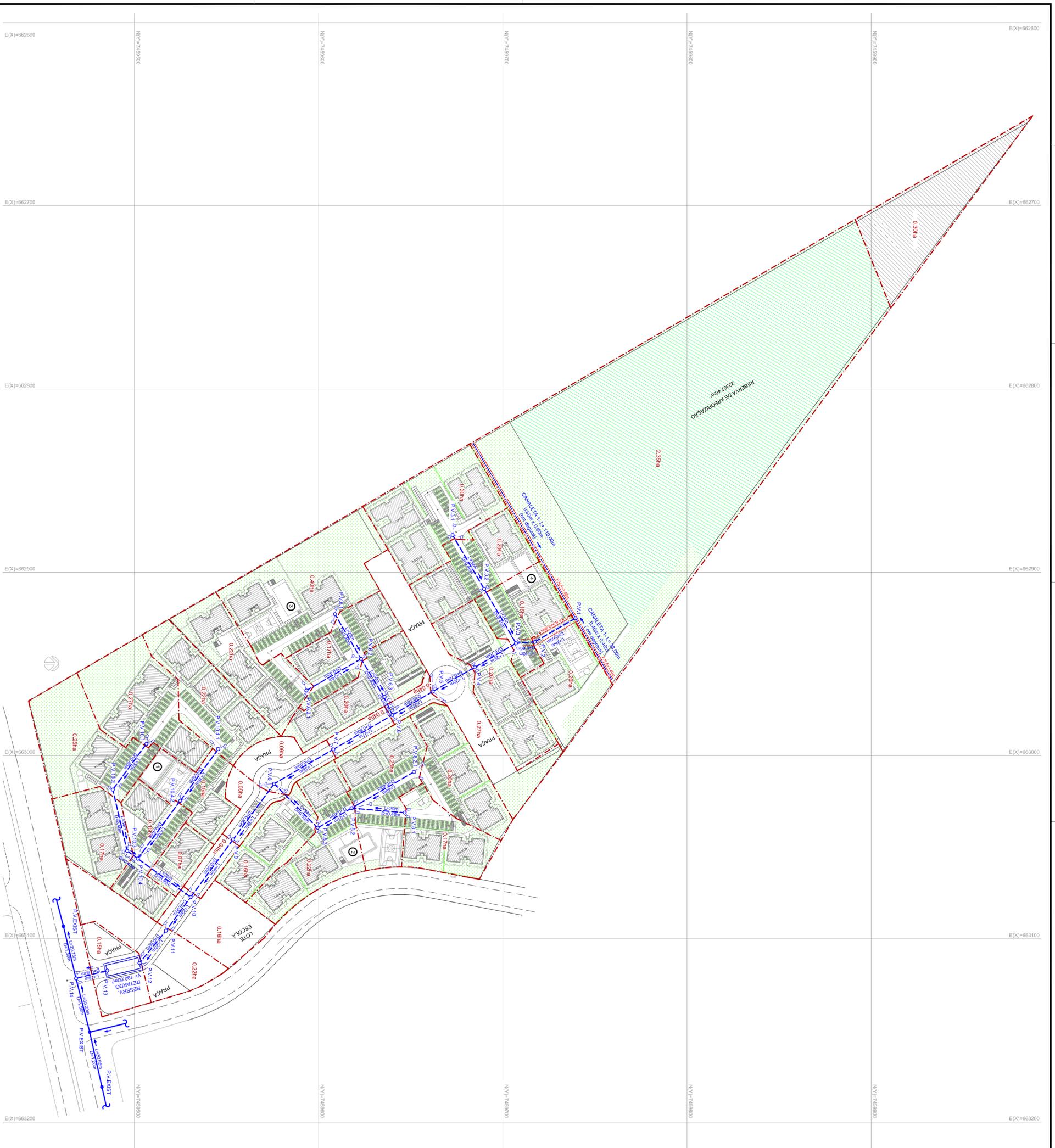
PROJETO: PROJETO FINAL DE GRADUAÇÃO - PROJETO DE DRENAGEM NOS PADDES DO MUNICIPIO DO RIO DE JANEIRO

TITULO: PLANTA DE IMPLANTACAO GERAL

ALUNO: WAGNER VINICIUS DE OLIVEIRA HENRIQUES

ORIENTADOR: PAULO RENATO BARBOSA

ANALISE DO PROJETO: DATA: AGOSTO/2013 FOLHA Nº: 03/06 ESC.: 1/1000 ARQUIVO Nº: 003-UFRJ-DRHMA-IMPL



LEGENDA (REDE):

- LIMITE DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO
- REDE PROJETADA
- CANALETA PROJETADA
- POÇO DE VISITA (P.V.) PROJETADO
- CX. DE RALO PROJETADA
- ➔ SENTIDO DE FLUXO
- FAIXA NON AERIFIONDI (F.N.A.)

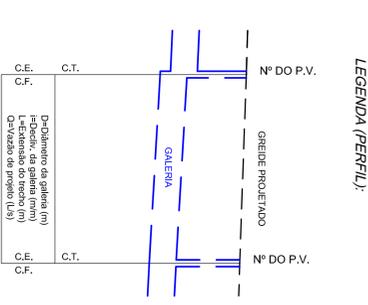
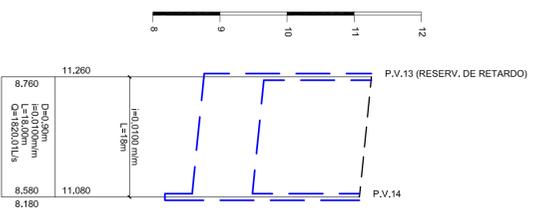
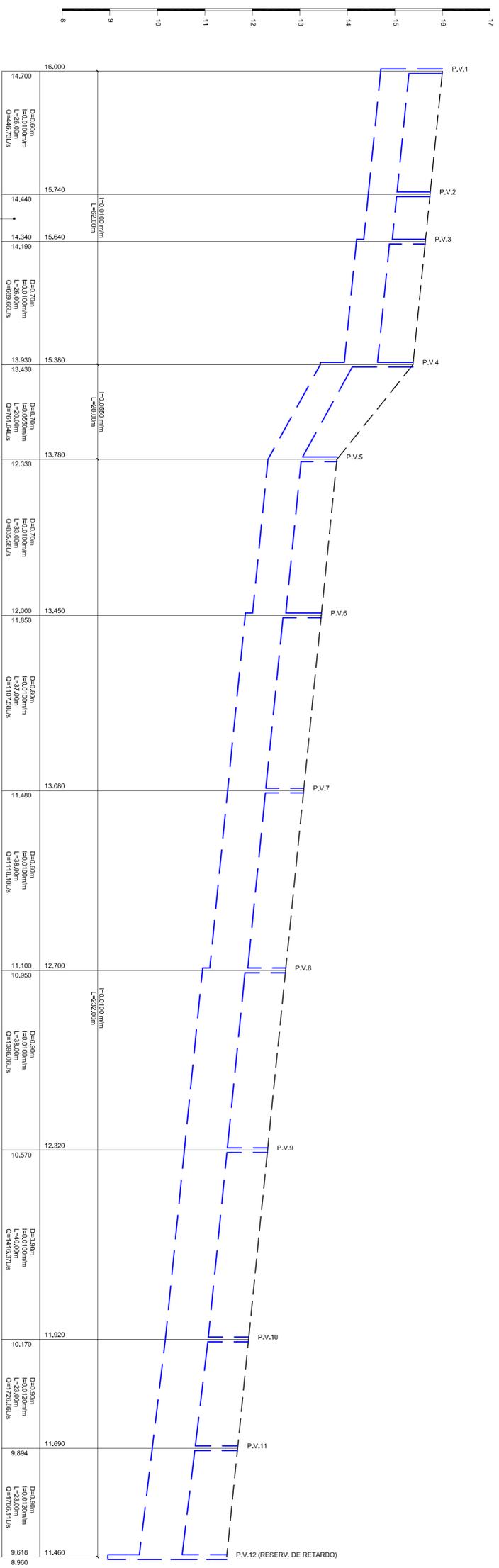
NOTAS:

- 1) TUBOS DE CONCRETO SERAO DO TIPO ARMADO DA CLASSE PA-1 OU SUPERIOR.
- 2) AS ESTRUTURAS DE CONCRETO NAO SERAO ALINHADAS NESTE PROJETO DEVERAO SER DIMENSIONADAS EM FUNCO DO ESTRUTURAL E SERVOFIC.
- 3) RABAL DE RALO DE 40mm, MIN. 40,5%.
- 4) BRELHAS E TAMPOES DEVERAO SER DE FERRO DUCTIL, CONFORME NBR-10.180.
- 5) PARA AS AREAS ADJACENTES A VIA INTERNA (PREDIOS, JARDINS, ETC.) DEVERA SER PROJETADO UM SISTEMA DE DRENAGEM PRELIM DO DRENHO E CONDUZA O RESCOURNHO DAS BODAS ATE A GALERIA DIMENSIONADA PARA TAL, COM QUNDE SENSIO DE BODAS PRESSIONAO PRESSIONE PROJETADO.
- 6) SERA CRIADO UM P.V. NA REDE EXISTENTE QUE SERVIRA DE DESAQUE DA REDE PROJETADA. AS COTAS DA REDE EXISTENTE FORAM OBTIDAS POR MEIO DE LEVANTAMENTO TOPOGRAFICO CADASTRAL.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
ESCOLA POLITÉCNICA
DIRHMA - DEPARTAMENTO DE RECURSO HIDRICOS E MEIO AMBIENTE

PROJETO		PROJETO FINAL DE GRADUAÇÃO - PROJETO DE DRENAGEM NOS PADDES DO MUNICPIO DO RIO DE JANEIRO	
TITULO		PLANTA BAWA	
ALUNO:	WAGNER VINICIUS DE OLIVEIRA HENRIQUES	ORIENTADOR:	PAULO RENATO BARBOSA
ANLISE DO PROJETO:	DATA: AGOSTO/2013	FOLHA N°:	04/06
		ESC.	1/1000
		ARQUIVO N°:	004-UR-RD-RE-PLAN



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
 ESCOLA POLITÉCNICA
 DRHIMA - DEPARTAMENTO DE RECURSO HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE

PROJETO: PROJETO FINAL DE GRADUAÇÃO - PROJETO DE DRENAGEM NOS PADRÕES DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO
 TÍTULO: PERFILES LONGITUDINAIS
 ALUNO: WAGNER VINÍCIUS DE OLIVEIRA HENRIQUES
 DATA: AGOSTO/2013
 FOLHA Nº: 05/06
 ESCALA: 1:150
 V: 1/50
 ORIENTADOR: PAULO RENATO BARBOSA
 ARQUIVO Nº: 005-UR-RD-REPERF

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Taxa de Urbanização Brasileira – Dados do Censo IBGE 2010

Figura 2: Urbanização Brasileira Dividida por Regiões – Dados do Censo IBGE 2010

Figura 3: Ocupação Irregular de Encostas – Desastres Naturais em Nova Friburgo (2010)

Figura 4: Poluição dos Rios Urbanos – Canal da Avenida Alexandre Ferreira – RJ

Figura 5: Alagamento na Cidade do Rio de Janeiro – Região da Leopoldina – RJ

Figura 6: Enchente de janeiro de 1966 – Rio de Janeiro – RJ

Figura 7: Enchente de janeiro de 1988 – Jardim Botânico – Rio de Janeiro – RJ

Figura 8: Enchente de janeiro de 1996 – Jacarepaguá - Rio de Janeiro – RJ

Figura 9: Enchente de janeiro de 2010 – Praça da Bandeira - Rio de Janeiro – RJ

Figura 10: Área de Estudo – Jacarepaguá – RJ

Figura 11: Estação Pluviométrica

Figura 12: Canaletas Semicirculares em Concreto

Figura 13: Canaleta Retangular em Degraus

Figura 14: Canaleta Trapezoidal em Terra

Figura 15: Canaleta de PVC

Figura 16: Galeria Circular em Concreto

Figura 17: Galeria Retangular em Concreto

Figura 18: Tubos Corrugados em PEAD

Figura 19: Aplicação de Tubos em PEAD para Drenagem

Figura 20: Grelhas de Ferro fundido e de concreto

Figura 21: Caixas de Ralo com Grelhas de Ferro fundido e bocas de lobo

Figura 22: Sarjeta de Concreto em construção – Andradina - SP

Figura 23: Sarjeta de Concreto construída – Maricá - RJ

Figura 24: PV em blocos de Concreto moldado in-loco – Americana – SP

Figura 25: Poço de Visita construído cm peças pré-moldadas

Figura 26: Tampão de Ferro Fundido para Águas Pluviais

Figura 27: Reservatório de Infiltração (Califórnia – EUA)

Figura 28: Sistema de Controle de Cheias (Tóquio – Japão)

Figura 29: Reservatório de Praça da Bandeira – 2012 (Rio de Janeiro)

Figura 30: Detalhe do assentamento de Tubo (D=0,40m)

Figura 31: Detalhes esquemáticos de Canaleta em degraus

Figura 32: Equipamento utilizado em Levantamentos Topográficos (Estação Total)

Figura 33: Equipamento de Sondagem (SPT)

Figura 34: Marcação de Faixa Non Aedificandi para Canaleta de 0,40m x 0,40m

Figura 35: Marcação de Faixa Non Aedificandi para Vala Aberta ($Q < 6\text{m}^3/\text{s}$)

Figura 36: Marcação de Faixa Non Aedificandi para Vala Aberta ($6\text{m}^3/\text{s} < Q < 10\text{m}^3/\text{s}$)

Figura 37: Marcação de Faixa Non Aedificandi para Vala Aberta ($Q > 10\text{m}^3/\text{s}$)

Figura 38: Marcação de Faixa Non Aedificandi para Vala em Concreto ($Q > 10\text{m}^3/\text{s}$)

Figura 39: Exemplo de construção com Telhado Verde

Figura 40: Exemplo de Jardins de Chuva (EUA)