

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Marcelo José Costa

**ANÁLISE TÉCNICA DE 390 DISPOSITIVOS DE DETENÇÃO
DO ESCOAMENTO PLUVIAL DE LOTE IMPLEMENTADOS
NO MUNICÍPIO DE PORTO ALEGRE - RS**

Porto Alegre
dezembro 2018

MARCELO JOSÉ COSTA

**ANÁLISE TÉCNICA DE 390 DISPOSITIVOS DE DETENÇÃO
DO ESCOAMENTO PLUVIAL IMPLEMENTADOS NO
MUNICÍPIO DE PORTO ALEGRE - RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento
de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do
título de Engenheiro Civil

Orientador: Joel Avruch Goldenfum

Porto Alegre
dezembro 2018

MARCELO JOSÉ COSTA

**ANÁLISE TÉCNICA DE 390 DISPOSITIVOS DE DETENÇÃO
DO ESCOAMENTO PLUVIAL IMPLEMENTADOS NO
MUNICÍPIO DE PORTO ALEGRE- RS.**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador e pela Comissão de Graduação (COMGRAD) da Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Porto Alegre, 19 de dezembro de 2018

Prof. Joel Avruch Goldenfum
Dr. em Hidrologia pelo Imperial
College/University of London
Orientador

BANCA EXAMINADORA

Prof. Joel Avruch Goldenfum (UFRGS)
Dr. pelo Imperial College/University of London

Prof. Fernando Dornelles (UFRGS)
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Eng. Civil Stanlei Marcelo Martins do Amaral (SMIM/PMPA)
Bel. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família e aos meus amigos que foram os meus maiores incentivadores durante todo o processo e contribuíram cada um à sua maneira para que eu completasse esta etapa da vida acadêmica.

Agradeço aos professores da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em especial aos do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), por terem contribuído de maneira significativa para a minha formação profissional como engenheiro civil e por terem despertado em mim o interesse pela área de recursos hídricos e saneamento ambiental, sobretudo pela drenagem urbana.

Dentre esses docentes, destaco o professor Fernando Dornelles, ministrante da disciplina Gerenciamento da Drenagem Urbana, pela dedicação, pelos ensinamentos transmitidos e pela atenção dispensada durante os últimos semestres para a eliminação de dúvidas minhas sobre assuntos que envolvem a drenagem urbana, e o professor Joel Avruch Goldenfum, orientador deste trabalho, que, com sua vasta experiência nos assuntos que envolvem o gerenciamento do escoamento pluvial, contribuiu de maneira expressiva desde a elaboração até a conclusão deste estudo.

Agradeço ao Engenheiro Civil Stanlei Marcelo Martins do Amaral e sua equipe da Secretaria Municipal de Infraestrutura e Mobilidade Urbana (SMIM) que disponibilizaram os projetos constantes na amostra para que este trabalho fosse realizado.

EPÍGRAFE

“A engenharia é a arte da aplicação dos princípios científicos, da experiência, do julgamento e do senso comum, para implementar ideais e ações em benefício da humanidade e da natureza”

(Luiz Fernando E. Cocian, 2009, p.16)

RESUMO

O processo de urbanização, principalmente quando é conduzido sem um planejamento adequado, interfere substancialmente no balanço hídrico. A impermeabilização do solo provocado pelo crescimento das cidades provoca um aumento do escoamento superficial, diminuindo a parcela de água que infiltra no solo e escoaria subterraneamente, bem como a parcela que ficaria retida na vegetação, o qual implica problemas como alagamentos e inundações. A engenharia, por meio das técnicas de drenagem urbana, atenua esses impactos por meio de medidas não estruturais, tais como a conscientização do uso adequado do solo e o zoneamento de áreas inundáveis pelos corpos hídricos, e de medidas estruturais, tais como diques, desvios de canais, bem como reservatórios e bacias de retenção. As medidas estruturais são normalmente enquadradas em três âmbitos de escala: macrodrenagem, microdrenagem e controle da drenagem na fonte. Alguns municípios brasileiros, por meio de legislações municipais e planos diretores, buscam regulamentar e otimizar o gerenciamento do escoamento pluvial. Este trabalho tratou em especial das regulamentações municipais de Porto Alegre – RS para o controle da drenagem na fonte aplicadas a 390 (trezentos e noventa) empreendimentos localizados na capital gaúcha. A revisão bibliográfica contempla impactos da urbanização sobre a drenagem urbana, conceitos básicos da hidrologia, caracterizações hidroclimatológica e legislativa do município e por fim metodologias de dimensionamento de dispositivos de retenção pluvial. Em seguida, analisou-se a amostra de 390 projetos de drenagem na fonte disponibilizados pela Secretaria Municipal de Infraestrutura e Mobilidade Urbana – SMIM – da Prefeitura Municipal de Porto Alegre – RS, de modo a quantificar os tipos de medidas estruturais adotados, as metodologias de dimensionamento empregadas e a adequação das diretrizes e dos parâmetros previstos e recomendados nas legislações e no Manual de Drenagem Urbana de Porto Alegre – RS. Finalmente, os resultados permitiram apresentar um diagnóstico de como os 390 projetos disponibilizados pela SMIM aplicaram as legislações municipais acerca do controle da drenagem na fonte e do Manual de Drenagem Urbana de Porto Alegre – RS.

Palavras-chave: Drenagem Urbana na Fonte.

ABSTRACT

The process of urbanization, especially when conducted without proper planning, substantially interferes with the hydrological cycle. The waterproofing of the soil caused by the growth of the cities causes an increase in the surface runoff and decreases the amount of water that infiltrates the soil and flows underground and the amount of water that is retained in the vegetation, which causes problems such as flooding. Engineering, through urban drainage techniques, attempts to mitigate these impacts through non-structural measures, such as awareness of proper land use and zoning of floodable areas by water bodies, and structural measures such as levees, channel diversions and reservoirs and basins. Structural measures are usually framed in three areas: macrodrainage, microdrainage and on-site control structures. Some Brazilian municipalities, through municipal legislations and master plans, seek to regulate and optimize stormwater management. This work deals in particular with the municipal regulations of Porto Alegre - RS for the control of drainage at source applied to 390 (three hundred and ninety) enterprises located in the capital of the State of Rio Grande do Sul. The bibliographic review contemplates the impacts of urbanization on urban drainage, basic concepts of hydrology, hydroclimate characterization and municipal legislation, and methodologies for designing stormwater detention devices. Next, the sample of 390 drainage projects at the source provided by the Municipal Secretariat of Infrastructure and Urban Mobility - SMIM - of the City Hall of Porto Alegre - RS, was analyzed, in order to quantify the types of structural measures adopted, the methodologies of and the adequacy of the guidelines and parameters foreseen and recommended in the legislation and the Urban Drainage Manual of Porto Alegre - RS. Finally, the results allowed to present a diagnosis of how the 390 projects made available by SMIM applied municipal legislation on the control of drainage at source and the Urban Drainage Manual of Porto Alegre - RS.

Key words: Urban Drainage at Source.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama das etapas do Trabalho.....	21
Figura 2- População Urbana e Rural do Brasil de 1940 a 2010	22
Figura 3 – Evolução da população de Porto Alegre.....	22
Figura 4 – Impacto da urbanização no hidrograma.....	24
Figura 5 – Ciclo Hidrológico	25
Figura 6– Comparação balanço hídrico com a urbanização.....	26
Figura 7 – Estágios de desenvolvimento da drenagem	32
Figura 8– Esquema de microrreservatório enterrado	35
Figura 9 - Tipos de descarregadores de fundo	36
Figura 10 - Croquis de dispositivos de infiltração	39
Figura 11 – Croqui de um Jardim de Chuva	40
Figura 12 - Curva Envelope	50
Figura 13 – Bacia Hidrográfica do Lago Guaíba	54
Figura 14 - Médias de chuvas acumuladas e temperaturas por mês em Porto Alegre - RS	56
Figura 15 - Quantidade de projetos da amostra por ano.....	62
Figura 16 – Quantidade de projetos antes e depois do Decreto 18.611	63
Figura 17 – Quantidade de projetos por zonas de Porto Alegre.....	65
Figura 18 – Quantidade de projetos conforme curva IDF utilizada.....	65
Figura 19 – Quantidade de projetos conforme área do lote	66
Figura 20 – Quantidade de projetos conforme área do respectivo lote	66
Figura 21 – Métodos utilizados para dimensionamento antes do Decreto 18.611	68
Figura 22 – Métodos utilizados para dimensionamento após do Decreto 18.611	69
Figura 23 – Tipos de reservatório adotados nos lotes	70
Figura 24 – Tipos dos reservatórios fechados.....	71
Figura 25 – Localização dos reservatórios abertos	72
Figura 26 – Quantidade de projetos em função da vazão de Restrição de 20,80 l/s.ha.....	73
Figura 27 - Definição da Equação da curva IDF utilizado no dimensionamento.....	74
Figura 28 - Projetos que utilizaram a equação IDF não recomendada pelo DEP	75
Figura 29 – Tempo de concentração t_c utilizado no dimensionamento	76
Figura 30 – Período de Retorno T_r utilizado no dimensionamento	76
Figura 31 – Coeficiente de escoamento C adotado no dimensionamento dos dispositivos	77
Figura 32 – Quantidade de projetos em função dos Valores de Coeficiente de escoamento C	78
Figura 33 – Uso da área impermeável para cálculo do volume do reservatório	79
Figura 34 – Valor da vazão adotada nos projetos de reservatórios apenas no terraço	79
Figura 35 – Quantidade de reservatórios fechados em função da altura útil em metros.....	80
Figura 36 – Método adotado para dimensionamento do Descarregador de fundo.....	81
Figura 37 – Projetos que usam o diâmetro adotado em relação ao diâmetro calculado.....	82
Figura 38 – Projetos que preveem o emprego de dispositivos contra entupimento junto ao	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Período de retorno para sistemas urbanos	33
Tabela 2 - Área da seção transversal dos descarregadores de fundo - circulares	37
Tabela 3 - Cronologia sobre Legislação drenagem Urbana no Brasil.....	46
Tabela 4 - Coeficiente de escoamento C.....	49
Tabela 5 - Equações IDF por bairros de Porto Alegre	57
Tabela 6 – Quantidades de projetos por Bairros	64
Tabela 7 - Quadro Resumo das conclusões do trabalho.....	90

LISTA DE SIGLAS

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland

ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos

ANA – Agência Nacional da Águas

CE-DEP – Caderno de Encargos do Departamento de Esgotos Pluviais

DEP – Departamento de Esgotos Pluviais

FEPAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente

HDF – *High Duration Frequency* (Altura Duração e Frequência)

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDF – Intensidade Duração e Frequência

IPH – Instituto de Pesquisas Hidráulicas

NBR – Norma Brasileira

PDDrU – Plano de Drenagem Urbana

PDDUA – Plano de Desenvolvimento Urbano e Ambiental

PMPA – Prefeitura Municipal de Porto Alegre

SAAE – Serviço de Abastecimento de Água e Esgoto

SCS – *Soil Conservation Service*

SMIM – Secretaria Municipal de Infraestrutura e Mobilidade Urbana

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

LISTA DE SÍMBOLOS

A - Área drenada da bacia

Ac - Área da seção transversal do descarregador

A_i – Área impermeável

AI – Parcela de áreas impermeáveis

A_p – Área permeável

A_t – Área total

A_T – Área total do terreno

C – Coeficiente de escoamento

C_2 – Coeficiente de descarga do descarregador de fundo

C_i – Coeficiente da área impermeável

C_p – Coeficiente da área permeável

ET – Evapotranspiração

g – Aceleração da gravidade

h - Diferença de nível entre montante e jusante.

h_c - Diferença entre o nível máximo da água e o ponto médio da abertura da seção de saída

i - Intensidade de chuva

L - Comprimento do curso d'água principal

P - Precipitação

Q – Escoamento ou vazão de descarga

Q_{pd} – Vazão de pré-desenvolvimento

Q_{inf} - escoamento subterrâneo

Q_{sup} - escoamento superficial

t_c - Tempo de concentração da bacia

T_r - Período de retorno

V - Volume

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 DIRETRIZES DA PESQUISA	17
2.1 QUESTÃO DA PESQUISA	17
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA.....	17
2.3 DELIMITAÇÕES	18
2.4 LIMITAÇÕES.....	19
2.5 DELINEAMENTO	19
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	22
3.1 URBANIZAÇÃO.....	22
3.2 CONCEITOS BÁSICOS.....	23
3.2.1 Bacia Hidrográfica	23
3.2.2 Tempo de Concentração	24
3.2.3 Ciclo Hidrológico e Balanço Hídrico	25
3.2.4 Escoamento Pluvial	27
3.2.5 Fases da Drenagem Urbana	28
3.2.6 Sistemas de drenagem	30
3.2.7 Risco de Projeto (Tr)	32
3.3 MEDIDAS ESTRUTURAIS.....	34
3.3.2 Dispositivos de infiltração e de biorretenção	38
3.4 MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS	41
3.5 LEGISLAÇÕES E REGULAMENTAÇÃO.....	42
3.5.1 Política Nacional dos Recursos Hídricos	43
3.5.2 Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental - PDDUA	43
3.5.3 Histórico de legislações para controle de drenagem na fonte	44
3.6 DIMENSIONAMENTO DAS MEDIDAS ESTRUTURAIS DE CONTROLE DO ESCOAMENTO PLUVIAL	48
3.6.1 Método Racional	48
3.6.2 Método da Curva Envelope	49
3.6.3 Coeficiente de Escoamento e Vazão máxima de Bacias Urbanas	50
3.6.3 Vazão de Restrição	52
4 ESTRATÉGIA METODOLÓGICA	53
5.1 CARACTERIZAÇÃO HIDROCLIMATOLÓGICA.....	54
5.2 LEGISLAÇÕES MUNICIPAIS QUE REGULAM O CONTROLE DA DRENAGEM URBANA EM PORTO ALEGRE	58

5.2.1 Decreto nº 14.786, de 30 de dezembro de 2004 – Prefeitura Municipal de Porto Alegre - RS	58
5.2.2 Decreto nº 15.371, de 17 de novembro de 2006 – Prefeitura Municipal de Porto Alegre - RS	59
5.2.3 Decreto nº 18.611, de 9 de abril de 2014 – Prefeitura Municipal de Porto Alegre - RS	59
6 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	62
7 ANÁLISES DA AMOSTRA.....	68
7.1 MÉTODO DE DIMENSIONAMENTO DO VOLUME DO RESERVATÓRIO	68
7.2 TIPO DE RESERVATÓRIO E LOCALIZAÇÃO DO MESMO NO RESPECTIVO LOTE	70
7.3 VAZÃO DE RESTRIÇÃO	72
7.4 PARÂMETROS HIDROLÓGICOS DA CURVA IDF	73
7.5 COEFICIENTE DE ESCOAMENTO.....	77
7.6 USO DO RESERVATÓRIO NO TERRAÇO DAS EDIFICAÇÕES	78
7.7 ALTURA ÚTIL DO RESERVATÓRIO	80
7.8 DIMENSIONAMENTO DO DESCARREGADOR FUNDO	81
7.9 PLANO DE MANUTENÇÃO DO DISPOSITIVO.....	83
7.10 OUTRAS OBSERVAÇÕES	84
8 CONCLUSÕES	85
8.1 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO	85
8.2 CARACTERÍSTICAS DOS RESERVATÓRIOS ADOTADOS	86
8.3 VAZÃO DE RESTRIÇÃO	87
8.4 PARÂMETROS HIDROLÓGICOS	88
8.5 DESCARREGADOR DE FUNDO	89
8.6 PLANO DE MANUTENÇÃO DOS RESERVATÓRIOS	90
8.7 RESUMO DAS CONCLUSÕES	90
9 TRABALHOS FUTUROS.....	91
REFERÊNCIAS	92

1 INTRODUÇÃO

É cada vez mais notório que o processo de urbanização, cuja ocorrência tem se intensificado nas últimas décadas, agrava alguns dos principais problemas das cidades brasileiras, entre eles o dos alagamentos e das inundações. Segundo o Programa de Pesquisas em Saneamento Básico – PROSAB – (RIGHETTO, 2009), a ocupação territorial, sem o devido planejamento integrado das diversas infraestruturas necessárias ao desenvolvimento harmônico da cidade, desencadeou o surgimento de problemas de drenagem por ocasião de eventos hidrológicos de alta intensidade. A Pesquisa Nacional de saneamento básico de 2008 feita pelo IBGE, mostra que 51,2% dos municípios brasileiros declararam apresentar algum tipo de problema com inundação ou estrangulamento no sistema de drenagem; no Rio Grande do Sul, esse número foi de 39,9%.

De acordo com Tucci (2005), “[...] a água que antes infiltrava e o volume que escoava lentamente pela superfície do solo e ficava retido nas plantas, pelos efeitos da urbanização, passam a escoar através de superfícies impermeáveis, condutos e canais, exigindo maior capacidade de escoamento”.

Preocupados com isso, alguns municípios, entre eles Porto Alegre, têm implementado legislações visando uma gestão mais eficiente da drenagem urbana, de modo a controlar e amortecer o impacto que a impermeabilização do solo e a canalização de arroios urbanos vêm impondo ao escoamento pluvial.

As LEGISLAÇÕES VIGENTES em Porto Alegre são: Plano de Drenagem Urbana (PDDrU), Decreto nº 14.786 / 2004 e Decreto nº 18.611 / 2014 (que revogou o Decreto nº 15.371 / 2006)

O Manual de Drenagem Urbana do Plano Diretor de Drenagem Urbana de Porto Alegre – PDDrU (DEP, 2005) diz que duas condutas tendem a agravar as enchentes: a ocupação das áreas ribeirinhas, as quais são utilizadas pelos rios durante períodos chuvosos como zona de passagem de cheia; e a manutenção da equivocada filosofia de que a água precipitada deve ser escoada o mais rápido possível para jusante. No intuito de amenizar o impacto deste fato, o Decreto 18.611, de 09 de abril de 2014, regulamenta o controle da drenagem urbana e o

funcionamento dos dispositivos de controle, fixando uma taxa máxima de vazão (20,8 l/s.ha) que cada lote, baseado em sua área superficial impermeabilizada, pode descarregar na rede de esgotos pluviais.

A Prefeitura Municipal de Porto Alegre, por meio da Secretaria Municipal de Infraestrutura e Mobilidade Urbana, disponibilizou o quantitativo de 390 (trezentos e noventa) projetos de dispositivos de controle de drenagem na fonte, os quais foram dimensionados com base nas legislações municipais que regulam este tipo de gerenciamento do escoamento pluvial.

No ano de 2017, a administração municipal da capital gaúcha passou por um processo de reestruturação e reorganização, no qual secretarias e órgãos foram extintos e criados. O Departamento de Esgotos Pluviais (DEP) teve suas competências divididas entre duas secretarias: a Secretaria Municipal de Infraestrutura e Mobilidade Urbana – SMIM; e a Secretaria Municipal de Serviços Urbanos – SMSurb. A SMIM ficou responsável por formular, planejar, coordenar, articular e controlar as políticas voltadas para as atividades relativas à execução, conservação e fiscalização de obras públicas municipais, de sistemas de esgotos pluviais e cloacais, bem como de redes de abastecimento. Ao passo que a SMSurb ficou com as atribuições de execução e conservação de esgotos pluviais. Devido a essas mudanças serem recentes, tanto as legislações municipais como o Manual de Drenagem Urbana de Porto Alegre – RS ainda referenciam em seus textos o DEP ao invés de SMIM. Portanto, ao longo deste trabalho, em especial quando se tratar das diretrizes estipuladas e recomendadas, deve-se considerar a SMIM como órgão regulador das responsabilidades anteriormente vinculadas ao DEP.

Conquanto exista um número significativo de dispositivos de controle implementados e em operação, não foram identificados estudos quanto ao seu funcionamento e adequação às normas legais. Buscando fornecer elementos para esta avaliação, o presente trabalho efetua um diagnóstico dos projetos disponibilizados, incluindo os seguintes elementos: em que espaço físico do empreendimento os dispositivos têm sido preferencialmente instalados; quais métodos de dimensionamento são mais frequentemente adotados; se os parâmetros estipulados pela legislação estão sendo cumpridos; se as recomendações do Manual de Drenagem Urbana estão sendo seguidas.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

As diretrizes para desenvolvimento do trabalho são descritas nos próximos itens.

2.1 QUESTÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi feita com base em 390 (trezentos e noventa) projetos de dispositivos de controle de drenagem na fonte construídos no município de Porto Alegre – RS -, fornecidos pela Secretaria Municipal de Infraestrutura e Mobilidade Urbana (SMIM) da Prefeitura Municipal de Porto Alegre (PMPA). Como todos os projetos cedidos referem-se a reservatórios ou bacias de detenção, a pesquisa não tratará de dispositivos que priorizam a infiltração e a percolação da água no solo.

A questão de pesquisa do trabalho é: os 390 projetos disponibilizados pela SMIM permitem efetuar um diagnóstico dos dispositivos de controle de drenagem na fonte do tipo reservatórios de detenção no que se refere aos métodos, diretrizes e parâmetros previstos nas legislações que regulam o controle de escoamento pluvial e no Manual de Drenagem Urbana de Porto Alegre - RS?

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

O objetivo principal da pesquisa é efetuar um diagnóstico dos 390 projetos de dispositivos de controle de drenagem na fonte disponibilizados pela SMIM/PMPA quantificando os tipos de medidas estruturais utilizados, os métodos de dimensionamento adotados, além da adequação das diretrizes e dos parâmetros às legislações que regulam o controle de escoamento pluvial e no Manual de Drenagem Urbana de Porto Alegre – RS. Os resultados deste diagnóstico fornecerão elementos para a elaboração de novas diretrizes para o desenvolvimento e avaliação de futuros projetos e elementos regulatórios.

Para tanto, são analisados os seguintes aspectos:

- a) identificar e quantificar os métodos matemáticos de cálculo do volume do reservatório que têm aplicados pelos projetista, antes e depois da vigência do Decreto Municipal nº 18.611 de 09 de abril de 2014;
- b) identificar e quantificar que tipos de medidas estruturais de controle do escoamento pluvial têm sido escolhidas (reservatórios abertos ou fechados);
- c) verificar se o parâmetro de vazão máxima de saída do lote estabelecido pelas legislações foi empregado corretamente;
- d) verificar se os parâmetros hidrológicos de intensidade, duração e frequência (curvas IDF) foram corretamente aplicados;
- e) verificar e quantificar se foi adotada a equação da curva IDF mais apropriada, de acordo com a localização do lote;
- f) identificar e quantificar em classes os valores de coeficiente de escoamento C aplicados aos dimensionamentos do deflúvio;
- g) Verificar e quantificar a metodologia de cálculo empregada no dimensionamento do descarregador de fundo, bem como identificar se os diâmetros adotados estão super ou subdimensionados;
- h) identificar e quantificar os projetos que previram planos de manutenção dos dispositivos de controle, bem como estruturas que previnam a obstrução dos dispositivos;
- i) identificar e quantificar a localização no interior do lote/edificação nos quais os dispositivos foram instalados;
- j) verificar se os empreendimentos que escolheram reservatórios no terraço aplicaram corretamente os parâmetros previstos nas legislações; e
- k) identificar e quantificar em classes as alturas úteis do reservatório.

Os elementos regulatórios avaliados são: Decreto Municipal 14.786, de 30 de dezembro de 2004 (Caderno de Encargos do DEP); Decreto Municipal 15.371, de 17 de novembro de 2006; Decreto Municipal 18.611, de 09 de abril de 2014; e o Manual de Drenagem Urbana de Porto Alegre, que faz parte do Volume VI do Plano Diretor de Drenagem Urbana de Porto Alegre de 2005.

2.3 DELIMITAÇÕES

O trabalho restringe-se a analisar apenas os 390 projetos de dispositivos de controle de drenagem do escoamento pluvial na fonte do tipo reservatórios de detenção ou bacias de

detenção disponibilizados pela SMIM/PMPA e que foram dimensionados segundo as legislações aplicadas no município de Porto Alegre – RS. Desse modo, o trabalho não trata dos dispositivos do tipo infiltração e percolação.

As análises e verificações dos parâmetros de dimensionamento limitam-se às legislações municipais que envolvem o controle da drenagem urbana de Porto Alegre – RS e ao Manual de Drenagem Urbana de Porto Alegre – RS.

2.4 LIMITAÇÕES

O trabalho utilizou os dados apenas dos 390 projetos de dispositivos de controle de drenagem pluvial na fonte fornecidos pela Prefeitura Municipal de Porto Alegre – RS, logo o tamanho da amostra da pesquisa não abrange a totalidade de empreendimentos que possuem dispositivos de controle de drenagem na fonte no município de Porto Alegre - RS.

O trabalho não abordou a verificação dos seguintes itens:

- a) dimensionamento geométrico dos vertedores;
- b) ligações hidráulicas entre o reservatório de detenção e a rede de drenagem pública; e
- c) se o percentual de área impermeável, em relação à área total do lote declarado pelo projetista, está correto.

2.5 DELINEAMENTO

O trabalho foi realizado através das etapas apresentadas a seguir, que estão representadas na figura 1, e são descritas nos próximos parágrafos:

- a) Pesquisa bibliográfica;
- b) Coleta dos dados dos projetos dos dispositivos;
- c) Tratamento dos dados
- d) Análise dos dados;
- e) Análise dos resultados.

A primeira etapa referiu-se à pesquisa bibliográfica, que se estendeu durante todo o andamento do trabalho. Nessa etapa foi desenvolvido o embasamento teórico referente ao estudo. A pesquisa bibliográfica abordou a evolução do impacto que a urbanização e a impermeabilização do solo causam na drenagem urbana das cidades, em particular no município de Porto Alegre, RS - e as legislações que tentam atenuar os danos sociais, ambientais e materiais, frutos dos alagamentos e das inundações, através de medidas de controle na fonte.

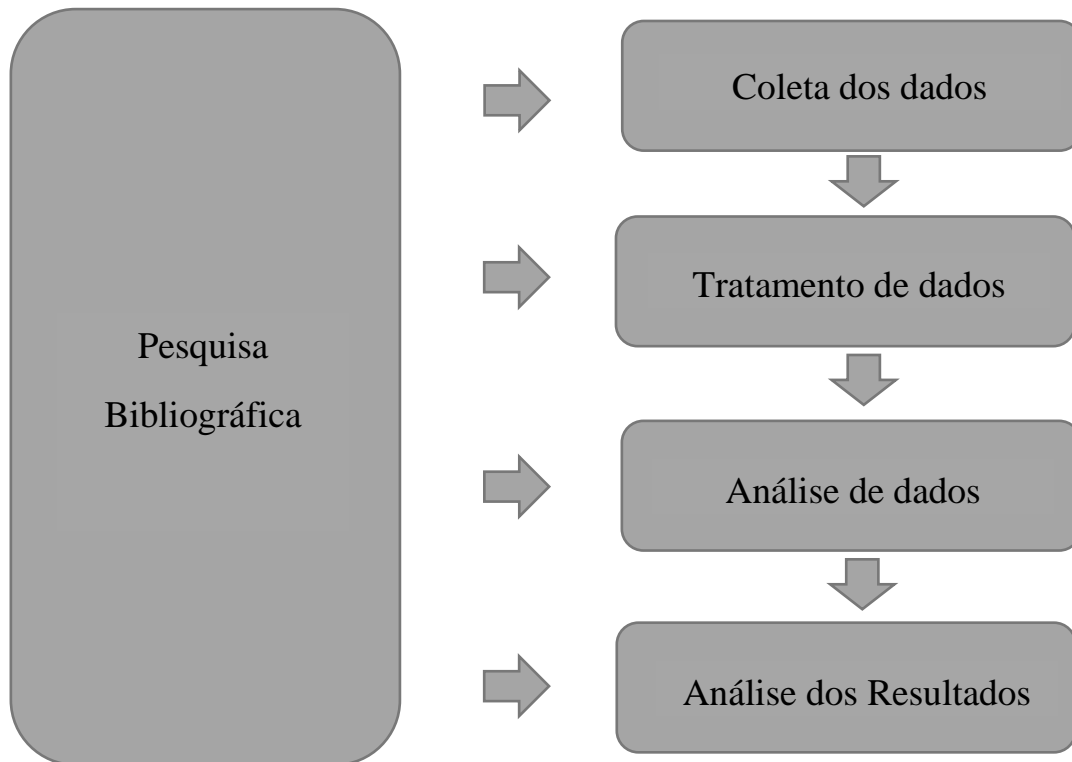
Na segunda etapa, coletaram-se os dados constantes nos projetos de controle de drenagem na fonte aprovados pelo DEP e cedidos pela SMIM/PMPA. Dados esses que são relevantes para o correto dimensionamento das estruturas visando atender às legislações municipais.

Na terceira e quarta etapas foram utilizados os dados colhidos na etapa anterior para fazer análises estatísticas de como as diretrizes dos decretos já citados foram aplicados.

A última etapa consistiu em uma análise estatística dos resultados obtidos nas etapas anteriores, avaliando os elementos apresentados nos objetivos secundários, com o embasamento adquirido na pesquisa bibliográfica.

Como resultado final da pesquisa, obtiveram-se em números percentuais as principais características dos dispositivos de controle na fonte do escoamento pluvial do tipo reservatórios ou bacias de retenção dimensionados com base na regulamentação do controle do escoamento pluvial no município de Porto Alegre – RS.

Figura 1 - Diagrama das etapas do Trabalho



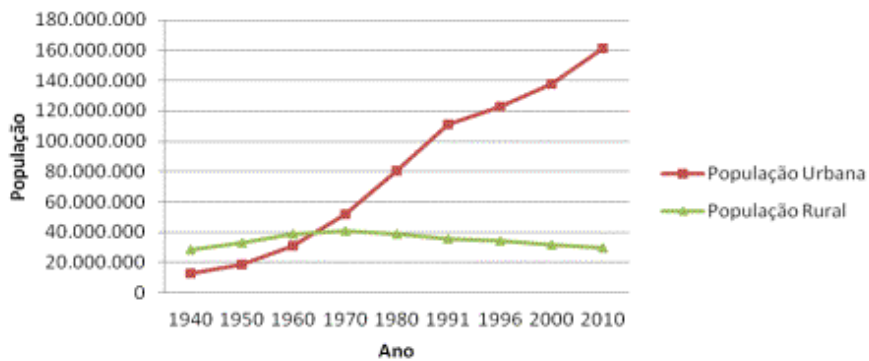
(fonte: Elaborada pelo autor)

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 URBANIZAÇÃO

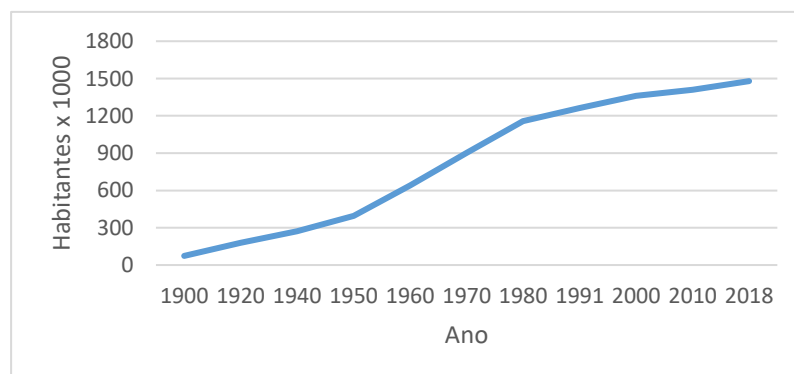
A partir da segunda metade do século XX, a população urbana brasileira superou a rural, passando de 19 milhões para 138 milhões no ano 2000, e a migração interna foi um dos principais mecanismos a contribuir para a expansão urbana. Além disso a sociedade brasileira foi criando hábitos e comportamentos cada vez mais urbanos (BRITO, 2006). A figura 2 mostra a evolução das populações brasileiras, rural e urbana, de 1940 a 2010, enquanto a figura 3 traz a evolução da população do município de Porto Alegre de 1900 a 2018

Figura 2- População Urbana e Rural do Brasil de 1940 a 2010



Fonte: IBGE

Figura 3 – Evolução da população de Porto Alegre



Fonte: Adaptado IBGE - 2018

O processo de urbanização, acelerado e sem controle adequado, tem-se evidenciado cada vez mais nas grandes cidades, através de impactos diretos à sociedade, como a falta de energia, transporte urbano ineficiente, poluição do ar e da água, criação das ilhas de calor e problemas com o escoamento pluvial (TUCCI, 2005).

Segundo Tucci (2005), esse processo ocorre em decorrência da falta de controle do espaço urbano, que produz efeito direto sobre a infraestrutura de água: abastecimento, esgotamento sanitário, águas pluviais (drenagem urbana e inundações ribeirinhas) e resíduos sólidos.

A crescente impermeabilização do solo faz com que a água, que antes infiltrava no solo ou era absorvida pela vegetação existente, escoe em uma velocidade considerável através do sistema de drenagem urbano, formado por sarjetas, bocas-de-lobo, condutos forçados e canais revestidos, diminuindo o tempo de concentração das bacias urbanas e transferindo para jusante o impacto (TUCCI, 2005).

3.2 CONCEITOS BÁSICOS

Conforme LIMA (2010), o transbordo das águas dos leitos dos rios é tão antigo quanto o processo de urbanização o qual tem alterado a paisagem das cidades, removendo a vegetação e aumentando o escoamento superficial, causando inundações que culminam em danos sociais, materiais e ambientais para a sociedade. No intuito de se atenuar essas perdas, a hidrologia busca compreender o comportamento das águas pluviais nas áreas urbanas. A seguir veremos alguns conceitos básicos de hidrologia que são fundamentais nos estudos da interação das águas precipitadas e a drenagem urbana.

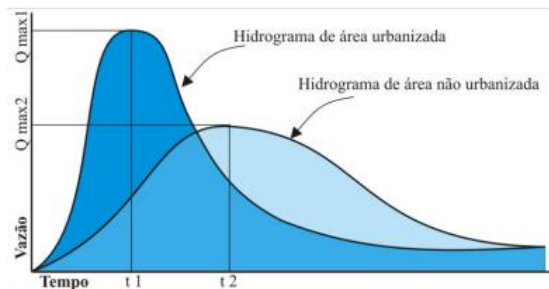
3.2.1 Bacia Hidrográfica

“A bacia hidrográfica é a área de captação natural dos fluxos de água originados a partir da precipitação, que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, denominado exutório” (COLLISCHONN; DORNELLES, 2015).

O elevado grau de impermeabilização das bacias, devido ao processo de urbanização das grandes cidades, tem influenciado diretamente no escoamento da precipitação, diminuindo o

escoamento subterrâneo e aumentando consideravelmente a velocidade e o volume do escoamento superficial e, por consequência, diminuindo o tempo de concentração das bacias urbanas (TUCCI, 2005). Esse fenômeno pode ser percebido por meio de uma comparação entre hidrogramas, como o da figura 4.

Figura 4 – Impacto da urbanização no hidrograma



Fonte: ABRH, XXI Simpósio de recursos Hídricos (2015), adaptado de Tucci (2002).

3.2.2 Tempo de Concentração

Outra característica de extrema importância durante a análise hidrológica de uma bacia, urbana ou rural, é o *tempo de concentração* da bacia. Segundo o engenheiro Plínio Tomaz (2013), há duas definições para esse parâmetro: 1º) “... é o tempo em que leva para que toda a bacia considerada contribua para o escoamento superficial na seção estudada”, normalmente o exutório; 2º) “... é o tempo que leva uma gota de água mais distante até o trecho considerado na bacia.

Conforme Taylor e Schwartz (1952), a área da bacia, o comprimento e a declividade do canal mais longo são as características que mais interferem no tempo de concentração de uma bacia hidrográfica. Portanto, podemos dizer que para bacias urbanas, que normalmente são consideradas pequenas, o tempo de concentração é pequeno, e ele pode ser menor ainda se a bacia apresentar alta diferença de cotas.

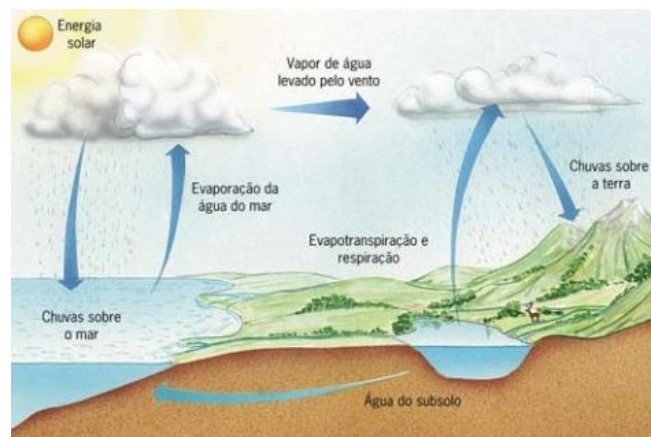
De acordo com o DEP/IPH (2005), para o dimensionamento de dispositivos de controle de drenagem na fonte, em lotes com área menor ou igual a 1 hectare e declividade média menor ou igual a 0,2 m/m, deve-se adotar o parâmetro de 5 minutos como tempo de concentração.

A NBR 10884/1989 também prevê que para instalações prediais de águas pluviais o tempo de concentração a ser considerado é de 5 minutos.

3.2.3 Ciclo Hidrológico e Balanço Hídrico

Collischonn e Tassi (2008) definem o Ciclo hídrico como sendo o conceito central da hidrologia. A água presente no ar, na superfície da Terra e aquela retida nas vegetações ao serem aquecidas pela energia do sol evaporam e acumulam-se na atmosfera, condensam formando as nuvens, as quais têm muitas chances de voltar à superfície através da precipitação. Parte dessa água precipitada infiltrará no solo, chegando aos aquíferos, outra parte irá saciar as necessidades dos animais e do reino vegetal. Há ainda a parcela que se acumulará nas depressões e aquela que escoará pela superfície terrestre, impelida pela gravidade, até encontrar rios, lagos ou mares, ou ainda suscetível à energia do sol que poderá levá-la a evaporar novamente (COLLISCHONN e TASSI, 2008). A figura 5 ilustra o ciclo hidrológico.

Figura 5 – Ciclo Hidrológico



Fonte: SAAE de Sete Lagoas – MG

Balanço hídrico é “... o balanço entre entradas e saídas de água em uma bacia hidrográfica” (COLLISCHONN e TASSI, 2008). Ele está diretamente ligado ao Ciclo hidrológico, onde a água da chuva é quem alimenta a bacia e, os escoamentos, superficial e subterrâneo, somados à evapotranspiração, que é motivada pela energia solar, são os responsáveis pelas saídas. A impermeabilização do solo, em especial os urbanos, não impacta de forma significativa no

equilíbrio do balanço hídrico da bacia hidrográfica; altera consideravelmente, entretanto, os termos da equação do balanço hídrico (equação 1): diminuindo a evapotranspiração e o escoamento subterrâneo e aumentando o escoamento superficial.

$$P = ET + (Q_{inf} + Q_{sup}) \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

P é a precipitação (mm / ano);

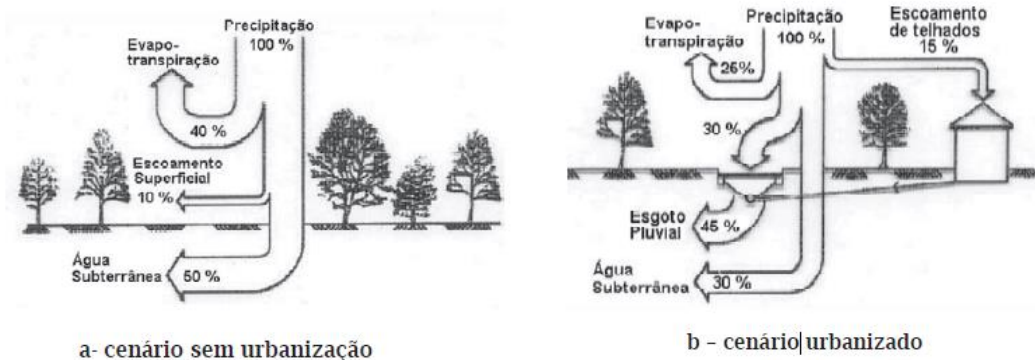
ET é a evapotranspiração (mm / ano);

Q_{inf} é o escoamento subterrâneo (mm / ano);

Q_{sup} é o escoamento superficial (mm / ano);

A figura 6 compara o balanço hídrico em dois cenários: não urbanizado (a) e urbanizado (b). No urbanizado considera-se a água que escoar pelo sistema de condutos pluviais como escoamento superficial. Percebe-se uma redução do escoamento subterrâneo e da evapotranspiração e um aumento do escoamento superficial, no caso da figura, drenado para o esgoto pluvial (TUCCI, 2005).

Figura 6– Comparação balanço hídrico com a urbanização



Fonte: *Gestão de águas pluviais urbanas*, TUCCI 2005, p 72 e 73

3.2.4 Escoamento Pluvial

O aumento do escoamento superficial citado anteriormente evidencia-se de duas maneiras: através das inundações ribeirinhas e/ou alagamentos resultantes da urbanização.

3.2.4.1 Inundações ribeirinhas

As inundações são fenômenos naturais ocasionados por eventos de chuva que causam transbordamento das águas da calha principal para a planície de inundação, resultando na submersão de áreas fora dos limites normais de um corpo hídrico que normalmente não estão submergidas. Além disso, são consideradas o principal tipo de desastre natural que atinge as populações que vivem próximas aos cursos d'água (IPT, 2007).

Tradicionalmente, as principais civilizações se desenvolveram nas margens dos rios, pois estes eram fontes ricas de alimento e muitas vezes uma via de transporte. Além disso, as terras próximas as margens tinham grande capacidade para a agricultura por serem férteis. Os egípcios que se desenvolveram às margens do rio Nilo são o exemplo mais ilustrativo da história (NETO, 2010).

O que os povos antigos não consideravam era que os rios, além da calha principal, tinham uma planície de inundação, área ocupada pelo rio em períodos de eventos de precipitação significativos na bacia hidrográfica. Eles se instalavam, e até hoje se instalam, nessa região que fica seca a maior parte do tempo, e quando o rio extravasa e ocupa seu leito maior, há consequências drásticas para os habitantes da região ribeirinha. O centro histórico de Porto Alegre é um exemplo de ocupação de áreas ribeirinhas do lago (ou rio).

3.2.4.2 Alagamentos resultantes da urbanização

“[...] são alagamentos que ocorrem na drenagem urbana por conta do efeito da impermeabilização do solo, da canalização do escoamento ou das obstruções ao escoamento” (TUCCI, 2005, p30).

Pode-se definir alagamento como sendo o acúmulo momentâneo de água devido à ineficiência do sistema de drenagem. Ele normalmente é agravado pelo processo desorganizado da urbanização (IPT, 2007). O intenso processo de urbanização das cidades, que implica um descontrolado processo de impermeabilização do solo e, conseqüentemente, afeta substancialmente os componentes do balanço hídrico, em especial o aumento do escoamento superficial, está cada vez mais evidente diante dos frequentes alagamentos nos meios urbanos. No intuito de resolver o problema dessas inundações, os meios urbanizados começaram a desenvolver um sistema de drenagem urbana, composto por sarjetas, bueiros, condutos e canais revestidos. Acelerando dessa forma escoamento (em até 7 vezes, segundo LEOPOLD 1968). Em um primeiro momento essa pareceu ser uma solução adequada. No entanto o crescimento das cidades recorreu em dois fatores importantes: a sobrecarga do sistema de drenagem, além da capacidade de projeto, e a transferência do pico de escoamento para jusante, descarregando lá um problema que até então era de montante (TUCCI, 2003).

3.2.5 Fases da Drenagem Urbana

Didaticamente, TUCCI, 2007 classifica a história da drenagem urbana em quatro fases de desenvolvimento.

3.2.5.1 Fase Pré-Higienista

Foi predominante até o início do século XX, todavia ainda é presente em países subdesenvolvidos e, no Brasil, em regiões de ocupação irregular sem sistemas de saneamento. Os esgotamentos são descarregados em fossas, sem qualquer tipo de coleta ou tratamento, acarretando em poluição de mananciais e proliferação de doenças que podem levar à morte.

3.2.5.2 Fase Higienista

Em meados do século XX, as nações começam a preocupar-se com a contaminação das águas que ficam próximas aos usuários. Inicia-se então uma série de medidas tomadas que conceituam a fase Higienista, a qual basicamente consiste em afastar para longe das cidades, o mais rápido

possível, os esgotos cloacais e pluviais, separando-os. A maior parte das cidades brasileiras se encontram nessa fase.

A partir daqui, começa-se a utilizar o “Método Racional” que estabelece uma relação entre precipitação e escoamento superficial. As principais técnicas utilizadas para escoar mais rapidamente as águas baseavam-se em cortes de meandros e retificações na declividade e fundo dos canais urbanos. Para GOLDENFUM et al, 2007, os sistemas higienistas de drenagem ainda são aplicados em boa parte das cidades brasileiras, muitas vezes trabalhando aquém de suas capacidades, aumentando e acelerando, os picos de descargas para jusante, servindo assim de medidas paliativas para o problema da drenagem urbana, já que iludem a sociedade com a falsa sensação de que ela está segura frente aos possíveis danos causados pelas inundações, além de despertar a necessidade de novas obras de engenharia a jusante, acumulando os prejuízos financeiros à sociedade como um todo.

3.2.5.3 Fase Corretiva

Desenvolvida na segunda metade do século XX até a década de 1990, tinha como premissas o tratamento dos esgotos domésticos e industriais, bem como o amortecimento do escoamento pluvial que vinha sendo acelerado para jusante até então. Cidades como Porto Alegre, São Paulo e Brasília encontram entre as fases higienista e corretiva (TUCCI, 2007). Nessa fase começa uma tentativa de atenuar os impactos causados pela fase higienista, construindo-se dispositivos em grande escala para acumulação, detenção e posterior descarga, no intuito de se diminuir e atrasar o pico de vazão do escoamento. Para GOLDENFUM et al, 2007, problemas como o acúmulo de água pluvial de má qualidade e resíduos sólidos, os quais podem trazer problemas de saúde à população local, e a probabilidade de superposição de eventos de chuva de grande escala, impactando os reservatórios, são riscos potenciais das aplicações das teorias dessa fase.

3.2.5.4 Fase Sustentável

A partir de ideais que começam a surgir na década 1990, baseia-se no “[...] planejamento de ocupação do espaço urbano e desenvolvimento sustentável do escoamento pluvial por meio da recuperação da infiltração” TUCCI, 2005.

GOLDENFUM et al, 2007, chamam de “Métodos Compensatórios” os dispositivos que valorizam a infiltração da água no solo como medidas de drenagem urbana, através de trincheiras e valos de infiltração e pavimentos permeáveis.

3.2.6 Sistemas de drenagem

3.2.6.1 Drenagem na fonte

“[...] A drenagem na fonte é definida pelo escoamento que ocorre no lote, condomínio ou empreendimento individualizado, estacionamento, parques e passeios” TUCCI, 2005.

O controle próximo ao local da geração do deflúvio visa a diminuir o impacto causado pela impermeabilização no manejo da água pluvial, preservando as condições hidrológicas que a bacia apresentava antes da urbanização, diminuindo os riscos de inundações e evitando onerar a sociedade como um todo (RIGHETTO, 2009).

Para que esse sistema de controle seja efetivo, medidas estruturais se fazem necessárias, juntamente com obras complementares que desviam a vazão (TASSI, 2002). Soluções de controle na fonte evitam a transferência para jusante do impacto da urbanização e podem custar até dez vezes menos que a construção de condutos e galerias na macro e microdrenagem (DEP/IPH, 2005).

3.2.6.2 Microdrenagem

“[...] A microdrenagem é definida pelo sistema de condutos pluviais ou canais em nível de loteamento ou de rede primária urbana”. Esses sistemas incluem a coleta e afastamento das águas superficiais, através de sarjetas, canais e galerias (TUCCI, 2005).

O dimensionamento de um sistema de microdrenagem de uma determinada área de contribuição pode contribuir para o aumento da descarga a jusante, sobrecarregando o sistema de macrodrenagem e provocando inundações (TUCCI, 2003).

No intuito de amortecer os danos que seriam transferidos para jusante, pode-se utilizar bacias de detenção, que são exemplos da utilização da microdrenagem no controle do escoamento pluvial oriundo de um conjunto de lotes, atrasando o pico de cheia (GOLDENFUM et al., 2007).

Outro ponto que define microdrenagem é a Metodologia de Estimativa da vazão, nesse caso o Método Racional, uma vez que as áreas de contribuição desse tipo de sistema são normalmente menores que 2 km² (TUCCI, 2005).

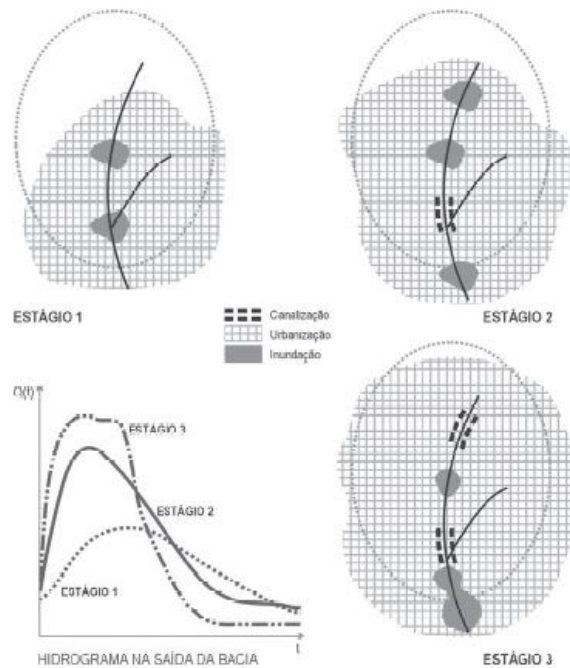
Um potencial problema que afeta a microdrenagem é o descarte inadequado de resíduos sólidos, que, além de serem fontes de contaminação, comprometem o funcionamento dos dispositivos em questão, obstruindo e entupindo bocas de lobo e condutos. Um sistema adequado de limpeza e manutenção é imprescindível para o ideal funcionamento de qualquer sistema de drenagem urbana. O monitoramento da funcionalidade dos sistemas serve como medida de prevenção (RIGHETTO, 2009).

3.2.6.3 Macrodrenagem

“[...] A macrodrenagem envolve os sistemas coletores de diferentes sistemas de microdrenagem, envolvendo normalmente áreas superiores a 2 km²” TUCCI, 2003.

A ineficiência no controle do escoamento da drenagem urbana, em especial o da macrodrenagem, tem raízes em dois conceitos errôneos: o primeiro é de que drenagem eficiente é aquela que retira rapidamente o volume de água excedente do local de origem; a segunda é o da avaliação e controle por trechos, onde analisa-se e, supostamente, soluciona-se o problema de um trecho crítico, sem se considerar o efeito negativo que essa solução provocará a jusante. Esses equívocos de gestão desenvolvem-se em três estágios: 1) inicia-se com a urbanização da bacia, impermeabilizando-a e empregando-se o uso de condutos; 2) à jusante são construídas as primeiras canalizações do rio, solucionando o problema local e transportando-o para jusante desse trecho; 3) A urbanização intensifica-se à montante, assim como as canalizações, propagando as cheias para jusante e despertando lá a necessidade de controle das inundações; (TUCCI, 2005). A figura 7 ilustra essa evolução das inundações.

Figura 7 – Estágios de desenvolvimento da drenagem



Fonte: *Gestão de águas pluviais urbanas*, TUCCI 2005, p 80

Caso as medidas de controle do escoamento pluvial na fonte e a microdrenagem não estejam sendo suficientes para garantir um eficiente controle da drenagem urbana, aconselha-se o uso de medidas de macrodrenagem, as quais podem ser de difícil aplicação em cidades que foram construídas na região do leito maior do rio, ou seja, aquela que é inundada durante um evento de grande escala (GOLDENFUM et al, 2007).

Além das tradicionais medidas estruturais – canalização, amortecimento, detenção e diques – a macrodrenagem pode e deve ser controlada através de medidas não estruturais, que seriam o controle e regulamentação do uso do solo (TUCCI, 2003). Além de conscientização da população desde o nível escolar sobre os impactos pelo despejo de lixo e detritos em locais impróprios que futuramente irão parar as redes de drenagem, influenciando todo o sistema.

3.2.7 Risco de Projeto (Tr)

Uma das principais definições de Risco de Projeto, também conhecido como Tempo de Retorno, é a de ser o inverso da probabilidade de um evento ocorrer – Equação 2. Caso um

evento de precipitação ocorra ou seja superado uma vez a cada 10 anos estima-se que seu Tempo de Retorno é de dez anos, e por consequência, a probabilidade de um evento igual ou superior ocorrer é de 10% (COLLISCHONN; TASSI, 2008).

$$Tr = \frac{1}{\text{Probabilidade}} \quad \text{Equação 2}$$

O Tempo de retorno, por sua definição, acaba sendo uma análise estatística e associa-se a um risco de projeto o qual relaciona-se com o estudo das séries históricas das precipitações que por sua vez são passíveis de incertezas. Dentro dessa análise, avaliam-se aspectos econômicos e sociais dos danos das enchentes. No intuito de simplificar esses estudos, que podem ser bastante onerosos, adotam-se alguns parâmetros de risco para estudos de áreas pequenas, como os da Tabela 1 (DEP/IPH, 2005).

Tabela 1 - Período de retorno para sistemas urbanos

Sistema	Características	Intervalo	Valor frequente
Microdrenagem	Residencial	2 – 5	2
	Comercial	2 – 5	5
	Áreas de prédios públicos	2 – 5	5
	Aeroporto	5 – 10	5
	Áreas comerciais e avenidas	5 – 10	10
Macrodrenagem		10 – 25	10
Zon. áreas ribeirinhas		5 – 100	100

Fonte: TUCCI 2005, p 184.

A NBR 10844/1989 indica os seguintes valores para Tr :

- a) 1 ano, para áreas pavimentadas, onde empoçamentos possam ser tolerados;
- b) 5 anos, para coberturas e/ou terraços; e

- c) 15 anos, para coberturas e áreas onde o empoçamento ou extravasamento não possa ser tolerado.

3.3 MEDIDAS ESTRUTURAIS

Medidas estruturais são intervenções antrópicas, por meio de recursos de engenharia, que buscam o gerenciamento do escoamento pluvial em uma determinada bacia ou sub-bacia, no intuito de atenuar alagamentos e/ou inundações. Tucci, 2005, as divide em duas categorias: extensivas e intensivas. As extensivas são de grande escala e referem-se às ações no âmbito da bacia, como modificação da cobertura vegetal. Por outro lado, as intensivas são medidas mais pontuais e podem ser de três tipos (SIMONS et al., 1977, apud TUCCI, 2005, p 50):

- a) as que aceleram o escoamento, como diques, polders, e corte de meandros;
- b) as que retardam o escoamento, como reservatórios e bacias de amortecimento e de detenção; e
- c) as que facilitam o escoamento, como obras de desvios em canais.

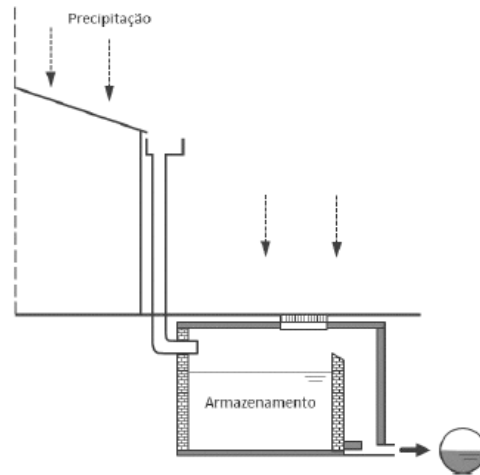
O presente trabalho trata apenas das medidas estruturais que são projetadas para retardar o escoamento e prevenir os alagamentos na bacia qual estão inseridas. No caso do controle do escoamento pluvial na fonte, a bacia é o lote do empreendimento (DEP/IPH, 2005). A seguir são apresentados os tipos de medidas estruturais de drenagem na fonte.

3.3.1 Dispositivos de Armazenamento para controle de alagamentos

São microrreservatórios construídos no próprio lote, exemplos de controle de drenagem na fonte, cujo objetivo é armazenar a água precipitada sobre a área para a qual foram dimensionados e atenuar o pico de cheia dos sistemas de microdrenagem das vias urbanas, através do controle da vazão de saída (TOMINAGA, 2013, p 42).

Os microrreservatórios podem ser a céu aberto ou fechados, na superfície ou enterrados. A Figura 8 mostra um esquema de microrreservatório fechado e enterrado.

Figura 8– Esquema de microrreservatório enterrado

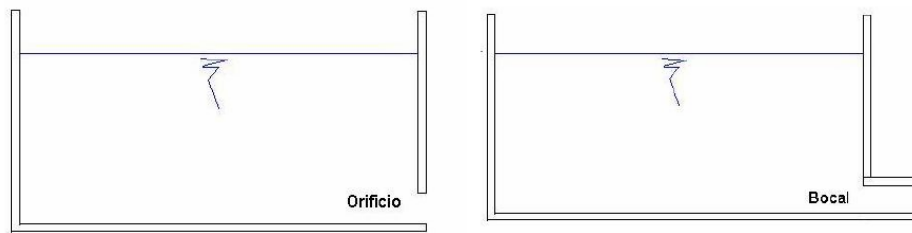


Fonte: TOMINAGA, 2013, p 42.

O elemento responsável em conduzir a água para fora do reservatório, em eventos de chuva com período de retorno igual ou inferior ao de dimensionamento, é o descarregador de fundo. A base do funcionamento hidráulico dele é definida pela Teoria dos Orifícios. Isso ocorre quando o nível d'água a montante do descarregador de fundo atinge uma altura tal que seja maior que o diâmetro do descarregador e crie uma carga hidráulica, fazendo-o funcionar como um orifício por onde a vazão será transportada (BATISTA; LARA, 2014).

O descarregador de fundo pode ser aplicado de duas formas diferentes: como bocal, que funciona como um tubo que drena a água para fora do reservatório; ou como orifício, que é uma simples abertura na lateral da bacia que permite a passagem da água para fora da mesma. Em ambos os casos, recomenda-se que a instalação seja feita no fundo e à jusante da estrutura e que haja um dispositivo que atenuar possíveis obstruções e entupimentos. A figura 9 mostra esses dois tipos de descarregadores de fundo de forma esquemática (DEP/IPH, 2005).

Figura 9 - Tipos de descarregadores de fundo



Fonte: Manual de Drenagem Urbana de Porto Alegre, 2005, p 69.

A tradicional equação para dimensionamento do descarregador de fundo é dada por:

$$Q = C_2 \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

Q é a vazão que passa pela seção transversal do descarregador (m^3/s);

C_2 é o coeficiente de descarga (adimensional), sendo usual o valor 0,63 (BAPTISTA; LARA, 2014);

A é a área da seção transversal de saída do descarregador (m^2);

g é a aceleração da gravidade local (m/s^2); e

h é a diferença de nível entre montante e jusante (m).

O Manual de Drenagem Urbana de Porto Alegre – RS -, oferece equações alternativas para o dimensionamento do descarregador de fundo, que levam em consideração o tipo a ser empregado. Sendo a equação 4 para orifício e a equação 5 para bocal.

$$A_c = \frac{0,37 \cdot Q_{pd}}{\sqrt{h_c}} \quad \text{Equação 4}$$

$$A_c = \frac{0,45 \cdot Q_{pd}}{\sqrt{h_c}} \quad \text{Equação 5}$$

Onde:

Q_{pd} é a vazão de pré-desenvolvimento, resultante da vazão de saída do lote (m³/s);

h_c é a diferente entre o nível máximo da água e o ponto médio da abertura da seção de saída (m); e

A_c é a área da seção transversal do descarregador (m²)

Ao se definir a área da seção transversal, o diâmetro pode ser estipulado ao se empregar a tabela 2, que consta no Manual de Drenagem urbana de Porto Alegre que correlaciona medidas.

Tabela 2 - Área da seção transversal dos descarregadores de fundo - circulares

Área (m ²)	Diâmetro (mm)
0,00049	25
0,00071	30
0,00080	32
0,00126	40
0,00196	50
0,00283	60
0,00785	100
0,01766	150
0,03140	200

Fonte: Adaptado de Manual de Drenagem Urbana de Porto Alegre, 2005

Ao se isolar a variável h na equação 3 e h_c na equação 4, considerando a aceleração da gravidade $g = 9,816 \text{ m/s}^2$, conclui-se que as equações 3 e 4 proporcionam valores de profundidade, h ou h_c , semelhantes.

As duas metodologias, Teoria do Orifício ou Equações do Manual do DEP, proporcionam resultados matemáticos semelhantes. No entanto, as equações sugeridas pelo DEP são, aparentemente, de aplicação mais simples.

3.3.2 Dispositivos de infiltração e de biorretenção

O uso e a eficiência dos dispositivos de infiltração estão associados às características do solo local, como capacidade de infiltração e nível do lençol freático. Solos muito saturados, com o nível de lençol freático muito próximo a superfície, assim como solos com alto índice de compactação tendem a apresentar baixa permeabilidade, demonstrando-se impróprios para dispositivos de controle de drenagem na fonte que têm como diretriz de funcionamento a infiltração e/ou a percolação (TASSI, 2002).

São considerados dispositivos de infiltração: pavimentos porosos, microrreservatórios infiltrantes e trincheiras, valas, poços e bacias de infiltração. Eles têm como fundamento a infiltração no solo de todo o volume de escoamento pluvial que recebem, de acordo com o período de retorno ao qual foram dimensionados (SILVEIRA; GOLDENFUM, 2007).

Segundo Urbonas e Stahre (1993), dispositivos de infiltração não são recomendados quando pelo menos um dos itens abaixo se verificar presente:

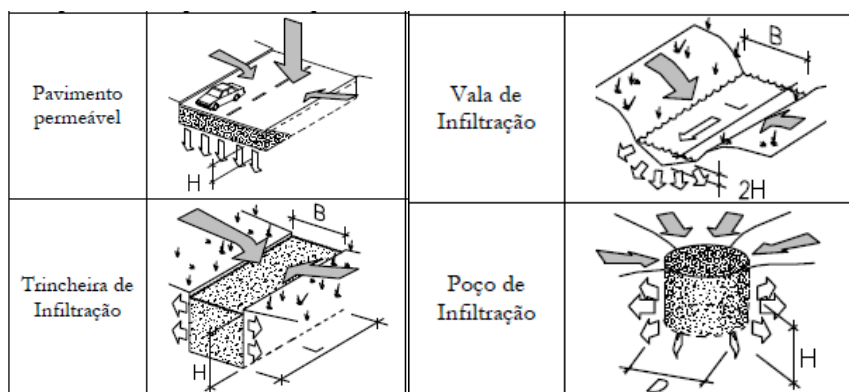
- a) profundidade do lençol freático no período chuvoso estiver a menos de 1,20m do fundo (superfície infiltrante) do dispositivo de infiltração;
- b) camada de rocha impermeável estiver a menos de 1,20m do fundo (superfície infiltrante) do dispositivo de infiltração;
- c) a superfície infiltrante estiver preenchida (ao menos que este preenchimento seja com materiais porosos, areia ou cascalho limpo); e
- d) solos superficiais e sub-superficiais sejam classificados como pertencentes ao grupo hidrológico D (solos rasos – profundidade menor que 50cm – argilosos ou orgânicos, com baixa resistência à erosão – (SARTORI et al, 2005)), ou a taxa de infiltração saturada seja menor que 7,60 mm/h, ambos os parâmetros de acordo com o SCS.

Urbonas e Stahre (1993) também apontam condições para o uso de dispositivos de percolação, que são os mesmos para os de infiltração, com exceção à alínea d, a qual é substituída por: Solos superficiais e sub-superficiais sejam classificados como pertencentes ao grupo hidrológico C ou D, ou a taxa de infiltração saturada seja menor que 2×10^{-5} m/s, ambos os parâmetros de acordo com o SCS (SARTORI et al, 2005).

O Manual de Drenagem Urbana de Porto Alegre, nas páginas 32 e 33, apresenta um método desenvolvido pela *Swedish association for Water and Sewer Works* em 1983 e apresentado por Urbonas e Stahre (1993) que funciona como uma espécie de avaliação por pontuação de aspectos como razão entre as áreas impermeável e de infiltração, natureza das camadas de solo superficial e sub-superficial, declividade, cobertura vegetal e tráfego na superfície de infiltração. Após verificado cada um dos aspectos e atribuído a eles um grau, faz-se um somatório, que indicará se o uso de dispositivos de infiltração é aconselhado ou não, seguido por uma verificação em campo.

A figura 10 apresenta croquis de tipos de dispositivos de drenagem que priorizam a infiltração da água no solo.

Figura 10 - Croquis de dispositivos de infiltração



Fonte: Adaptado de SILVEIRA; GOLDENFUM, 2007

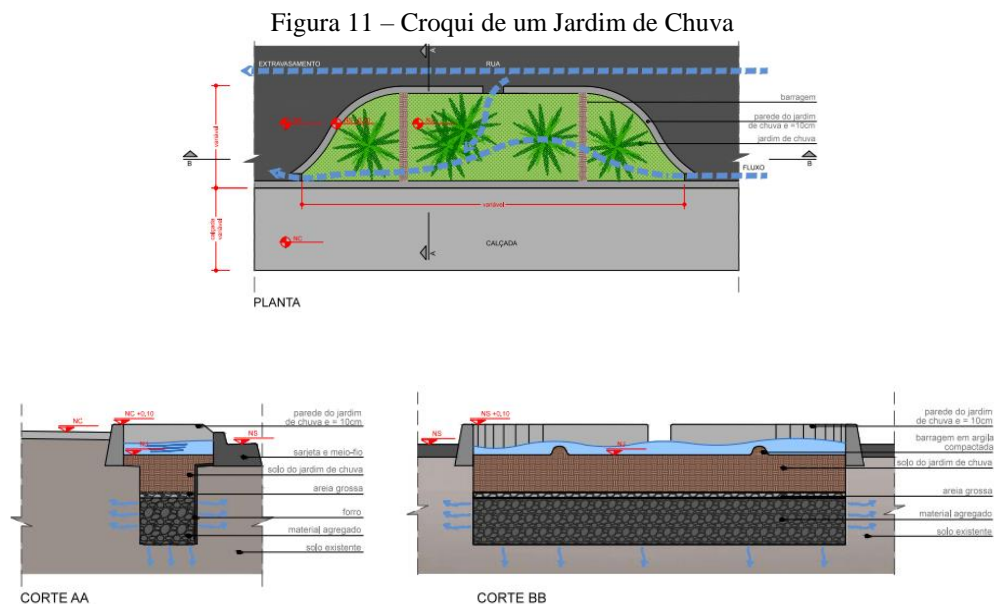
Outro tipo de dispositivos de gerenciamento do escoamento pluvial são os de Biorretenção, também conhecidos como “Jardins de Chuva”. A ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland), 2013, define os Sistemas de Biorretenção como medida que “utiliza a atividade

biológica de plantas e micro-organismos para remover os poluentes das águas pluviais, e contribui para a infiltração e retenção dos volumes de água precipitados”.

Funcionam como estruturas de pequena profundidade que retêm a parcela do volume precipitado para a qual foram projetadas, por meio de processos físicos, químicos e biológicos, tratam esse volume, eliminando os poluentes. Após tratada, essa parcela de água pluvial infiltra gradualmente no solo. A figura 11 mostra o croqui esquemático de dispositivos de drenagem do tipo biorretenção. Esses dispositivos contribuem para a redução do pico de vazão à jusante e melhoram a qualidade da água infiltrada. Os “jardins de chuva”, como os mecanismos de biorretenção também são conhecidos, podem ser empregados como dispositivos de controle de drenagem na fonte de empreendimentos comerciais e residenciais (ABCP, 2013).

Alguns dos parâmetros de projeto a serem analisados são:

- área de contribuição menor que 1 hectare;
- capacidade de infiltração do solo entre 7 e 200 mm/h; e
- nível máximo do lençol freático de 1,0 metro.



Fonte: Adaptado de Soluções para as Cidades, ABCP, 2013

3.4 MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS

As medidas de gerenciamento da drenagem urbana chamadas de “Não estruturais” são aquelas que não alteram o regime de escoamento superficial das águas pluviais. Estão associadas normalmente ao uso e ocupação do solo, principalmente nas áreas sujeitas às inundações. Para que essas medidas obtenham sucesso, faz-se necessária a participação da população local, de modo que as autoridades competentes trabalhem no intuito de conscientizar as pessoas acerca dos riscos e impactos de se conviver em áreas de risco, bem como dos benefícios de se empregar uma educação e cultura sócio-ambiental de se viver próximo aos corpos d’água ou dispositivos de drenagem. A falta de suporte de medidas não estruturais pode ser considerada como fator de alta contribuição aos problemas de drenagem urbana dos maiores centros (ZAHED FILHO, 2006).

Tucci (2005, p 103) diz que “no planejamento da bacia podem ser adotadas medidas não-estruturais para controlar o aumento da vazão máxima para jusante”. Ao se dimensionar um loteamento, pode-se reservar um lote que sirva como bacia de detenção, podendo ser utilizado simultaneamente como parques ou praças (ideal que esteja previsto no plano diretor). Esse autor entende que algo na ordem de 1% da área da bacia seria suficiente para se reservar ao amortecimento da vazão.

Percebe-se no exposto do parágrafo anterior o uso combinado de medidas estruturais e não estruturais: o lote reservado para funcionar como bacia de detenção seria a medida estrutural, enquanto que a previsão no Plano Diretor de se reservar esse lote, conforme a urbanização for ocorrendo, seria a medida não estrutural.

Tucci (2005 p 83) reforça dizendo que “[...] o controle de enchentes envolve medidas estruturais e não estruturais, que dificilmente estão desassociadas”. Medidas de prevenção, que se enquadram nas não estruturais, as quais têm como meio de implementação o Plano Diretor Urbano, a legislação Municipal/Estadual e o Manual de Drenagem, podem contribuir para a redução dos gastos com medidas estruturais para o desenvolvimento integrado da bacia.

No entanto essa visão macro da bacia ainda é incomum nos países em desenvolvimento, que teimam em investir em medidas estruturais (mais onerosas financeiramente), enquanto os países em desenvolvimento ancoram-se em medidas não estruturais, mais econômicas e que tendem

para o conceito da Sustentabilidade Ambiental. Os atuais governantes dos países em desenvolvimento não se apoiam em medidas não estruturais pelo fato de que elas normalmente, num primeiro momento, causam impactos sociais aos quais a população não está disposta a viver, ao passo que medidas estruturais dão a falsa impressão de que o problema dos alagamentos está resolvido (TUCCI, 2003) (RIGHETTO, 2008).

3.5 LEGISLAÇÕES E REGULAMENTAÇÃO

“[...] A regulamentação relacionada com a drenagem urbana tem como objetivo ordenar as ações futuras na cidade quanto a drenagem urbana, visando controlar na fonte os potenciais impactos da urbanização” (DEP/IPH, 2005).

Goldenfum (2017) afirma que a regulamentação da drenagem urbana para um controle dos alagamentos e inundações também se dá através de leis e decretos municipais, que devem considerar as Regulações Nacionais, Estaduais, Planos de Bacias Hidrográficas e Planos Diretores. Para confecção de tais legislações municipais, visando ao controle de escoamento pluvial, alguns elementos devem ser considerados, tais como:

- a) motivações para a regulamentação em questão;
- b) abrangência do decreto;
- c) detalhamento dos casos excepcionais nos quais elementos das normativas poderão ser desconsiderados;
- d) identificação dos tipos de dispositivos de controle a serem propostos;
- e) definição para termos técnicos, como elementos de projeto e dispositivos de controle;
- f) metodologias para projeto e dimensionamento das estruturas de controle;
- g) discrimina que a análise dos projetos de empreendimentos que necessitam da implantação de mecanismos de contenção de cheias, a aprovação e fiscalização da execução dos projetos deverão ser de responsabilidade exclusiva do órgão competente do Poder Público; e
- h) elementos que detalham a necessidade de manutenção e limpeza dos dispositivos de controle.

3.5.1 Política Nacional dos Recursos Hídricos

A Política Nacional dos Recursos Hídricos, foi intitulada como Lei Nº 9.433, de oito de janeiro de 1997 – Lei da Política Nacional de Recursos Hídricos (Presidência da República/Casa Civil), e também conhecida como “Lei das Águas” (ANA). Ela estabelece que a bacia hidrográfica é a unidade territorial para sua implementação e que a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, usuários e comunidade (Art. 1º).

O Artigo 2º, que trata dos objetivos da lei, cita como um dos objetivos a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

A Seção I trata “Dos planos de Recursos Hídricos”, onde o Artigo 7º menciona que esses planos devem ser de longo prazo, os quais deverão conter conteúdos como: análises de alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo.

Na Seção IV (da Cobrança do Uso de Recursos Hídricos), o Artigo 21 menciona que, na fixação dos valores a serem cobrados pelo uso dos recursos hídricos, devem ser observados alguns aspectos, entre eles o lançamento de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos.

O Presidente da República, Michel Temer, sancionou a Lei número 13.501, de 30 de outubro de 2017, a qual altera o artigo 20 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, incluindo o inciso IV: “incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento das águas pluviais”.

3.5.2 Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental - PDDUA

O Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental de Porto Alegre – PDDUA – é fruto de Lei Complementar Nº 434/99 atualizada e compilada pela L.C. 667/2011, adicionado à L.C. 646/2010.

Entre os artigos do PDDUA, a drenagem urbana enquadra-se no âmbito do saneamento, no Artigo 18 – Constituem a Estratégia de Qualificação Ambiental - alínea V. O Artigo 56 cita a drenagem urbana como um dos impactos a serem avaliados nos projetos de expansão urbana.

Na Parte II - Do Plano Regulador –, entre as normas gerais do regime urbanístico, o Artigo 96 menciona que na aprovação e licenciamento de projetos de edificação e parcelamento do solo, serão observadas limitações específicas do subsolo, entre elas a faixa não-edificável destinada a serviços públicos de drenagem pluvial.

O Artigo 97 traz em seu texto, que na identificação de zonas consideradas problemáticas em relação à drenagem urbana, a critério do órgão competente, reservatórios de retenção das águas precipitadas deverão ser construídos. Sendo que a vazão e as dimensões do reservatório serão definidas por decreto do Poder Executivo

O Capítulo III trata Do Parcelamento do Solo, sendo que o Artigo 136 veda esse parcelamento em algumas situações específicas, entre elas em áreas alagadiças e sujeitas a inundações, sem que antes sejam tomadas providências que garantam o escoamento das águas ou a proteção contra cheias e inundações. Tais áreas são aquelas que se localizam em quota inferior a 2,13m (dois metros e treze centímetros em relação ao nível de referência, mesmo quando protegidos por diques cuja quota de coroamento seja de 5,13 m (cinco metros e treze centímetros).

No intuito de organizar o processo de urbanização no que tange à drenagem urbana, o PDDUA de Porto Alegre impõe alguns *Instrumentos de regulação* de acordo com as áreas em questão, os quais tendem a uma adequação ambiental, tais como: controle da contaminação das águas, alteração do processo de absorção do solo, crescimento urbano, áreas de patrimônio ambiental e de revitalização (DEP/IPH, 2005).

3.5.3 Histórico de legislações para controle de drenagem na fonte

Antes de Porto Alegre tentar legislar acerca do controle de drenagem na fonte, outras cidades brasileiras vinham se posicionando em relação a este assunto. Em 1996 a cidade de Belo Horizonte – MG -, através do seu Plano de Desenvolvimento Urbano, condicionava a impermeabilização total à implementação de reservatórios que deveriam deter trinta litros por metro quadrado de área impermeabilizada. A cidade de Curitiba – PR - aplicou legislações nos anos de 1995 e 2003 que incentivavam a captação e uso da água da chuva para atividades como rega de jardins, horta, lavagem de veículos e de calçadas. Já a maior cidade do país, São Paulo, entre os anos de 2001 e 2002 desenvolveu e promulgou legislações com propostas de

formulações para o cálculo de volumes de controle e incentivos ao uso de dispositivos de infiltração. Além disso, definiu-se que a partir de 500 m² de área impermeabilizada, os responsáveis pelo lote deveriam implementar reservatórios de retenção. (MARCUS; CRISTOPHER; TUCCI, 2007).

A Tabela 3 mostra uma síntese das legislações de controle do escoamento pluvial em alguns municípios brasileiros entre 1996 e 2016.

Tabela 3 - Cronologia sobre Legislação drenagem Urbana no Brasil

Cidade	Ano	Assunto
Belo Horizonte – MG	1996	Plano de Desenvolvimento Urbano: reservatórios na proporção de 30 litros/m ² de área impermeabilizada.
Niterói-RJ	1997	Lei nº 1620/97, artigo 19: limite para a taxa de impermeabilização em 90%, dispensando as edificações que apresentam soluções de aproveitamento de águas pluviais.
Federação	1997	Lei nº 9.433. Política Nacional de Recursos Hídricos.
Santo André – SP	1997	Lei municipal nº 7.606/97: fixa cobrança de taxa sobre o volume lançado no sistema de coleta de pluviais.
Porto Alegre – RS	1999	PDDUA: previa obrigatoriedade do controle das vazões geradas excedentes à condição de pré-ocupação da área.
Guarulhos – SP	2000	Lei 5.617/97: prevê desde o ano de 2000, a obrigatoriedade do uso de reservatórios de retenção das águas pluviais para áreas superiores a 1 hectare.
São Paulo – SP	2001	Lei 11.2228/92: Elaboração de estudos de políticas Públicas para reservação de águas pluviais.
Curitiba – PR	2003	Programa de Conservação e uso Racional de águas nas Edificações (PURA)
Porto Alegre – RS	2006	Decreto Municipal nº 15.371/06: Fixa a taxa de vazão de saída dos lotes para a rede pluvial em 20,8 litros por segundo por hectare (podendo ser reduzida através de mecanismos de infiltração).
Federação	2007	Lei nº 11.445/07 Política e Plano de Saneamento Básico (água, esgoto, resíduos e drenagem)
Curitiba – PR	2007	Decreto Municipal nº 176/2007. Obriga a implantação de reservatórios de retenção nos novos empreendimentos, ampliações e/ou reformas situadas na Zona Central da cidade, naqueles que, independentemente da localização, impermeabilizem área igual ou superior a 3.000.000m ² e naqueles em haja uma redução da taxa de permeabilidade de 25%.

Estado de SP	2007	Lei Estadual SP nº 12.526/2007. Obriga sistemas de captação e retenção de águas pluviais coletadas em lotes com mais de 500m ² de área impermeabilizada. A água deverá preferencialmente infiltrar no solo, ser despejada na rede pública após uma hora de chuva e/ou ser reaproveitada para fins não-potáveis.
Chapecó – SC	2008	Lei Complementar nº 324/3008. Obriga toda edificação unifamiliar (com área superior a 150m ²) multifamiliar ou comercial nova a construir mecanismos para coleta, reserva e infiltração das águas pluviais.
Recife – PE	2015	Lei nº 18.112/2015. Exige que edificações multifamiliares com mais de quatro pavimentos e não-habitacionais com mais de 400m ² de área implantem telhado verde sobre a cobertura das edificações.
São Paulo - SP	2016	Lei n J 16.402/2016. Exige que lotes com área superior a 500m ² indiquem as disposições da QA (Quota Ambiental), que segue uma tabela de análise/pontuação, para diversos itens, entre eles dimensionamentos de estruturas hidráulicas

Fonte: Adaptado de Carmo e Marchi, 2013 e Goldenfum 2017

3.6 DIMENSIONAMENTO DAS MEDIDAS ESTRUTURAIS DE CONTROLE DO ESCOAMENTO PLUVIAL

3.6.1 Método Racional

Utilizado pela primeira vez em 1889, nos Estados Unidos, o método Racional estabelece uma relação entre a chuva e o escoamento superficial. Usado para se determinar a vazão de pico de uma bacia, levando-se em conta uma seção de saída (exutório). (TOMAZ, 2013).

Por apresentar algumas simplificações e limitações (como considerar a intensidade da chuva constante em toda sua duração, e duração igual ao tempo de concentração da bacia), o Método Racional – Equação 6 - é utilizado somente para bacias com áreas de até 2 km², sendo assim, em termos de drenagem urbana, empregado no dimensionamento de medidas de controle de drenagem na fonte e na microdrenagem (DEP/IPH, 2005).

O Manual de Drenagem Urbana cita que o Método Racional deve ser empregado para se dimensionar a vazão de descarga dos vertedores dos dispositivos de armazenamento.

$$Q = 0,278 . C . I . A \qquad \text{Equação 6}$$

Onde:

Q: é a vazão de descarga na seção em questão –exutório – (m³/s);

C : coeficiente de escoamento da área de contribuição da bacia;

I: intensidade da precipitação (mm/h);

A: área drenada da bacia (km²).

A tabela 4 a seguir mostra valores estimados para o parâmetro *C* de acordo com o uso e ocupação do solo. Segundo DEP/PIH (2005), ao se utilizar o método racional para o

dimensionamento dos vertedores de excesso dos dispositivos de controle de drenagem na fonte, deve-se utilizar valores entre 0,85 e 0,95 como coeficiente de escoamento.

Tabela 4 - Coeficiente de escoamento C

Superfície	Intervalo	Superfície	Intervalo
Asfalto	0,70 a 0,95	Gramma solo arenoso plano	0,05 a 0,10
Concreto	0,80 a 0,95	Gramma solo arenoso inclinado	0,15 a 0,20
Calçadas	0,75 a 0,85	Gramma solo argiloso plano	0,13 a 0,17
Telhado	0,75 a 0,95	Gramma solo argiloso inclinado	0,25 a 0,35

Fonte: COLLISCHONN e TASSI, p 105, 2008

Uma metodologia generalizada para dimensionamento de dispositivos de controle de drenagem na fonte (objeto principal do Decreto 18.611/2014) é extrair a chuva de projeto de uma curva IDF de Talbot, apropriada à região estudada, utilizar o Método Racional para se obter as vazões de entrada e os volumes de saída dos dispositivos e aplicar equações de balanço, as quais resultarão nas dimensões dos dispositivos (SILVEIRA; GOLDENFUM, 2007).

A partir de uma curva IDF adequada ao local do estudo, extrai-se a chuva de projeto para qualquer duração e tempo de retorno. Multiplicando-se a intensidade retirada da curva IDF em milímetros por hora (mm/h) pela duração desejada, em horas (h), obtém-se a altura da precipitação em milímetros (mm) (DEP/IPH, 2005).

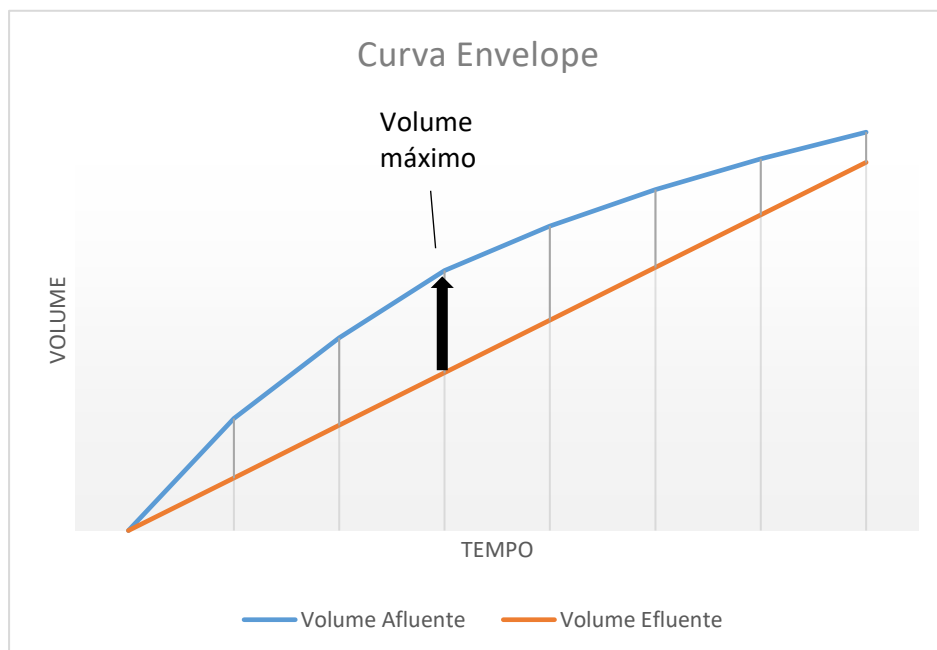
O Manual de Drenagem Urbana do Plano Diretor de Drenagem Urbana de Porto Alegre diz que, para projetos de drenagem urbana, a cidade possui cinco equações IDF de boa qualidade: Aeroporto, 8º DISME, Redenção e IPH. Elas são apresentadas na Tabela 5.1 do referido manual, bem como os bairros aos quais o uso de cada uma é aconselhado pela SMIM (antigo DEP).

3.6.2 Método da Curva Envelope

O Método da Curva Envelope – “rain-envelope-method” – é bastante recomendado para o dimensionamento de dispositivos de infiltração/percolação (URBONAS; STAHR, 1993) e de

bacias de detenção (SILVEIRA; GOLDENFUM 2007) por ser considerado de simples aplicação. Através desse método, plota-se em um gráfico as curvas dos volumes afluentes e efluentes ao dispositivo, então verifica-se qual a máxima diferença entre essas duas curvas, a qual será o volume de dimensionamento do dispositivo. A curva do volume de entrada será fruto da análise da curva IDF apropriada ao local onde será instalada a medida estrutural. A figura 12 ilustra a aplicação do Método da Curva Envelope. Silveira e Goldenfum (2007) citam que tal curva pode ser obtida através da curva HDF (altura-duração-frequência das chuvas), na qual a variável altura (H) pode ser obtida fazendo-se o produto da intensidade pela duração da chuva. Já a curva do volume de saída será extraída da vazão de pré-desenvolvimento do dispositivo.

Figura 12 - Curva Envelope



Fonte (Elaborada pelo autor)

3.6.3 Coeficiente de Escoamento e Vazão máxima de Bacias Urbanas

Para se representar a quantidade de água que é escoada por uma bacia em eventos chuvosos, deve-se analisar dois parâmetros: o coeficiente de escoamento C e o coeficiente de escoamento médio anual C_a , os quais variam de acordo com a intensidade do evento de chuva e com o processo de urbanização, que, por sua vez, aumenta o escoamento superficial. O coeficiente C

de uma bacia urbana pode ser estimado ponderando-se os coeficientes de dois tipos de superfície: a permeável e a impermeável. Conforme a equação 8, que é transformada da equação 7. Onde C_p é o coeficiente da área permeável, A_p é a área permeável, C_I é o coeficiente da área impermeável, A_I é a área impermeável, A_t é a área total da bacia e $AI = A_I/A_t$ é a parcela de áreas impermeáveis (TUCCI, 2000).

$$C = \frac{C_p \cdot A_p + C_I \cdot A_I}{A_t} \quad \text{Equação 7}$$

$$C = C_p + (C_I - C_p) \cdot AI \quad \text{Equação 8}$$

Para o dimensionamento de obras hidráulicas que envolvem o controle da drenagem de pluvial em pequenas bacias, a vazão de projeto é determinada pelo método Racional, (equação 6). Germano et al (1998 apud Tucci, 2000, p 65), apresenta a equação 9 que relaciona o tempo de concentração t_c com o comprimento L em km e a área impermeável IMP ($IMP=AI \cdot A$) em km^2 da bacia.

$$t_c = 5,32 \cdot \frac{L^{0,882}}{IMP^{0,272}} \quad \text{Equação 9}$$

Por fim, Tucci (2000) substituiu as equações 8, 9 e 11 na equação do Método Racional (equação 6) e definiu que a vazão máxima em bacias urbanas é dada pela equação 10.

$$\frac{Q}{A} = \frac{k_1 \cdot (1 + k_2 \cdot AI) \cdot (AI \cdot A)^{0,272 \cdot d}}{[18,628 \cdot L^{0,882} + b \cdot (AI \cdot A)^{0,272}]^d} \quad \text{Equação 10}$$

Onde:

$$k_1 = 0,278 C_p \cdot a; e$$

$$k_2 = (C_I - C_p) / C_p$$

3.6.3 Vazão de Restrição

A vazão de restrição é a máxima vazão por unidade de área (vazão específica), definida em legislação pertinente, que um determinado empreendimento pode descarregar na rede pública de coleta de esgoto pluvial com intuito de não sobrecarregar a rede de drenagem. Para atender a tal requisito, o proprietário de cada lote deve dimensionar e construir medidas estruturais de controle de drenagem na fonte, normalmente reservatórios de detenção. O Decreto Municipal nº 18.611 de 2014, do Município de Porto Alegre, estabelece como vazão de restrição o valor de 20,8 l/s.ha, que no texto da legislação é denominada “Vazão de pré-dimensionamento”, estando associada, em teoria, às condições naturais do terreno (HELFER, 2018).

4 ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

A metodologia aplicada a este trabalho consiste em quatro etapas. A primeira dela foi a coleta de diversos parâmetros hidráulicos, hidrológicos e geométricos adotados pelos projetistas. Essa etapa foi organizada em uma planilha que consta no Apêndice A deste trabalho.

A segunda e a terceira etapas referem-se respectivamente ao tratamento e análise desses dados através do uso de parâmetros estatísticos de percentuais, avaliando-os conforme as diretrizes das legislações municipais pertinentes, e a uma verificação da aplicabilidade das diretrizes que norteiam o dimensionamento apropriado deste tipo de estrutura, conforme preconizam as legislações pertinentes ao controle do escoamento pluvial na fonte no município de Porto Alegre, nos 390 projetos de dispositivos de controle do escoamento pluvial na fonte disponibilizados pela SMIM/PMPA.

A quarta e última etapa constitui-se de ilustrações gráficas das principais características dos dispositivos de controle na fonte do escoamento pluvial do tipo reservatórios ou bacias de detenção da amostra de 390 projetos analisados.

5. ÁREA DE ESTUDO: PORTO ALEGRE

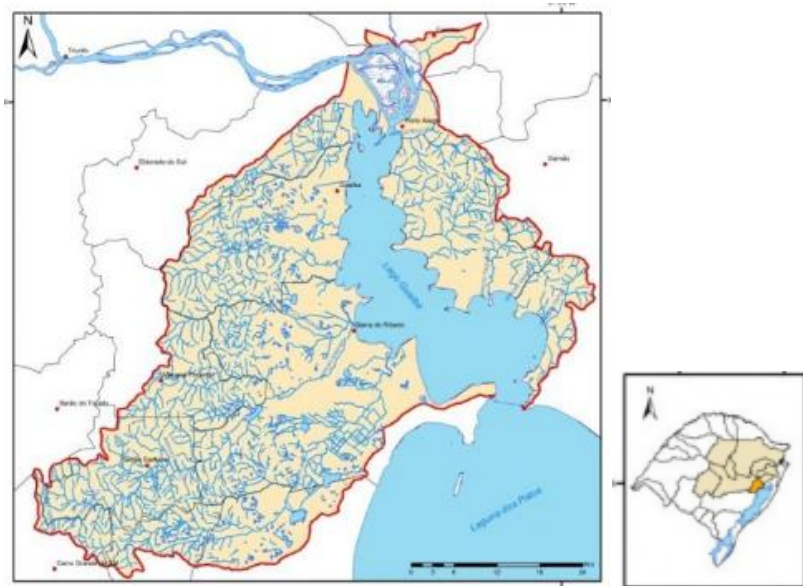
5.1 CARACTERIZAÇÃO HIDROCLIMATOLÓGICA

De acordo com o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, a partir de 2003 o Brasil divide-se em doze bacias hidrográficas, as quais ultrapassam as divisas dos estados e regiões, pois são uma maneira de gerenciamento e planejamento nacional focando-se os recursos hídricos.

O município de Porto Alegre está inserido na Bacia do Atlântico Sul, assim como toda a porção leste do estado do Rio Grande do Sul, com uma área de 187.522 km² (2,2% do total nacional) (ANA). Nesta bacia, a capital gaúcha situa-se na região hidrográfica do Guaíba, onde há nove sub bacias, entre elas a do alto, do médio e do baixo Jacuí. O rio Jacuí drena uma área de aproximadamente 71.600 km², sendo 83,5% da região hidrográfica do Guaíba, com uma precipitação anual variando entre 1.200 e 1.600 mm (FEPAM).

Além disso, nessa região fica a Bacia do Lago Guaíba, ilustrada na figura 13, cuja a área de drenagem é de 2.524 km², com a cidade de Porto Alegre ficando na porção oriental da bacia. O forte grau de urbanização é responsável por inúmeros impactos ambientais, os quais comprometem a qualidade da bacia (FEPAM).

Figura 13 – Bacia Hidrográfica do Lago Guaíba



Fonte: FEPAM

Ressalta-se ainda que parte da região norte de Porto Alegre é drenada para a bacia do rio Gravataí.

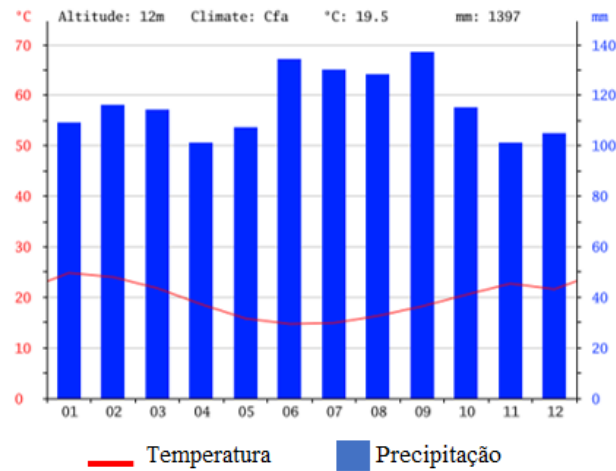
A SMIM/PMPA divide a capital gaúcha, basicamente, em 27 bacias: do Arroio do Moinho, do Areia, do Tamandaré, do Arroio Passo das Pedras, do Arroio Capivara, do Arroio Cavahada, Várzea do Gravataí, Humaitá, Arroio Santo Agostinho, Arroio Feijó, Arroio Dilúvio, Santa Tereza, Ponta do Meio, Sanga da Morte, Assunção, Arroio do Osso, Arroio Espírito Santo, Arroio Guarujá, Ponta da Serraria, Arroio do Salso, Ponta Grossa Norte, Ponta Grossa Sul, Arroio Guabiroba, Belém Novo, Ponta dos Coatis, Arroio Lami, Arroio Manecão e Arroio Chico Barcellos.

O clima na capital gaúcha é predominantemente mesotérmico úmido (PESSOA, 2017). Há uma pluviosidade significativa ao longo do ano, e mesmo no mês mais seco, que costuma ser abril, ainda sim há uma precipitação acumulada no mês significativa, em média 101 mm. Enquanto setembro, por ser o mês de maior precipitação, apresenta uma média de 137 mm. Segundo o sistema de classificação de Köppen e Geiger o clima é classificado como Cfa (sempre úmido com verões quentes). Porto Alegre tem uma temperatura média de 19.5 °C e uma pluviosidade média anual de 1397 mm (INMET, 2017).

Collischonn e Dornelles (2015, p 54) chamam a atenção para o tipo de precipitação convectiva, pois elas “têm grande impacto em pequenas bacias em áreas urbanas. Nesse tipo de bacia, as chuvas convectivas são as chuvas que originam as inundações”.

Na figura 14 observa-se as médias de chuvas acumuladas por mês no município de Porto Alegre – RS.

Figura 14 - Médias de chuvas acumuladas e temperaturas por mês em Porto Alegre - RS



Fonte: Dados Climáticos para Cidades Mundiais – Climate-data.org em 27/10/2017

Baseando-se em registros de séries históricas das precipitações, através de pluviômetros de um determinado local, determina-se a chamada “Equação da curva IDF (Intensidade-Duração-Frequência)” deste local. Escolhendo-se um Tr (período de retorno em anos) e um determinado tempo de duração (em minutos), estima-se por meio de uma equação apropriada a intensidade de chuva (em mm/h) para ser a chuva de projeto de dimensionamento dos dispositivos de controle do escoamento pluvial. O município de Porto Alegre – RS possui quatro equações de curvas IDF, cada uma indicada para um grupo de bairros da cidade, que são relevantes para os estudos hidrológicos. A equação 11 é a equação genérica das curvas IDF, onde i é a intensidade em (mm/h), Tr é o período de retorno em (anos), t é o tempo de concentração em (minutos) e a , b , c e d são parâmetros locais de ajustes da curva. A tabela 5 traz as equações IDF de Porto Alegre - RS (DEP/IPH, 2005).

$$i = \frac{a \cdot Tr^b}{(t + c)^d} \quad \text{Equação 11}$$

Tabela 5 - Equações IDF por bairros de Porto Alegre

IDF	Bairros
$i = \frac{826,8 \cdot T^{0,143}}{(t + 13,3)^{0,79}}$	Arquipélago (Ilha do Lage e Ilha Grande dos Marinheiros), Farrapos, Humaitá, Anchieta, Várzea do Gravataí, Navegantes, São João, Sarandí, Rubem Berta, São Geraldo (regiões norte, nordeste e leste do bairro), Santa Maria Goretti, Jardim São Pedro, Jardim Floresta, Jardim Lindóia, São Sebastião, Higienópolis, Passo D'Areia, Cristo Redentor, Vila Ipiranga (região norte do bairro), Jardim Itu-Sabará (região norte do bairro), Boa Vista (região norte), e Passo das Pedras (região norte do bairro).
$i = \frac{1265,67 \cdot T^{0,052}}{(t + 12)^{0,88} / T^{0,05}}$	Arquipélago (Ilha das Flores e Ilha da Pintada), Marcílio Dias, São Geraldo (regiões oeste, sul e sudeste do bairro), Floresta, Passo das Pedras (região sul do bairro), Centro, Independência, Moinhos de Vento, Auxiliadora, Praia de Belas, Cidade Baixa, Farroupilha, Bom Fim, Rio Branco, Mont Serrat (região oeste), Bela Vista (região oeste), Menino Deus, Azenha, Santana, Santa Cecília, Cristal, Santa Teresa, Medianeira, Santo Antônio, Vila Assunção, Tristeza, Camaquã, Cavalhada, Nonai (região oeste), Vila Conceição, Pedra Redonda, e Ipanema (região norte)
$i = \frac{1297,9 \cdot T^{0,171}}{(t + 11,6)^{0,85}}$	Vila Ipiranga (região sul do bairro), Jardim Itu-Sabará (região sul do bairro), Boa Vista (região sul), Mont Serrat (região leste), Bela Vista (região leste), Três Figueiras, Chácara das Pedras, Vila Jardim, Petrópolis, Bom Jesus, Jardim Carvalho, Partenon, Jardim Botânico, Jardim do Salso, Nonoi (região leste), Teresópolis, Glória, Cel. Aparício Borges, Vila João Pessoa, São José, Ipanema (região sul), Vila Nova, Cascata, Espírito Santo, Aberta dos Morros (região oeste), Belém Velho (região oeste), Guarujá, Hípica (região oeste), Serraria, e Ponta Grossa (região oeste)
$i = \frac{509,859 \cdot T^{0,196}}{(t + 10)^{0,72}}$	Vila Protásio Alves (região norte, leste e sul), Agronomia, Lomba do Pinheiro, Restinga, Chapéu do Sol, Belém Novo, Lageado, Extrema, Aberta dos Morros (região leste), Belém Velho (região leste), Hípica (região leste), Ponta Grossa (região leste), e Lami
IPH	

Fonte: Adaptado de Manual de Drenagem Urbana de Porto Alegre, 2005

Já a NBR 10884 de 1989 aconselha o uso de intensidade de chuva de projeto de 150 mm/h para construções com projeções horizontais de até 100 m². A referida norma sugere ainda o emprego dos seguintes valores de *I* para os respectivos riscos de projetos, para o município de Porto Alegre – RS: 118 mm/h para 1 ano; 146 mm/h para 5 anos; e 167 para 25 anos de período de retorno.

5.2 LEGISLAÇÕES MUNICIPAIS QUE REGULAM O CONTROLE DA DRENAGEM URBANA EM PORTO ALEGRE

5.2.1 Decreto nº 14.786, de 30 de dezembro de 2004 – Prefeitura Municipal de Porto Alegre - RS

Com o objetivo de estabelecer diretrizes de: projetos para redes e equipamentos de drenagem pluvial, e diretrizes técnicas e métodos de avaliações, fiscalização e conservação das redes de drenagem pluvial urbana no âmbito do município de Porto Alegre - RS, este decreto instituiu o Caderno de Encargos do Departamento de Esgotos Pluviais (CE-DEP).

Os itens 4.8.6, 4.8.7 e 4.8.9 do Caderno de Encargos do DEP foram revogados pelo Decreto 18.611 de 2014. O primeiro desses itens trazia duas equações (equação 12 e equação 13) como alternativa para a definição do volume do reservatório de retenção pluvial:

$$V = 0,02 \cdot A_T \quad \text{Equação 12}$$

$$V = 0,04 \cdot A_I \quad \text{Equação 13}$$

Onde:

V é o volume por unidade de área de terreno em m^3 ;

A_T é a área total do terreno, em m^2 ;

A_I é a área impermeável do terreno, em m^2 ;

O item 4.8.7 do CE-DEP possibilitava ao projetista aplicar as duas equações aos parâmetros do lote e escolher qual volume de retenção seria utilizado no dimensionamento do reservatório. A partir do decreto de 2014, apenas a equação 14 pode ser utilizada para o dimensionamento.

Com relação a possíveis simulações hidráulicas do funcionamento das bacias de retenção, o item 4.8.8 indica o método de Pulz como o adequado para tais análises.

5.2.2 Decreto nº 15.371, de 17 de novembro de 2006 – Prefeitura Municipal de Porto Alegre - RS

Este decreto foi revogado pelo Decreto nº 18.611 de 2014. Ele tratava da mesma metodologia de regulamentação do controle escoamento pluvial na fonte. Entre as diferenças, está o fato de que o mais antigo deles não continha o disposto no Artigo 1º do mais recente, o qual diz que “toda ocupação urbana deverá considerar a aplicação do conceito de desenvolvimento urbano de baixo impacto, por meio da implantação de técnicas que privilegiem a infiltração e a reservação das águas pluviais, e que no dimensionamento do volume do reservatório, a área impermeável era feita em termos percentuais da área total”.

5.2.3 Decreto nº 18.611, de 9 de abril de 2014 – Prefeitura Municipal de Porto Alegre - RS

Este decreto está referenciado nos artigos 97 e 135 da Lei Complementar nº 646/2010 e é a mais atual legislação que regulamenta o controle do escoamento pluvial mais recente no município de Porto Alegre – RS.

O decreto faz algumas considerações, tais como: a de competir ao Poder Público prevenir o aumento das inundações devido à impermeabilização do solo e canalização dos arroios; a de levar-se em conta o impacto da impermeabilização no aumento das inundações, a piora da qualidade da água em função dos esgotos pluviais e o transporte dos resíduos sólidos pelo escoamento pluvial; a de ser responsabilidade do empreendedor a manutenção das condições prévias de inundação, evitando onerar os demais com os impactos da drenagem pluvial; e de ser a preservação da capacidade de infiltração natural das bacias e conservação ambiental dos corpos naturais que compõem a macrodrenagem a prioridade em termos de drenagem urbana.

O Artigo 1º incentiva a aplicação do conceito de desenvolvimento urbano de baixo impacto, por meio de medidas de infiltração e reservação das águas pluviais.

O Artigo 2º do decreto fixa para lotes com área superior a 600 m² a taxa de 20,8 litros por segundo por hectare de área do lote (l/(s.ha)) como vazão máxima de saída da área do terreno, a qual não poderá ser descarregada diretamente para as ruas e sarjetas. Lotes com áreas menores que essa e habitações unifamiliares poderão ter tal taxa desconsiderada a critério do DEP. O Artigo 3º prevê que, quando houver parcelamento do solo, a referida taxa deverá ser observada.

O Artigo 4º observa a área dos lotes no intuito de se orientar o dimensionamento dos dispositivos que amortecerão as cheias. Para lotes com área inferior a 100 hectares, recomenda-se o uso da equação 14, visando facilitar os cálculos do dimensionamento.

$$V = 0,0425 \cdot A_{imp} \quad \text{Equação 14}$$

Onde:

V é o volume por unidade de área de terreno em m³;

A_{imp} é a área impermeável do terreno, em m²;

Já para lotes com área superior a 100 hectares, deverá ser feito um estudo hidrológico específico para se determinar o volume do reservatório, levando-se em consideração um tempo de retorno de 10 anos.

Para determinação da equação 8, analisou-se precipitações com tempo de recorrência mínima de 10 anos e duração mínima de uma hora no município de Porto Alegre (CRUZ; SOUZA; TUCCI, 2009)

O mesmo artigo ainda traz alternativas para reduzir a quantidade de área a ser computada nos cálculos e conseqüentemente o volume de reservação, tais como:

- 1) o uso de medidas que favoreçam a infiltração da água no solo como os pavimentos permeáveis (reduzir 50% da área onde foi aplicada essa medida) e trincheiras de infiltração (80% da área drenada por elas); e
- 2) desconexão das calhas de telhado para superfícies permeáveis: com drenagem – reduzir 40% a área do telhado drenada; e sem drenagem – reduzir 80% a área do telhado drenada.

O Artigo 4º ainda cita que o DEP fiscaliza, avalia e orienta as regras para o dimensionamento e construção dos dispositivos através do Manual de Drenagem Urbana do Plano Diretor de Drenagem Urbana de Porto Alegre.

Por fim, o Artigo 5º menciona que quaisquer impermeabilizações feitas após a construção do dispositivo deverão ser devidamente compensadas.

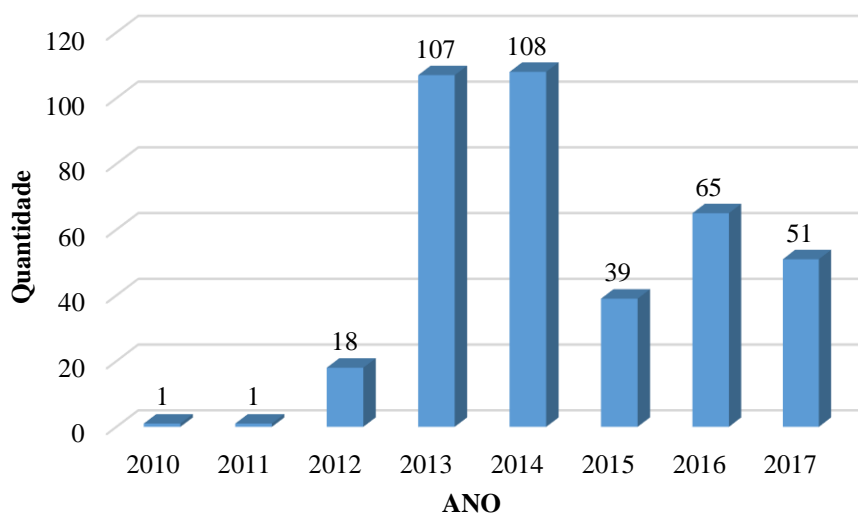
6 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A pesquisa foi feita com base nos dados coletados durante a análise de 390 (trezentos e noventa) projetos de dispositivos de controle do escoamento pluvial aprovados pelo órgão competente, os quais foram disponibilizados pela Secretaria Municipal de Infraestrutura e Mobilidade Urbana – SMIM - da Prefeitura Municipal de Porto Alegre – PMPA – em agosto de 2018, que visam ao controle da drenagem no lote. A amostra é composta apenas por dispositivos do tipo microrreservatório, que também podem ser denominados de reservatórios de retenção ou ainda de bacias de retenção.

O espaço amostral é composto por projetos que diferem entre si através de várias características diferentes, como ano de confecção, bairro e zona do município de Porto Alegre, curva Intensidade-duração-frequência – IDF – adotada, bem como uso e ocupação do empreendimento do respectivo lote, tornando a amostra bastante diversificada e rica para as análises propostas. Sendo assim, pode-se dizer que o espaço amostral se caracteriza da seguinte maneira:

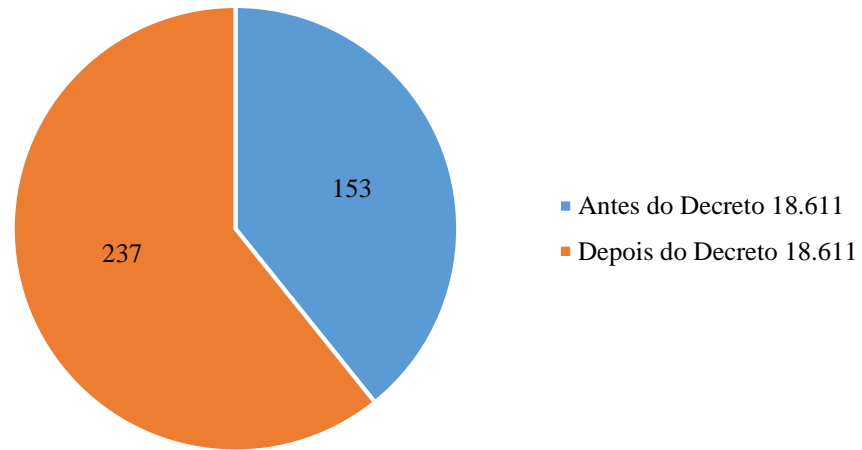
- a) a figura 15 indica, em forma gráfica, a quantidade de projetos por ano da amostra, enquanto a figura 16 denota a quantidade de projetos elaborados antes e depois do Decreto Municipal de Porto Alegre –RS - nº 18.611 de 2014;

Figura 15 - Quantidade de projetos da amostra por ano



(fonte: própria do autor)

Figura 16 – Quantidade de projetos antes e depois do Decreto 18.611



(fonte: própria do autor)

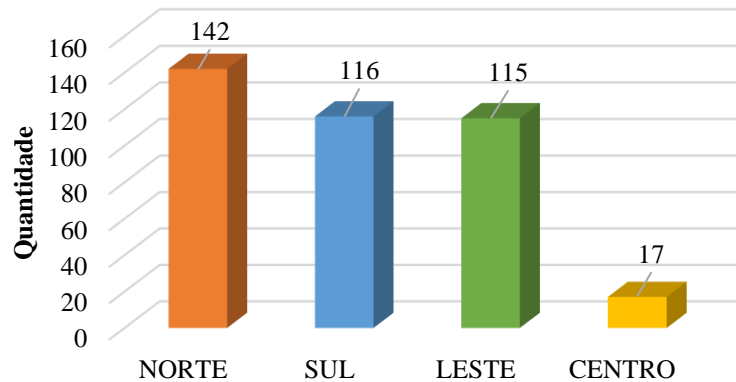
- b) a tabela 6 indica a distribuição dos projetos por bairros de Porto Alegre; e a figura 17, por zonas do município (de acordo com a divisão aplicada às linhas de transporte urbano pela EPTC – Empresa Pública de Transportes e Circulação – em 2010);

Tabela 6 – Quantidades de projetos por Bairros

Bairro	Quant.	Bairro	Quant.	Bairro	Quant.
Aberta dos Morros	2	Guaruja	1	Passo D'Areia	13
Agronomia	3	Higienopolis	8	Passo das Pedras	1
Alto Petrópolis	9	Hípica	3	Petropolis	46
Anchieta	2	Humaitá	1	Praia de Belas	6
Auxiliadora	10	Independência	4	Restinga	4
Azenha	4	Ipanema	5	Rio Branco	13
Bela Vista	7	Jardim Botânico	9	Rubem Berta	3
Boa Vista	3	Jardim Carvalho	3	Santa Cecilia	3
Bom Fim	3	Jardim do Salso	4	Santa Maria Goretti	2
Bom Jesus	4	Jd. D.Leopoldina	1	Santa Tereza	1
Camaquã	7	Jardim Europa	1	Santana	8
Campo Novo	3	Jardim Floresta	1	Santo Antonio	4
Cascata	1	Jardim Itu-Sabará	5	São Geraldo	4
Cavallhada	5	Jardim Lindoia	3	São João	11
Centro	6	Lomba do Pinheiro	2	São José	2
Chácara das Pedras	6	Medianeira	2	São Sebastião	3
Cidade Baixa	2	Menino Deus	18	Sarandi	18
Cristal	10	Moinhos de Vento	3	Teresopolis	6
Cristo Redentor	9	Mont'Serrat	4	Três Figueiras	4
Espirito Santo	2	Navegantes	3	Tristeza	22
Farroupilha	2	Nonoai	4	Vila Ipiranga	3
Floresta	8	Partenon	10	Vila Nova	2
Gloria	8				

(fonte: própria do autor)

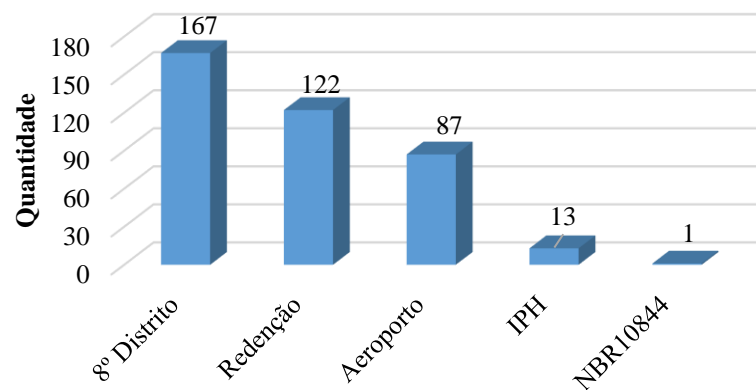
Figura 17 – Quantidade de projetos por zonas de Porto Alegre



(fonte: própria do autor)

- c) a figura 18 mostra a distribuição dos projetos de acordo com a Equação da Curva IDF utilizada, conforme Manual de Drenagem Urbana de Porto Alegre, para determinação da intensidade de chuva de projeto;

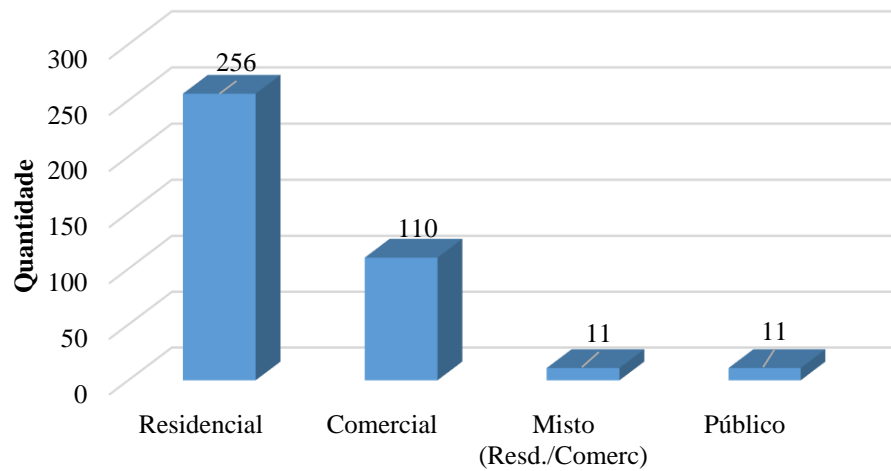
Figura 18 – Quantidade de projetos conforme curva IDF utilizada



(fonte: própria do autor)

- d) a figura 19 ilustra a quantidade de projetos conforme o uso do empreendimento no lote; e

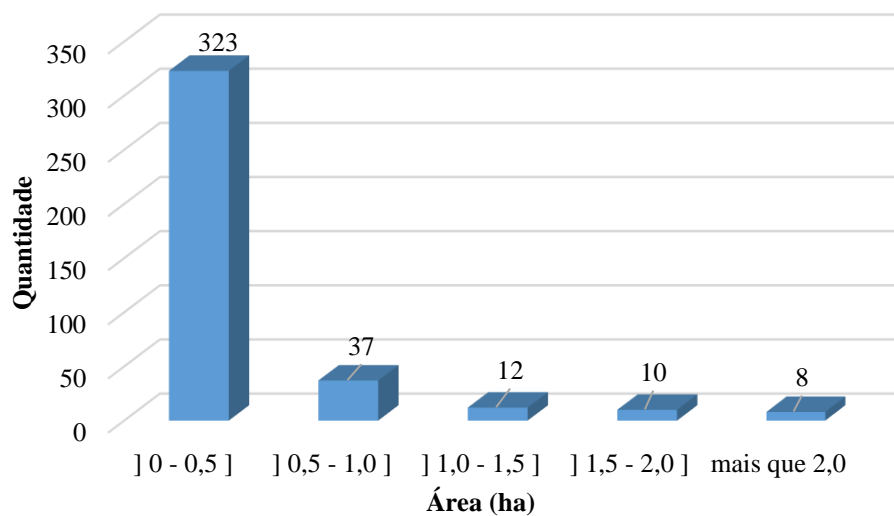
Figura 19 – Quantidade de projetos conforme área do lote



(fonte: própria do autor)

- e) a figura 20 apresenta o número de empreendimentos de acordo com o tamanho do respectivo lote, em hectares.

Figura 20 – Quantidade de projetos conforme área do respectivo lote



(fonte: própria do autor)

Após uma análise criteriosa de todos os trezentos e noventa projetos de controle do escoamento pluvial no lote constantes na amostra, foram extraídos e organizados em uma planilha – Apêndice A – os dados geométricos, hidrológicos e hidráulicos utilizados no dimensionamento de cada um dos dispositivos. Os dados técnicos extraídos são os seguintes:

- a) Método de dimensionamento do volume do reservatório;
- b) Tipo do reservatório projetado;
- c) Localização do reservatório no respectivo lote;
- d) Área do lote e área impermeável do lote;
- e) Volume calculado pelo método escolhido e volume adotado;
- f) Número de reservatórios utilizados para a detenção do escoamento do lote;
- g) Vazão de contribuição da bacia (lote) e método de cálculo utilizado;
- h) Coeficiente de escoamento adotado;
- i) Curva IDF utilizada;
- j) Tempo de concentração, período de retorno e intensidade de chuva empregados;
- k) Vazão de descarga do reservatório;
- l) Altura útil do reservatório;
- m) Metodologia de cálculo do diâmetro do descarregador de fundo;
- n) Diâmetro calculado e diâmetro adotado para o descarregador de fundo; e
- o) Previsão de uso de dispositivos contra entupimento.

7 ANÁLISES DA AMOSTRA

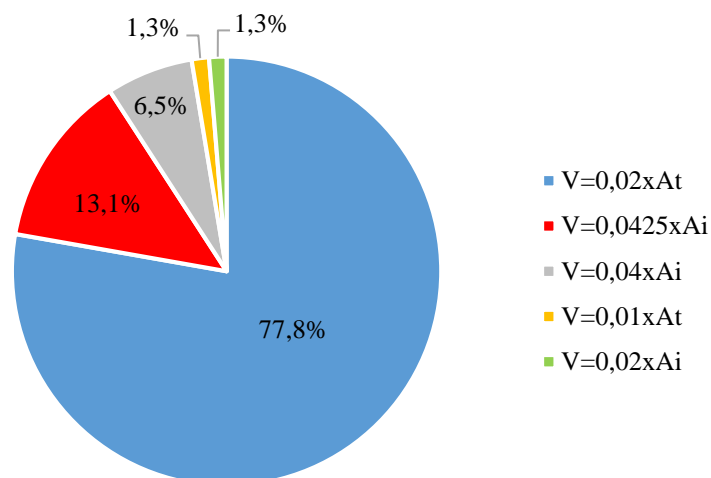
Após a coleta e organização dos dados citados no item anterior, foram feitas algumas análises críticas de verificação e quantificação de parâmetros, métodos e diretrizes da aplicabilidade das legislações pertinentes ao controle do escoamento pluvial na fonte no município de Porto Alegre. Na sequência serão mostrados os resultados dessas análises.

7.1 MÉTODO DE DIMENSIONAMENTO DO VOLUME DO RESERVATÓRIO

Como o Decreto Municipal 18.611 de 2014 revogou o Decreto 15.371 de 2006 e os itens 4.8.6, 4.8.7 e 4.8.9 do Caderno de Encargos do DEP de 2004 e passou a ser a única legislação municipal de Porto Alegre a estipular uma equação para o dimensionamento do volume do reservatório, a análise desse item foi dividida em duas partes: antes e depois do decreto de 2014. Lembrando que A_t significa área total; A_i , área impermeável; e V , volume.

- a) antes da vigência do Decreto 18.611 de 09 de abril de 2014: a figura 21 mostra quais métodos foram utilizados para o dimensionamento dos reservatórios antes do referido decreto;

Figura 21 – Métodos utilizados para dimensionamento antes do Decreto 18.611



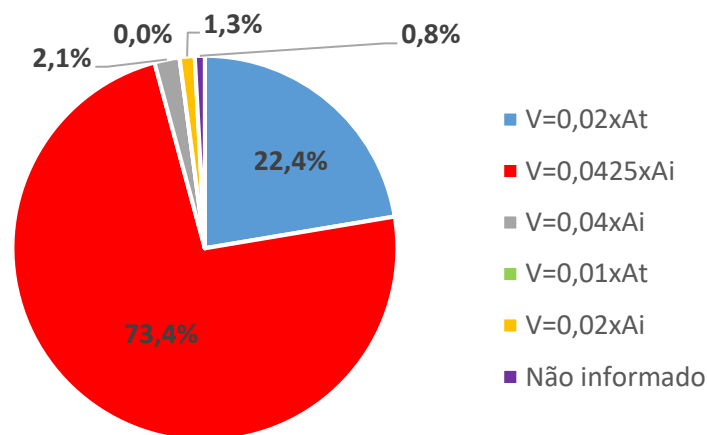
(fonte: própria do autor)

Percebe-se que, até antes do Decreto 18.611 de 2014, o método mais utilizado para o dimensionamento do volume do reservatório de detenção, entre os projetos da amostra, era o que considera o volume como sendo equivalente a 2,0% (dois por cento) do valor da área total do lote – 77,8% da amostra. Enquanto os métodos de consideravam a área impermeável do lote – o de 4,0% e o de 4,25% - representam 19,6% da amostra. Pode-se inferir que a tendência por essa escolha se ancorava no fato de que era o método, entre aqueles previstos no Caderno de Encargos do DEP e no Decreto 15.372 de 2006, que resultava no menor volume.

Os dois empreendimentos que utilizaram a equação $V = 0,01x A_t$ para o dimensionamento do volume do reservatório justificaram no projeto como sendo uma orientação técnica do DEP para condomínios de baixa renda. Não foi encontrada nenhuma explicação para a equação $V = 0,02x A_t$.

- b) depois do início da vigência do Decreto de 18.611 de 09 de abril de 2014: a figura 22 apresenta graficamente o percentual dos métodos adotados para o dimensionamento dos reservatórios após a referida data do decreto em questão.

Figura 22 – Métodos utilizados para dimensionamento após do Decreto 18.611



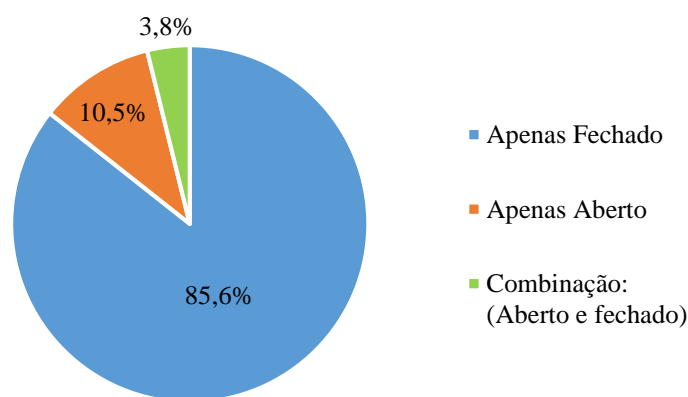
(fonte: própria do autor)

Após a data de 09 de abril de 2014, a equação $V = 0,0425 \cdot A_i$ passa a ser a única prevista em legislação para o dimensionamento do volume do reservatório da bacia de detenção. No entanto, pode-se observar na figura 23 que 26,6% dos projetos da amostra que foram confeccionados após a referida data utilizaram metodologia não mais prevista.

7.2 TIPO DE RESERVATÓRIO E LOCALIZAÇÃO DO MESMO NO RESPECTIVO LOTE

Na análise da amostra de trabalho, foram identificados reservatórios abertos e fechados. A figura 23 mostra o percentual de cada um desses tipos. Na sequência é apresentado o percentual dos tipos de reservatórios que estão sendo adotados, dentro dos limites do respectivo lote.

Figura 23 – Tipos de reservatório adotados nos lotes



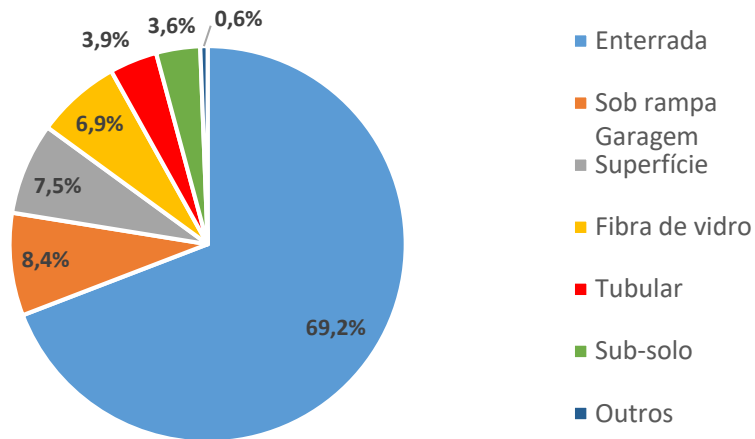
(fonte: própria do autor)

Todos os empreendimentos que aplicaram a combinação de reservatórios aberto com reservatório fechado dimensionaram de tal forma que o aberto ficou localizado no terraço da edificação enquanto que o fechado ficou enterrado sob a superfície do lote.

Observa-se uma predominância na escolha de reservatório do tipo fechado nos projetos da amostra, 85,6%. Esse dado demonstra que se pode ter maiores dificuldades na manutenção desses dispositivos do que se teria nos abertos. Por outro lado, 10,5% da amostra caracteriza-se por reservatórios do tipo aberto, proporcionando manutenções mais simples e oferecendo a opção de uso alternativo, como paisagismo, áreas de vivência e recreação, para o dispositivo quando ele estiver seco, isto é, em dias sem precipitação.

a) reservatórios fechados: A figura 24 ilustra graficamente as opções de reservatórios fechados que foram adotadas nos projetos da amostra.

Figura 24 – Tipos dos reservatórios fechados

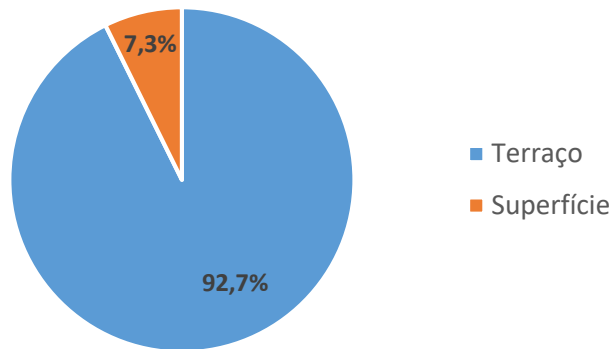


(fonte: própria do autor)

Pode-se concluir que há uma predominância na escolha de estruturas de alvenaria enterradas, entre os reservatórios fechados, correspondendo a 69,2% da amostra. Todavia, não se pode deixar de notar que, apesar de ser em quantidades baixas, tem-se buscado outras alternativas para posicionamento e para escolha dos insumos dos dispositivos fechados. Em termos de posicionamento, as escolhas de instalação sob a rampa de acesso à garagem (8,4%) e no sub-solo das edificações (3,6%) mostram-se como opções de aproveitamento do espaço. Reservatórios pré-fabricados de fibra de vidro (6,9%) é uma escolha que pode ser mais econômica. Sistema de drenagem do tipo tubular (3,9%), que consiste em tubos de concreto pré-fabricados, aparece como uma alternativa de aproveitamento para lotes que se caracterizam por possuírem diferenças de cotas pequenas em relação à cota da rede pluvial pública.

b) reservatórios abertos: A figura 25 ilustra graficamente as opções, quanto à localização dos reservatórios abertos que foram adotadas nos projetos da amostra.

Figura 25 – Localização dos reservatórios abertos



(fonte: própria do autor)

Quando se trata dos reservatórios abertos da amostra, a escolha por aproveitamento da área do terraço, ou cobertura, das edificações se mostra como a opção mais empregada pelos projetistas – 92,7%. Não obstante, deve-se fazer uma análise mais crítica sobre este tipo de alternativa que será abordada no subitem 7.6 deste trabalho.

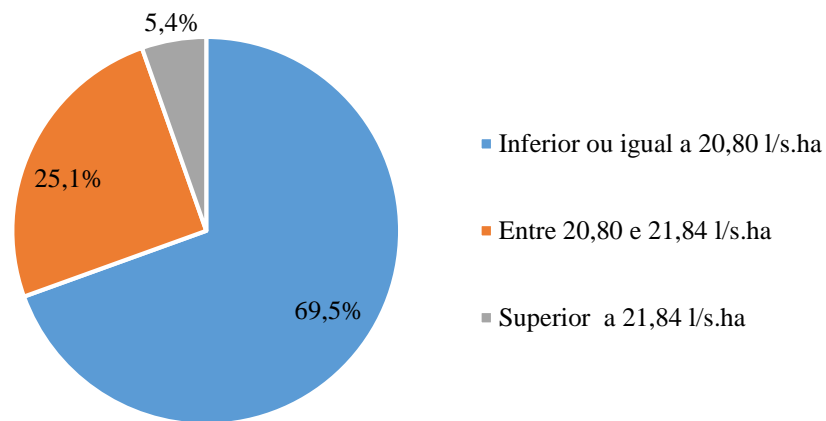
Sobre os reservatórios que ficam abertos na superfície, 7,3% da amostra, identificaram-se dois reservatórios revestidos com grama e um funcionando como lago paisagístico.

7.3 VAZÃO DE RESTRIÇÃO

Como já citado, o município de Porto Alegre decreta, visando atenuar o impacto causado pela impermeabilização do solo no balanço hídrico, como vazão máxima de saída em função da área total de cada lote o valor de 20,80 l/s.ha. Durante o estudo da vazão de projeto dos empreendimentos, considerou-se o valor de 21,84 l/s.ha, que é um valor 5,00 % (cinco por cento) maior que o limite da legislação. O objetivo dessa consideração é aplicar uma margem de tolerância ao dimensionamento da vazão de restrição em função de possíveis ajustes de arredondamentos e aproximações. Então foi feita uma análise da vazão declarada pelos projetistas, que na sequência de cada projeto foi empregada no dimensionamento do diâmetro

do descarregador de fundo, e dividiram-se os empreendimentos em três classes. A figura 26 ilustra graficamente essas classes, que são o percentual de empreendimentos da amostra que aplicaram valores inferiores ou igual à vazão de restrição estipulada, os que adotaram vazão superior a ela, considerando aqueles que ficaram com a descarga entre 20,80 e 21,84 l/s.ha e os que superaram o valor de 21,84 l/s.ha.

Figura 26 – Quantidade de projetos em função da vazão de Restrição de 20,80 l/s.ha



(fonte: própria do autor)

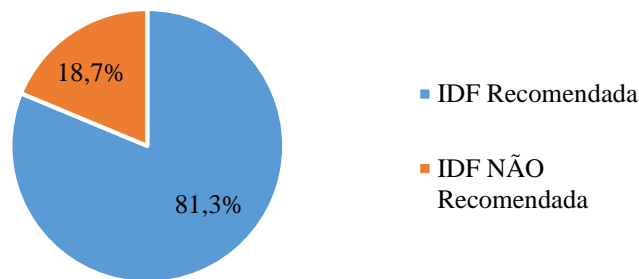
Evidencia-se que a questão da vazão de restrição, vazão de projeto ou ainda vazão de pré-dimensionamento foi corretamente abordada em 69,5% dos empreendimentos da amostra. Considerando-se ainda a tolerância de 5,0% considerada por este trabalho, o percentual de lotes que se adequaram ao critério de descarga líquida chega a 94,6% do espaço amostral. No entanto, 5,4 % dos projetos dimensionaram os dispositivos para vazões superiores a 21,84 l/s.ha, o que recai em um controle não tão eficiente do escoamento pluvial na fonte do ponto de vista do Decreto municipal 18.611 de 2014, já que despeja na rede de drenagem pública vazões acima das que deveriam.

7.4 PARÂMETROS HIDROLÓGICOS DA CURVA IDF

Conforme já mencionado no subitem 5.1, para que se defina qual a vazão de contribuição da bacia (lote do empreendimento), faz-se necessária a determinação da intensidade da chuva de

projeto, que é comumente determinada pelas equações das curvas IDF recomendadas, de acordo a equação 11 e com o Manual de Drenagem Urbana de Porto Alegre. A figura 27 denota, em números percentuais, a quantidade de projetos da amostra que utilizaram a curva IDF recomendada, em função da posição geográfica do empreendimento. A figura 29 e a figura 30 indicam, em números percentuais, respectivamente, tempo de concentração – t_c – e o período de retorno – Tr – empregados pelos projetistas.

Figura 27 - Definição da Equação da curva IDF utilizado no dimensionamento

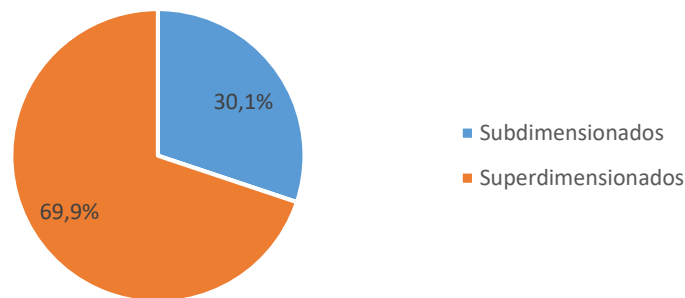


(fonte: própria do autor)

Enquanto analisava-se a equação de curva IDF que cada projeto adotou, detectou-se na amostra que 13 (treze) empreendimentos estão situados em 3 (três) bairros onde não há nenhum tipo de recomendação por parte do Manual de Drenagem Urbana de Porto Alegre da equação IDF a ser empregada no dimensionamento. Tais bairros são: Alto Petrópolis, Campo Novo e Jardim Leopoldina. Para tal análise, foram verificadas se as IDF recomendadas para os bairros vizinhos a esses foram empregadas nos projetos localizados nesses bairros.

Todavia, 18,7% dos projetos não aplicaram a equação de curva IDF recomendada pelo DEP, o que pode resultar em dispositivos subdimensionados do ponto de vista da intensidade de chuva de projeto e, conseqüentemente, um transbordamento mais frequente das águas armazenadas, através do vertedor. A figura 28 mostra, dentre os projetos que não adotaram a equação IDF recomendada pelo DEP, os percentuais dos que estão sub e superdimensionados do ponto de vista da intensidade de chuva de projeto.

Figura 28 - Projetos que utilizaram a equação IDF não recomendada pelo DEP



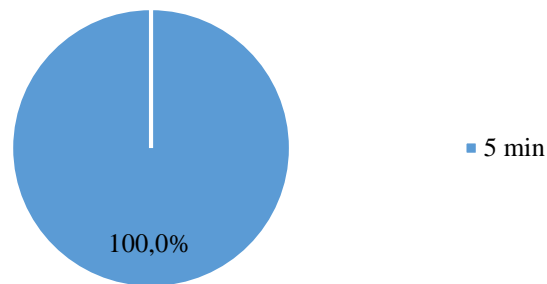
(fonte: própria do autor)

Considerando-se as quatro equações das curvas IDF recomendadas pelo DEP (tabela 5) e aplicando a elas como parâmetros o valor de quinze anos de período de retorno e cinco minutos de tempo de concentração (a seguir veremos que esses são os valores de maior frequência na amostra) chegamos aos seguintes valores para intensidade de chuva de projeto:

- a) IDF Aeroporto: 122,5 mm/h;
- b) IDF IPH: 123,4 mm/h;
- c) IDF Redenção: 165,1 mm/h
- d) IDH 8º Distrito: 189,4 mm/h

Observa-se, portanto na figura 28, que, dentre os reservatórios que não empregaram a IDF recomendada, 30,1% podem ser considerados subdimensionados do ponto de vista da intensidade da chuva de projeto, ao passo que, mesmo não atribuindo a equação mais apropriada, 69,9% dos projetos aplicaram um valor de intensidade pluviométrica superior ao que está previsto.

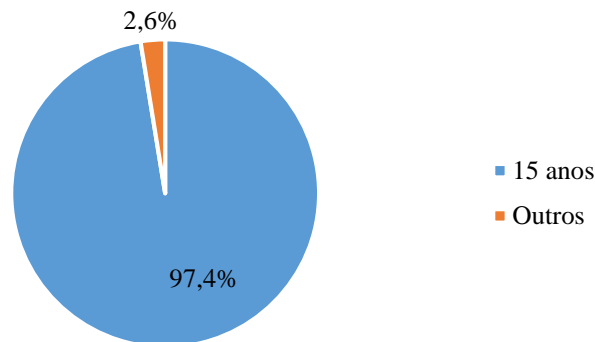
Figura 29 – Tempo de concentração t_c utilizado no dimensionamento



(fonte: própria do autor)

Em termos do tempo de concentração t_c adotado nos projetos, a totalidade da amostra aplicou o valor de 5 minutos, que é o que preconizam o Manual de Drenagem Urbana de Porto Alegre e a NBR 10884/89 – Instalações Prediais de Águas Pluviais.

Figura 30 – Período de Retorno Tr utilizado no dimensionamento



(fonte: própria do autor)

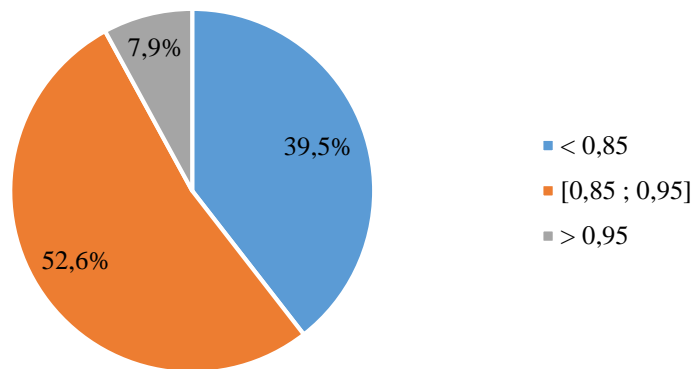
Finalizando os parâmetros da equação da curva IDF, observa-se o valor de 15 anos como período de retorno Tr mais empregado nos projetos, ou seja, 97,4% dos dispositivos tem a probabilidade de transbordarem em média uma vez a cada 15 anos, considerando-se eventos de chuva isolados.

Os outros valores de Tr presentes da amostra são: 10 anos (um projeto), 25 anos (dois projetos) e 50 anos (seis projetos). Um empreendimento não informou o período de retorno adotado.

7.5 COEFICIENTE DE ESCOAMENTO

Ainda em análise do cálculo da vazão de contribuição da bacia, que na totalidade dos projetos da amostra em questão foi utilizado o Método Racional, descrito no subitem 3.4.1 deste trabalho, a figura 31 denota graficamente as faixas de coeficiente de escoamento C utilizado pelos engenheiros responsáveis pela elaboração dos projetos. Cabe lembrar que o Manual de Drenagem Urbana de Porto Alegre, nos exemplos de dimensionamento presentes em seu texto, sugere a utilização de valores para C entre 0,85 e 0,95.

Figura 31 – Coeficiente de escoamento C adotado no dimensionamento dos dispositivos

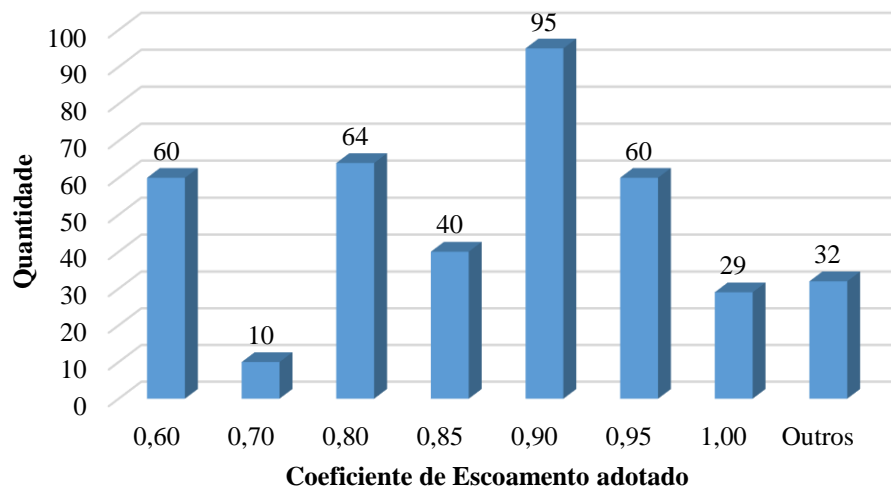


(fonte: própria do autor)

Nota-se que 52,6% dos projetos aplicaram valores de C constantes no intervalo sugerido pelo DEP no Manual de Drenagem Urbana de Porto Alegre – RS -, enquanto que 7,9% dos projetistas adotaram valores que são superiores a tal intervalo. Esse fato tende a resultar em reservatórios de detenção com volume superior ao esperado pelo DEP, já que o coeficiente C é diretamente proporcional à vazão de contribuição da bacia (no caso, o lote) e à vazão de descarga do vertedor quando se aplica o Método Racional. Contudo, o uso de valores que sejam menores que 0,85 subestimam, segundo as diretrizes do DEP, as vazões de contribuição e descarga, que por sua vez podem levar a projetos com vertedores insuficientes para o risco de projeto adotado. Nota-se que 39,5% da amostra adotou valores menores que o limite inferior do intervalo sugerido pelo DEP.

Na figura 32, há uma comparação entre os valores de C que foram utilizados em pelo menos dez projetos da amostra deste trabalho.

Figura 32 – Quantidade de projetos em função dos Valores de Coeficiente de escoamento C



(fonte: própria do autor)

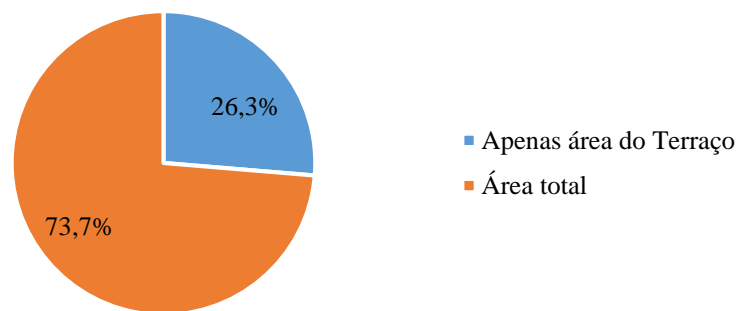
Na comparação feita na figura 32, percebe-se que 60 projetos - 15% da amostra - adotaram como coeficiente de escoamento C o valor de 0,60. Isso significa que os projetistas consideram que apenas 60% da água da chuva escoou pela superfície do lote. Comparado com o mencionado na tabela 4 deste trabalho, 0,60 é inferior aos valores normalmente adotados para telhados, calçadas, superfície de concreto e de asfalto.

7.6 USO DO RESERVATÓRIO NO TERRAÇO DAS EDIFICAÇÕES

As legislações vigentes no município de Porto Alegre que regulamentam o controle do escoamento pluvial na fonte enfatizam que, para o cálculo do volume de retenção no reservatório, deve-se considerar toda a área impermeável do lote e que, para a vazão de restrição, deve-se considerar a área total do lote. Durante a fase de coleta dos dados dos projetos aprovados pelo órgão competente, verificou-se a ocorrência de dimensionamentos de reservatórios em terraços das edificações que consideravam como variáveis apenas as áreas impermeabilizadas pelas coberturas das construções civis como área de contribuição e como

área impermeável do lote. A figura 33 apresenta os percentuais de empreendimentos da amostra que optaram por efetuar o controle da drenagem da água da chuva apenas no terraço e que, conseqüentemente, efetuaram um dimensionamento fora dos parâmetros estipulados. Já a figura 34, ilustra a vazão de projeto adotada para esses empreendimentos, dividindo-os em três classes: inferior a 19,76 l/s.ha, que representa 95% da vazão decretada de 20,8 l/s.ha; entre 19,76 e 20,8 l/s.ha; e maior que 20,8 l/s.ha.

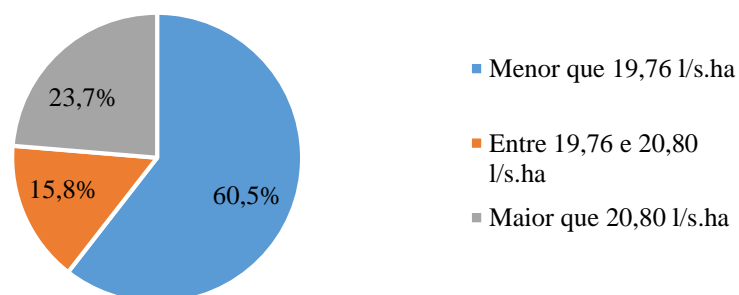
Figura 33 – Uso da área impermeável para cálculo do volume do reservatório



(fonte: própria do autor)

Observa-se, portanto, que um pouco mais de um quarto da amostra dimensionou o volume do reservatório considerando apenas a área do terraço. Isso implica que o controle de drenagem está sendo feito apenas na área plana ocupada pela edificação, e não na área total do lote, conforme previsto na legislação.

Figura 34 – Valor da vazão adotada nos projetos de reservatórios apenas no terraço



(fonte: própria do autor)

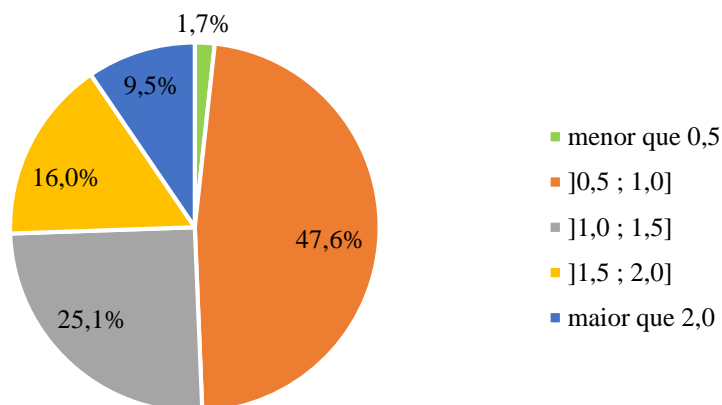
Sabe-se que o valor da vazão de projeto está diretamente relacionado à área total do lote do empreendimento. Nota-se que 76,3% dos projetos adotaram vazão de projeto menor ou igual a 20,80 l/s.ha, o que é resultado do uso de valores de área inferiores ao que é previsto nos decretos que nortearam e que norteiam o controle do escoamento pluvial na fonte no município de Porto Alegre – RS.

Portanto, percebe-se que os lotes que têm utilizado como medida de gerenciamento da drenagem na fonte reservatórios apenas em terraços têm cometido equívocos no dimensionamento de alguns dos parâmetros dos reservatórios, a exemplo: área de contribuição, vazão de projeto e volume de retenção do lote.

7.7 ALTURA ÚTIL DO RESERVATÓRIO

A altura útil do reservatório representa a profundidade máxima que a lâmina d'água pode atingir dentro do reservatório, ou seja, ela está diretamente relacionada ao volume de retenção. Toda vez que o evento de chuva superar o evento de dimensionamento (aquele determinado através da aplicação da curva IDF), o nível d'água deverá superar a altura útil e extravasar pelo vertedor de excessos. A figura 35 indica graficamente, por classes, a recorrência das alturas úteis dos projetos que adotaram unicamente reservatórios do tipo enterrado. Cabe ressaltar que a amostra possui 231 (duzentos e trinta e um) empreendimentos que se enquadram nessa classificação.

Figura 35 – Quantidade de reservatórios fechados em função da altura útil em metros



(fonte: própria do autor)

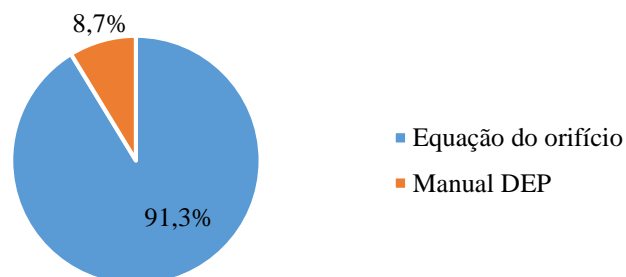
Nota-se que 49,3% dos projetos que adotaram dispositivos enterrados dimensionaram os reservatórios com profundidade útil menor ou igual a 1,0 metro, e 25,1% com altura útil entre 1,0 e 1,5 metros. Mais uma vez, percebe-se que não há uma tendência por parte dos projetistas em contextualizar ou integrar a bacia de detenção à paisagem ou ao urbanismo dos lotes por meio de reservatórios abertos que poderiam ser utilizados para outros fins, como recreação, jardinagem ou áreas de vivência, quando estão secos, pois, medidas estruturais de controle de drenagem com profundidade baixa, em alguns casos, podem ser melhor adaptadas ao uso cotidiano enquanto não estão detendo a água da chuva. Além disso, a manutenção dos reservatórios também seria facilitada por possuírem uma configuração aberta, o que facilita o trânsito de pessoas e equipamentos. Conforme orientações do DMAE (Departamento Municipal de Água e Esgoto) de Porto Alegre – RS, os reservatórios com altura inferior a 60 cm têm sua manutenção prejudicada

7.8 DIMENSIONAMENTO DO DESCARREGADOR FUNDO

Em consonância com o subitem 3.3.1 deste trabalho, pode-se dizer que o descarregador é o elemento hidráulico do reservatório responsável pelo cumprimento do critério da vazão de restrição, ou vazão de pré-dimensionamento, que a legislação vigente estabelece. Descarregadores de fundo mal dimensionados podem recorrer em uma vazão de saída acima daquela prevista ou em um volume de reservatório superior ao que seria necessário. Acerca desse dispositivo de controle do fluxo de saída de água, foram quantificados os seguintes itens:

- a) método de dimensionamento: a figura 36 mostra, em números percentuais, os métodos utilizados para o dimensionamento dos descarregadores de fundo da amostra;

Figura 36 – Método adotado para dimensionamento do Descarregador de fundo

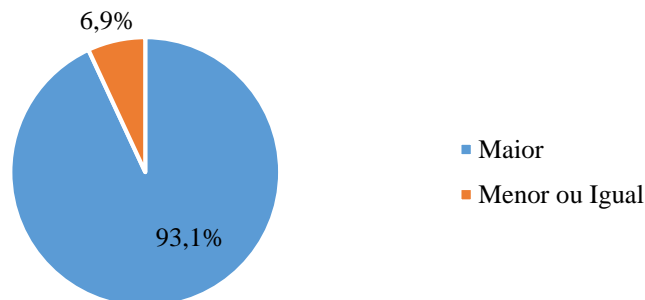


(fonte: própria do autor)

Observa-se que 91,3% dos empreendimentos optaram por dimensionar o descarregador de fundo através da equação da teoria do orifício, enquanto que apenas 8,7% escolheram utilizar uma das duas equações previstas no Manual de Drenagem Urbana do DEP. Conforme já mencionado no subitem 3.3.1 deste trabalho, as duas metodologias proporcionam resultados semelhantes. No entanto, as equações sugeridas pelo DEP são, aparentemente, de aplicação mais simples.

- b) valores calculados e adotados: a figura 37 apresenta as parcelas de projetos que dimensionaram o descarregador de fundo através da equação do orifício e que adotaram diâmetro superior e diâmetro inferior ao calculado; e

Figura 37 – Projetos que usam o diâmetro adotado em relação ao diâmetro calculado

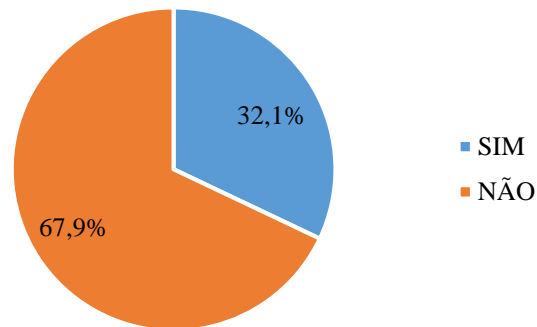


(fonte: própria do autor)

Percebe-se, portanto, que a maior parte da amostra em questão – 93,1% - empregou diâmetro do descarregador de fundo maior ao calculado analiticamente. Aditando-se um diâmetro superior ao calculado, teremos uma área de seção transversal maior e, conseqüentemente, uma maior vazão de saída através do descarregador de fundo, o que pode implicar um comprometimento de não ultrapassar o limite estipulado pela legislação de 20,8 l/s.ha.

- c) entupimento: a figura 38 retrata, em valores relativos, a quantidade de projetos de reservatórios de detenção da amostra que preveem a adoção de dispositivos que evitem o entupimento do descarregador de fundo.

Figura 38 – Projetos que preveem o emprego de dispositivos contra entupimento junto ao descarregador de fundo



(fonte: própria do autor)

Constata-se, pois, que apenas 32,1% dos projetos previram a instalação de dispositivos que previnem o entupimento do descarregador de fundo. Isso demonstra que muitos projetistas têm desconsiderado a alta capacidade de transporte de sedimentos que as chuvas torrenciais possuem até as águas chegarem no reservatório. Considerando que os descarregadores de fundo, na sua maioria, possuem diâmetros pequenos, eles podem apresentar problemas recorrentes de entupimento quando não são dimensionados juntamente com dispositivos que previnam o entupimento e quando não mantidos frequentemente.

7.9 PLANO DE MANUTENÇÃO DO DISPOSITIVO

A manutenção e limpeza dos dispositivos de detenção das águas pluviais é vital para o ideal funcionamento de toda a estrutura. O funcionamento ineficiente dos reservatórios pode contribuir para problemas como a disseminação de doenças e geração de odores (ABCP, 2013). Dentre os 390 empreendimentos analisados, apenas um, localizado no bairro Santa Maria Goretti, apresentou em projeto um plano de manutenção do dispositivo de controle. O projetista indicava que fosse feita a limpeza periódica do descarregador de fundo após cada evento de chuva torrencial.

7.10 OUTRAS OBSERVAÇÕES

Durante a análise dos projetos de dispositivos de controle de drenagem no lote da amostra, foram observadas outras peculiaridades que estão presentes em poucos empreendimentos. A seguir são citados esses itens:

- a) aproveitamento da água detida no reservatório: cinco projetos preveem o aproveitamento da água da chuva para outra atividade fim, como rega e reserva de combate a incêndio;
- b) telhado verde: três empreendimentos apresentaram a técnica do telhado verde como medida para diminuir a área impermeável a ser considerada no cálculo do volume do reservatório; e
- c) infiltração: um projeto prevê o uso de vala de infiltração e um prevê a adoção de pavimento permeável como alternativas para redução da área impermeável a ser computada no dimensionamento do volume final do dispositivo

8 CONCLUSÕES

O presente trabalho apresenta um diagnóstico baseado em 390 (trezentos e noventa) projetos de dispositivos de controle de drenagem na fonte construídos no município de Porto Alegre – RS -, fornecidos pela Secretaria Municipal de Infraestrutura e Mobilidade Urbana (SMIM) da Prefeitura Municipal de Porto Alegre (PMPA), coletando, analisando e tratando os seguintes dados:

- a) Método de dimensionamento do volume do reservatório;
- b) Tipo do reservatório projetado;
- c) Localização do reservatório no respectivo lote;
- d) Área do lote e área impermeável do lote;
- e) Volume calculado pelo método escolhido e volume adotado;
- f) Número de reservatórios utilizados para a detenção do escoamento do lote;
- g) Vazão de contribuição da bacia (lote) e método de cálculo utilizado;
- h) Coeficiente de escoamento adotado;
- i) Curva IDF utilizada;
- j) Tempo de concentração, período de retorno e intensidade de chuva empregados;
- k) Vazão de descarga do reservatório;
- l) Altura útil do reservatório;
- m) Metodologia de cálculo do diâmetro do descarregador de fundo;
- n) Diâmetro calculado e diâmetro adotado para o descarregador de fundo; e
- o) Previsão de uso de dispositivos contra entupimento.

Após uma análise criteriosa desses dados, na qual se verificaram e se quantificaram pontos como: parâmetros de projetos, metodologia aplicada e diretrizes seguidas, apresentou-se, por meio de ilustrações gráficas - contidas no item 7 deste trabalho -, os resultados dessas análises e chegou-se às conclusões a seguir.

8.1 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO

Até a data de 09 de abril de 2014, encontrou-se na amostra cinco métodos de dimensionamento do volume do reservatório. Entre esses métodos, três foram encontrados nas legislações pertinentes. São eles:

$$V = 0,02xA_t \quad \text{Equação 8.1.1}$$

$$V=0,04xA_i \quad \text{Equação 8.1.2}$$

$$V=0,0425x A_i \quad \text{Equação 8.1.3}$$

sendo o método definido pela equação 8.1.1 o mais empregado (77,8% dos casos). Compreende-se essa parcela elevada pelo fato de ser essa metodologia a que resultava o menor volume em lotes que possuem elevada taxa de área impermeabilizada. Para os outros dois métodos encontrados, que correspondem a 2,6% da amostra, não foram encontradas referências nas legislações municipais. Tais métodos são:

$$V = 0,01x A_t \quad \text{Equação 8.1.4}$$

$$V = 0,02x A_i \quad \text{Equação 8.1.5}$$

A partir de 9 de abril de 2014, o Decreto Municipal 18.611 passa a estabelecer uma única equação para o cálculo do volume dos reservatórios de detenção, a equação 8.1.3. Este trabalho concluiu que, após a referida data, 73,4% dos empreendimentos da amostra aplicaram tal equação, ao passo que 26,6% adotaram metodologias não mais vigentes ou não informaram a que foi utilizada.

8.2 CARACTERÍSTICAS DOS RESERVATÓRIOS ADOTADOS

Depois de compreender as metodologias de dimensionamento do volume dos reservatórios, fez-se um estudo de que tipos de reservatórios os projetistas empregaram nos lotes da amostra. Observou-se uma preferência pelo emprego de dispositivos fechados, 85,6% da amostra, enquanto que 10,5% adotaram bacias abertas e apenas 3,8% a aplicaram a combinação de dispositivos abertos com fechados. Esse dado demonstra que se pode ter maiores dificuldades na manutenção desses dispositivos do que se teria nos abertos. Além disso, reservatórios de detenção abertos apresentam maior possibilidade de integração com o uso da edificação na qual está instalado, através de espaços de lazer, de vivência ou paisagismo que seriam utilizados nos períodos em que o reservatório não esteja detendo as águas pluviais. Por comporem a maior parcela da amostra, analisou-se como os reservatórios fechados foram empregados nos lotes. Primeiro, em termos de localização, percebeu-se que a maioria, 69,2%, estão enterrados, enquanto que em 30,8% da amostra os projetistas procuram soluções de engenharia diferentes, como: aproveitamento do espaço sob a rampa de acesso das garagens dos edifícios (8,4%), emprego acima da cota de nível de referência do terreno (7,5%), estruturas pré-fabricas, que

podem facilitar a instalação do dispositivo, como reservatórios de fibra de vidro (6,9%) ou em tubos de concreto armado, comumente empregados nos demais tipos de instalações hidrossanitárias, (3,9%) e, ainda, reservatório construído em concreto nos pavimentos dos subsolos das edificações (3,6%).

Os reservatórios do tipo fechado enterrado, que são a escolha mais frequente na amostra, foram agrupados em classes, que variam de 0,5 em 0,5 metros, para compreender como eles classificam-se em termos de profundidade útil. Percebeu-se, então, que 49,3% desses elementos possuem altura útil menor ou igual a 1,0 metro.

Ademais, estudou-se como os reservatórios do tipo aberto, que seriam uma opção de medida estrutural de incorporação do dispositivo ao uso da edificação, foram empregados. Descobriu-se que 92,7% deles estão localizados no terraços e coberturas das construções, na medida que 7,3% foram projetados para ficar na superfície dos terrenos. Nesse caso identificaram-se dois reservatórios revestidos com grama e um funcionando como lago paisagístico.

Inferindo-se, então, a considerável parcela de projetos que empregaram reservatórios abertos no terraço ou na cobertura das edificações, estudou-se como eles têm sido aplicados. Verificou-se que 26,3% desses projetos consideraram o efetivo controle das águas pluviais apenas em relação à área do terraço, desconsiderando as áreas externas da construção no pavimento térreo, resultando em um subdimensionamento do gerenciamento da drenagem na fonte. Em seguida verificou-se que essas atitudes se refletiram no cálculo da vazão de restrição dos respectivos lotes, já que 76,3% dessa parcela da amostra definiram vazões de saída do lote menor ou igual à vazão decretada na legislação. Admitindo-se possíveis arredondamentos e aproximações matemáticas, checkou-se o percentual desses projetos que adotaram vazões menores que 19,76 l/s.ha, que representa 95% da vazão de 20,8 l/s.ha, e observou-se um valor de 60,5%.

8.3 VAZÃO DE RESTRIÇÃO

Além disso, foi feita uma interpretação da aplicação da vazão de restrição, também chamada de vazão de pré-dimensionamento, nos 390 projetos da amostra disponibilizada pela SMIM. Considerando-se possíveis atitudes de arredondamento e aproximações, aplicou-se uma margem de tolerância de 5,0% acima do valor previsto, ou seja, 21,84 l/s.ha. Visualizou-se que: 69,5% dos projetos aplicaram valor menor ou igual a 20,80 l/s.ha; 25,1% adotaram vazão entre

20,80 e 21,84 l/s.ha; e 5,4% assumiram uma vazão superior à margem de 5,0% considerada, isto é, maior que 21,84 l/s.ha. Conclui-se que, de certa forma, a questão da aplicação da vazão de restrição foi empregada satisfatoriamente pela grande maioria dos projetistas, 94,6%. Por outro lado, chama-se a atenção que os 5,4% dos demais lotes não estão, matematicamente, efetuando um controle de drenagem na fonte conforme preveem as legislações.

8.4 PARÂMETROS HIDROLÓGICOS

A totalidade dos projetos de controle da drenagem na fonte da amostra utilizaram o Método Racional para cálculo da vazão afluente ao reservatório e para dimensionamento do vertedouro. Como visto neste trabalho, para se definir a referida vazão são necessárias, além da área de contribuição, que nesse caso é a área total do terreno, duas variáveis: a intensidade I da chuva de projeto, em mm/h, e o coeficiente de escoamento superficial C que é adimensional. O primeiro deles traz embutidos mais três conceitos: a equação da curva Intensidade-Duração-Frequência – IDF, a qual é associada ao local geográfico de cada lote; o tempo de concentração t_c , em minutos, que é o tempo que água precipitada leva para escoar até o reservatório desde o momento em que tocou o solo; e o período de retorno Tr , em anos, que é o risco ao qual cada projeto está vinculado.

Ao analisarem-se os parâmetros relacionados à intensidade da chuva, verificou-se o emprego da curva IDF recomendada pelo DEP. Percebeu-se, então, que três bairros que totalizam treze empreendimentos da amostra, não possuem uma curva IDF recomendada pelo DEP, são eles: Alto Petrópolis, Campo Novo e Jardim Leopoldina. Porém, para tal análise, foram verificadas se as IDF recomendadas para os bairros vizinhos a esses foram empregadas nos projetos localizados nesses bairros. Logo, constatou-se que 81,3% dos projetistas adotaram a equação da curva IDF recomendada pelo Manual de Drenagem Urbana. Por outro lado, 18,7% adotaram uma equação diferente da recomendada, e entre eles, 30,1% podem ser considerados subdimensionados do ponto de vista da chuva de projeto, ou seja, o valor do período de retorno associado ao projeto é inferior ao adotado no cálculo.

Em relação às variáveis que compõem a equação da curva IDF, 100% dos lotes da amostra adotaram o valor de 5 minutos, que é o valor recomendado tanto pelo Manual de Drenagem Urbana de Porto Alegre – RS, como pela NBR10884/89. Já a análise do período de retorno, o

valor de 15 anos demonstrou-se como o mais na amostra, sendo 97,4% dos projetos, o que nos remete a valores superiores aos que o Manual de Drenagem prevê para a microdrenagem.

O Manual de Drenagem de Porto Alegre – RS orienta, ao aplicar-se o Método Racional para o dimensionamento do reservatório, a adoção de um coeficiente de escoamento C cujo valor esteja num intervalo entre 0,85 e 0,95, incluindo esses valores. Durante os estudos referentes ao coeficiente de escoamento superficial, conclui-se que 39,5% dos projetistas aplicaram coeficiente C menor que 0,85, que é o limite inferior do intervalo de coeficientes sugerido pelo DEP, além disso, notou-se que 60 projetos da amostra adotaram o valor 0,60 para C . Lembrando que este parâmetro é diretamente proporcional à vazão afluente ao reservatório, o que significa que, do ponto de vista de C , tanto a vazão efluente quanto o vertedor de excesso estão subdimensionados.

8.5 DESCARREGADOR DE FUNDO

Sobre a definição e emprego do descarregador de fundo, que é o elemento hidráulico responsável em garantir o cumprimento da vazão de restrição proporcional à área do respectivo lote, concluiu-se que a totalidade dos projetos o dimensionaram ou através da equação da teoria do orifício (91,3%), ou através das equações sugeridas no Manual de Drenagem Urbana (8,7%). Cabe ressaltar que as equações proporcionam valores muito próximos. Ao se comparar o valor de diâmetro calculado com o valor comercial adotado, percebeu-se que 93,1% dos projetos adotaram valores maiores que os obtidos pelo método de cálculo. Isso aponta que, nesse percentual de projetos, a seção transversal do descarregador de fundo é superior àquela que de fato deveria ser, o que torna a vazão de saída através do descarregador de fundo superior a que é estipulada pela legislação, configurando-se um subdimensionamento do ponto de vista desse elemento hidráulico.

Ainda sobre o descarregador de fundo, o Manual de Drenagem Urbana de Porto Alegre –RS aconselha a instalação de filtros junto a orifício de saída do reservatório. Verificou-se, pois, que 32,1% dos projetos preveem o uso de filtros, demonstrando que possíveis entupimentos não foram uma questão considerada por cerca dois terços dos projetistas da amostra em questão.

8.6 PLANO DE MANUTENÇÃO DOS RESERVATÓRIOS

Apenas um entre os trezentos e noventa projetos analisados apresentou diretrizes para manutenção do reservatório instalado de modo a contribuir para o ideal funcionamento do dispositivo de controle de drenagem na fonte. Portanto, aparentemente, essa é outra questão com a qual os profissionais encarregados pelos projetos não têm demonstrado preocupação.

8.7 RESUMO DAS CONCLUSÕES

A tabela 7 abaixo apresenta um resumo dos itens analisados na amostra de 390 projetos de dispositivos de drenagem disponibilizados pela SMIM, bem como dos seus respectivos resultados.

Tabela 7 - Quadro Resumo das conclusões do trabalho

Item Analisado	Resultados Obtidos		
Equação Dimens. Volume	Antes do Decreto 18.611	V=0,02.Ar 77,8%	Outros 22,2%
	Depois do Decreto 18.611	V=0,0425.Ai 73,4%	Outros 26,6%
Tipo de Reservatório	Fechado 85,6%	Aberto 10,5%	Comb. (fech. + abert) 3,8%
Reservatórios Fechados	Enterrado 69,2%	Outros 30,8%	
Altura útil dos Reserv. Enterrados	≤ 1,0 metro 49,3%	> 1,0 metro 50,7%	
Reservatórios Abertos	Terraço 92,7%	Superfície 7,3%	
Reservatórios apenas no Terraço	Área considerada	Apenas do terraço 26,3%	Todo lote 73,7%
	Vazão de Restrição	≤ 20,8 l/s.ha 76,3%	> 20,8 l/s.ha 23,7%
Curva IDF	Curva Recomendada 81,3%	Curva NAO Recomen. 18,7%	
Uso da IDF NAO Recomendada	Subdimensionados 30,1%	Superdimensionados 69,9%	
Risco de Projeto (Tr)	15 anos 97,4%	50anos 1,5%	Outros 1,1%
Tempo de Concentração (tc)	5 minutos 100%	Outros 0%	
Coefficiente de Escoamento C	C < 0,85 39,5%	0,85 ≤ C ≤ 0,95 52,6%	C > 0,95 7,9%
Vazão de Restrição Adotada (todos empr.)	≤ 20,8 l/s.ha 69,5%	> 20,8 l/s.ha 30,5%	
Diâmetro do Desc. de Fundo	adotado > calculado 93,1%	adotado ≤ calculado 6,9%	
Uso de dispositivo contra entupimento	SIM 32,1%	NAO 67,9%	
Plano de Manuten. do Reservatorio	SIM 1 empreend.	NAO 389 empreend.	

(fonte: própria do autor)

9 TRABALHOS FUTUROS

Como sugestões para trabalhos futuros, que também verifiquem a aplicação apropriada das diretrizes, metodologias e recomendações das legislações vigentes e do Manual de Drenagem Urbana de Porto Alegre – RS -, alguns itens que não foram objetos desse estudo podem ser explorados, tais como:

- a) verificação se os valores de área total e percentual de área impermeável declaradas pelos projetistas estão de acordo com as dimensões do lote e com a ocupação e uso do solo;
- b) análise do dimensionamento dos vertedores de excessos dos dispositivos;
- c) comparação do dimensionamento do volume dos reservatórios calculado pelo método aplicado pelo projetista com a aplicação do método da Curva Envelope;
- d) verificação da ligação hidráulica feita entre os reservatórios e a rede pública de drenagem pluvial; e
- e) verificação da aplicação das legislações ao dimensionamento de dispositivos de controle de drenagem do escoamento pluvial do tipo infiltração;

REFERÊNCIAS

ABCP, Associação Brasileira de Cimento Portland. Programa Soluções para cidades. **Iniciativas Inspiradoras: O Plano Diretor de Drenagem Urbana**. Brasil 2013. Disponível em: http://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2013/07/AF_Inic%20Insp03_pl%20drenagem_web.pdf>. Acesso em 10 out 2017

ABCP, Associação Brasileira de Cimento Portland. Programa Soluções para cidades. **Projeto Técnico: Jardins de Chuva**. Brasil 2013. Disponível em: http://solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2013/04/AF_Jardins-de-Chuva-1.jpg>. Acesso em 17 nov 2017.

ABCP, Associação Brasileira de Cimento Portland. Programa Soluções para cidades. **Projeto Técnico: Reservatórios de Detenção**. Brasil 2013. Disponível em: http://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2013/09/AF_Reservatorios%20Deten_web.pdf>. Acesso em 10 out 2018

ANA: Agência Nacional de Águas. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/>>. Acesso em: 18 out. 2017.

ANA, 2011: **Capacitação para gestão das águas – Lei das Águas**. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/>>. Acesso em: 18 out. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10884**: instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989

BAPTISTA, Márcio; LARA, Márcia. **Fundamentos de Engenharia Hidráulica**, 3ª Edição. Belo Horizonte: UFMG, 2014.

BRASIL. Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios** / Celso Santos Carvalho, Eduardo Soares de Macedo e Agostinho Tadashi Ogura, organizadores – Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.

BRITO, Fausto. Dossiê Migração – O deslocamento da população brasileira para as metrópoles, **Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo**, São Paulo v. 20, n. 57, mai./ago. 2006.

CAMPANA. N. A; TUCCI, C. E. M. Previsão da vazão em Macrobacias Urbanas: Arroio Dilúvio em Porto Alegre. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 4, n. 1, jan/mar 1999.

CARMO, Wagner José Elias; MARCHI, Luciana Favalessa De. Uma visão holística do plano diretor de drenagem urbana. **Revista Jus Navigandi**, ISSN 1518-4862, Teresina, ano 18, n. 3796, 22 nov. 2013. Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/25944>>. Acesso em: 1 nov. 2017.

CHAPECÓ – SC. Lei Complementar nº 243, de 10 de março de 2008. Dispõe sobre a Obrigatoriedade de Instalação de Reservatórios e Valas de Infiltração para Aproveitamento de Água da Chuva em Edificações. **Diário Oficial de Chapecó**, Chapecó – SC, 12 mar. 2008

COLLISCHONN, Walter; TASSI, Rutinéia. **Introduzindo Hidrologia**. Apostila do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, maio de 2008.

COLLINSCHONN, Walter; DORNELLES, Fernando. **Hidrologia para engenheiros e ciências ambientais**, 2ª Edição. Porto Alegre: ABRH, 2015.

COMITÊ DO LAGO GUAÍBA. Porto Alegre, c 2016. Disponível em: <<http://comitedolagogaiba.com.br/historico/>>. Acesso em 18 out. 2017.

CRUZ, M. A. S; SOUZA, C. F; TUCCI, C. E. M. Controle da Drenagem Urbana no Brasil: Avanços e Mecanismos para sua Sustentabilidade. In: XVIII Simpósio da ABRH - Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2009, Campo Grande, MS. **Anais...** Porto Alegre, RS: ABRH, 2009.

CURITIBA – PR. Decreto nº 176, de 20 de março de 2007. Dispõe sobre os Critérios para Implantação dos Mecanismos de Contenção de Cheias. **Diário Oficial de Curitiba**, Curitiba – PR, 22 mar. 2007.

DADOS Climáticos para as cidades mundiais. Porto Alegre, c2017. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/location/3845/>>. Acesso em 27 out. 2017.

DEP/IPH, Departamento de Esgotos Pluviais – Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Plano Diretor de Drenagem Urbana - Manual de Drenagem Urbana**. Porto Alegre, 2005. DEP/PMPA. Departamento de Esgotos Pluviais, Prefeitura Municipal de Porto Alegre. **Drenagem Urbana – Proteção contra cheias**. Disponível em: < http://www2.portoalegre.rs.gov.br/dep/default.php?p_secao=73> Acesso em: 30 out. 2017.

FEPAM: Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – RS. Porto Alegre, c2017. Disponível em:< http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/qualidade_jacui >. Acesso em 16 out. 2017.

GOLDENFUM, Joel Avruch. GONÇALVES, Lidiane Souza. SOUZA, Chistopher Freire. **Planejamento Integrado de Sistemas de Drenagem Urbana**. Apostila desenvolvida para o curso de capacitação da Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental (RECESA) no Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, abril de 2007.

GOLDENFUM, Joel Avruch. Principais Elementos Necessários para Regulamentação da Drenagem Urbana. In: XXII Simpósio da ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2017, Florianópolis, SC. Anais... Porto Alegre, RS: ABRH, 2017.

HELFER, Ana Luzia. **Controle do Escoamento Superficial em uma Bacia Urbana considerando como Vazão de Restrição a Capacidade de Suporte da Rede de Drenagem**. 2018. Plano de Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

INMET: Instituto Nacional de Meteorologia. Brasil, c2017. Disponível em: < http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf>. Acesso em 27 out. 2017.

LEOPOLD, L.B. 1968. **Hydrology for Urban Planning – A Guide Book on the Hydrologic Effects on Urban Land Use**. USGS circ 554, 18p.

NETO, J. A. Freitas. **História Geral e do Brasil** – Volume único. 2ª Edição, São Paulo: Harbra, 2010.

PESSOA, M. L. (Org.). Clima do RS. In: _____. **Atlas FEE**. Porto Alegre: FEE, 2017. Disponível em: < <http://atlas.fee.tche.br/rio-grande-do-sul/socioambiental/clima/> >. Acesso em: 27 de outubro de 2018.

PMPA, Prefeitura Municipal de Porto Alegre. **PDDUA – Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental**. Porto Alegre, 2010.

PORTO ALEGRE. Decreto Municipal nº 18.611, de 09 de abril de 2014. Regulamenta o controle da drenagem urbana e revoga os itens 4.8.6, 4.8.7 e 4.8.9 do decreto nº 14.786, de 30 de dezembro de 2004 e o Decreto nº 15.371, de 17 de novembro de 2006. **Diário Oficial de Porto Alegre**, Porto Alegre, 15 de abr. 2014.

RECIFE – PE. Lei nº 18.112, de 12 de janeiro de 2015. Dispõe sobre a melhoria da qualidade ambiental das edificações por meio da obrigatoriedade de instalação do “telhado verde”, e construção de reservatórios de acúmulo ou de retardo do escoamento das águas pluviais. **Diário Oficial Municipal**, Recife – PE, 13 jan. 2015.

RIGHETTO, Antonio Marozzi. **Manejo de Águas Pluviais Urbanas – Projeto PROSAB – Edital 5**. Natal. ABES. 2009. Disponível em: < https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosab5_tema_4.pdf > Acesso em 05 Set 2018.

RIO GRANDE DO SUL. Comitê do Lago Guaíba. **Revista Plano de Bacia do Lago Guaíba**, edição março de 2017,

SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto. Sete Lagoas – MG, c-2017. Disponível em: <http://www.saaesetelagoas.com.br/post/73/ciclo-hidrologico>. Acesso em 3 nov. 2017.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 12.526, de 02 de janeiro de 2007. Estabelece Normas para a Contenção de Enchentes e Destinação de Águas Pluviais. **Diário Oficial do Estado de São Paulo – Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo**, São Paulo, 04 jan. 2007

SARTORI, Anderson et al. Classificação Hidrológica de Solos Brasileiros para a Estimativa da Chuva Excedente com o Método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos Parte 1: Classificação. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 10, n. 4, dez 2005.

SILVEIRA, A. L. L.; GOLDENFUM, J. A. Metodologia Generalizada para Pré-Dimensionamento de Dispositivos de Controle Pluvial na Fonte. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 12, n. 2, p. 157-168, Abr/Jun, 2007.

TASSI, Rutinéia. **Efeito dos Microrreservatórios de lote sobre a macrodrenagem urbana**. 2002. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

TAYLOR, A.B.; SCHWARZ, H.E. 1952. **Unit-Hydrograph lag and peak flow to basin characteristics Transactions**. American Geophysical Union

TOMAZ, Plínio. **Manejo de Águas Pluviais**. Apostila do curso de ministrado à Secretaria de Autônomo de Água e Esgoto de Guarulhos – SP, julho de 2013. ISBN 85-905933-3-9

TOMINAGA, Erika Naomi de Souza. **Urbanização e Cheias: Medidas de Controle na Fonte**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

TROLEIS, Adriano Lima; BASSO, Luiz Alberto. Porto Alegre: Urbanização, sub-habitação e Consequências Ambientais **Boletim Gaúcho de Estatística**. Porto Alegre, n. 37, 2011.

TUCCI, Carlos E. M. Aspectos Institucionais do Controle das Inundações Urbanas. In: **I Seminário de Recursos Hídricos do Centro-Oeste**. Brasília, 1999.

TUCCI, Carlos E. M. Coeficiente de escoamento e Vazão Máxima de Bacias Urbanas. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 5, n. 1, p. 61-68, Jan/Mar, 2000.

TUCCI, Carlos E.M; BERTONI, Juan Carlos. **Inundações Urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: ABRH, 2003.

TUCCI, Carlos E. M. **Gestão de águas pluviais urbanas – Saneamento Para Todos**. Brasília: Ministério das Cidades, 2005.

ZAHED FILHO, Kamel. **Água em Ambientes Urbanos - Medidas Não Estruturais de Drenagem Urbana**. Apostila da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, junho de 2006.

ZERO HORA. Porto Alegre: Grupo RBS, [1967, 22 set.]. Diário.

Nr	Bairro	Tipo Empreendimento	ANO	Aberta ou Fechada	Localização	Método	Área lote (m ²)	Área Imp. (m ²)	Volume Calculado	Volume Adotado	Número de Bacias	menor H útil (m)	Q (L/s) adotada	Método	Diâm. Calc. (mm)	Diâm. adot. (mm)	Vazão e Vetedor	tc (min)	Tr (anos)	IDF Adotada	l (mm/h)	Dispos. Cont. entup.	
1	Ipanema	Comercial	2010	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1994,02	1545,06	39,88	40,41	1	1,47	Decreto	3,7	Equação	57	75	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38	SIM
2	Floresta	Comercial	2011	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAt	3448,57	1977	39,54	39,55	1	1,2	Decreto	7,28	Equação	15	50	Racional / Equação	5	15	IPH	122,31	
3	Partenon	Comercial	2012	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	807,1	470,75	16,14	16,2	1	1,35	Decreto	2,65	Equação	22	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12	
4	Campo Novo	Comercial	2012	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1100		22,22		1	0,9	Decreto	2,28	Equação	44	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	170	SIM
5	Campo Novo	Residencial	2012	Aberta	Lago paisag.	V=0,01xAt	19331,91		193,32	195	1	0,75	Decreto	1,74	Equação	29	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,39	
6	Sarandi	Residencial	2012	Fechada	Enterrada	V=0,01xAt	13745,06		137,46	137,46	2	1	Decreto	2,90	Equação	31	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	189,38	
7	Praia de Belas	Público	2012	Fechada	Enterrada	V=0,04xAt	5044	900	36	36	1	1	Decreto	5,4	Equação	33	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,52	
8	Cristo Redentor	Residencial	2012	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	2253,06		45,06	44,81	1	1,55	Decreto	6,7	Equação	47	150	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12	
9	Alto Petrópolis	Comercial	2012	Fechada	Enterrada	V=0,04xAt	1076,92	202,9	8,12		1	1,36	Decreto	20,91	Equação	80	100	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38	SIM
10	São João	Comercial	2012	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	844,14		16,88	17	1	0,7	Decreto	5	Equação	49	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38	
11	Cristo Redentor	Residencial	2012	Fechada	Sob rampa	V=0,02xAt	770,51		15,41	15,4	1	1,1	Decreto	1,8	Equação	41	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,35	SIM
12	Passo D'Areia	Comercial	2012	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	817,17		17,42	17,7	1	0,6	Decreto	2,23	Equação	22	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38	
13	Petropolis	Residencial	2012	Fechada	Sob rampa	V=0,02xAt	841,71		16,83		1	1,48	Decreto	3,22	Equação	35	40	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,35	
14	Tristeza	Misto	2012	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	77613,16		152,26	155,58	3	1,3	Decreto	161,43537	Equação	66	75	Racional / Equação	5	15	Redenção	165	SIM
15	Santo Antonio	Residencial	2012	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1301		26,02	25,6	1	0,8	Decreto	2,03	Equação	29	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12	SIM
16	Sarandi	Residencial	2012	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	2833,89		56,67	57	1	0,8	Decreto	7,1	Equação	50	75	Racional / Equação	5	15	Redenção	164,23	
17	Petropolis	Misto	2012	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	10140		202,81	200	3	1,5	Decreto	8,9	Equação	62	75	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,01	
18	Petropolis	Comercial	2012	Fechada	Sob rampa	V=0,02xAt	931,48		18,63		1	1,38	Decreto	8,32	Manual DEP	53	50	Racional / Equação	5	25	NBR10844	146	
19	Farrougilha	Residencial	2012	Aberta	Terraço	V=0,02xAt	1458,56	169,79	29,17	29,68	4	0,175	Decreto	2,4	Manual DEP	28	32	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,53	SIM
20	Farrougilha	Público	2012	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAt	16294	16294	692,5	1068	1	1,05	Decreto	2,7	Equação	37	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito		SIM
21	Sarandi	Comercial	2013	Fechada	Superfície	V=0,02xAt	2232,95		44,66	50,00	2	3,95	Decreto	20,8	Equação	17	25	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	190	
22	Nonoal	Residencial	2013	Fechada	Tubular	V=0,02xAt	4094,31		81,88	82	Tubular	0,8	Decreto	33,89	Equação	122	150	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12	
23	Alto Petrópolis	Residencial	2013	Fechada	Tubular	V=0,02xAt	4780,68	929,84	95,61	102,68	Tubular	0,8	Decreto	2,36	Equação	40	40	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,39	
24	Sarandi	Comercial	2013	Fechada	Fibra de vidro	V=0,02xAt	235,4		4,71	12	1	1	Decreto	1,94	Equação	28	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	190	
25	Sarandi	Comercial	2013	Fechada	Superfície	V=0,0425xAt	2594,79	712,67	29,24	29,25	1	5,3	Decreto	1,32	Equação	41	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,53	SIM
26	Menino Deus	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	2128		38,86	38,86	1	0,8	Decreto	1,60	Equação	32	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38	
27	Boa Vista	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	3221,33		66	66	1	2	Decreto	2,43	Equação	40	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38	SIM
28	Jardim Lindoia	Comercial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAt	2852,11	2852,11	121,11	266,33	1	1,65	Decreto	6,04	Equação	48	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12	SIM
29	Floresta	Comercial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1709,1		34,18	34,45	1	0,9	Decreto	0,20	Equação	5	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12	
30	Moinhos de Vento	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1823,68		36,47	36,47	1	1	Decreto	1,10	Equação	22	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12	SIM
31	Cavallhada	Público	2013	Fechada	Fibra de vidro	V=0,04xAt	1705	380	15,2	15	1	2,8	Decreto	1	Equação	22	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,01	
32	Praia de Belas	Público	2013	Fechada	Enterrada	V=0,04xAt	708,6	708,6	28,35		1	1	Decreto	1,77	Equação	30	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38	
33	Chácara das Pedras	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	10054,1		201,08	201	1	2,25	Decreto	10,00	Equação	78	100	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12	
34	Partenon	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1759,18		35,18	36,37	1	1,07	Decreto	8,50	Equação	61	75	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12	
35	Passo D'Areia	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	645,51		12,91	12,92	1	1,7	Decreto	0,50	Equação	15	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,52	
36	Rio Branco	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1661,36		33,22	29,45	1	0,85	Decreto	1	Equação	20	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38	
37	Praia de Belas	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	3173,24		63,47	63,48	1	1,05	Decreto	4,43	Equação	48	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12	SIM
38	Petropolis	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	247,5		4,95	4,95	1	1	Decreto	4,11	Equação	63	75	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12	
39	Passo D'Areia	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,04xAt	15801,99	6017,65	240,71	275,29	7	2	Decreto	5,93	Equação	77	75	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,52	
40	Agronomia	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	10219,92		204		1	0,92	Decreto	3,54	Equação	42	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12	SIM
41	Vila Ipiranga	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	728,06		14,56		1	1,06	Decreto	3,8	Equação	42	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12	
42	Bom Fir	Residencial	2013	Aberta	Terraço	V=0,02xAt	2950,8		59,06	57,2	4	0,02	Decreto	2,8	Equação	29	32	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,53	SIM
43	Tristeza	Residencial	2013	Fechada	Sob rampa	V=0,02xAt	2187,8		43,76	40,71	3	1,3	Decreto	2,04	Equação	29	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,39	SIM
44	Moinhos de Vento	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	933,61		18,7	18,9	1	1	Decreto	0,8	Equação	15	50	Decreto / Equação	5	15	8º Distrito	189,38	
45	São José	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	677,56		13,55	13,84	2	0,6	Decreto	1,47	Manual DEP	50	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12	
46	Menino Deus	Residencial	2013	Fechada	Sob rampa	V=0,02xAt	786,5		15,73	14,9	1	1,35	Decreto	1,3	Equação	23	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,39	SIM
47	Menino Deus	Residencial	2013	Fechada	Sob rampa	V=0,02xAt	665,93		13,1	13,22	1	1	Decreto	6,4	Manual DEP	74	75	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,39	SIM
48	Azenha	Residencial	2013	Fechada	Sob rampa	V=0,02xAt	2444,71		48,88	48,92	1	1,52	Decreto	3,27	Equação	20	32	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12	SIM
49	Bom Jesus	Comercial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,04xAt	663,95	283,11	11,32	11,6	1	2	Decreto	3,7	Equação	40	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38	SIM
50	Jardim Floresta	Comercial	2013	Aberta	Gramado	V=0,02xAt	7745		154,9	179	1	0,3	Decreto	0,35	Equação	23	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12	SIM
51	Sarandi	Residencial	2013	Fechada	Tubular	V=0,02xAt	6472,04		129,44	103,68	2	2,1	Decreto	3,29	Equação	48	75	Racional / Equação	5	15	Redenção	164,28	
52	Auxiliadora	Comercial	2013	Fechada	Sub-solo	V=0,0425xAt	1203,67	976,85	46,33	40	1	2	Decreto	7,72	Equação	26	32	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,39	
53	Independência	Comercial	2013	Fechada	Sob rampa	V=0,02xAt	1188,12		23,76	24,03	1	1,25	Decreto	1,59	Equação	36	40	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,39	
54	Azenha	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1151,21		23,02	24	1	1	Decreto	14,49	Equação	81	100	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	125	
55	Petropolis	Residencial	2013	Fechada	Fibra de vidro	V=0,04xAt	827,55	258,8	10,35	10	1	2,3	Decreto	1,53	Equação	25	50	Racional / Equação	5	15	Redenção		
56	Passo D'Areia	Residencial	2013	Fechada	Superfície	V=0,02xAt	4886,46		97,73		1	1,55	Decreto	1,8	Equação	29	32	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,35	SIM
57	Gloria	Comercial	2013	Fechada	Fibra de vidro	V=0,02xAt	830,98		16,62	20	2	2,3	Decreto	1,6	Equação	46	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito		
58	Partenon	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1262,89		45,25	42,3	1	0,65	Decreto	0,37	Equação	21	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,52	SIM
59	Chácara das Pedras	Comercial	2013	Fechada	Superfície	V=0,02xAt	2251		45,02	41,52	2	3	Decreto	2,3	Equação	25	32	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,35	SIM
60	Jardim Carvalho	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAt	1096,05	631,06	26,82	26,82	1	1	Decreto	3,4	Equação	40	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,01	
61	Auxiliadora	Residencial	2013	Fechada	Sub-solo	V=0,02xAt	695,52		13,9	13,91	1	1,73	Decreto	1,6	Manual DEP	29	32	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12	
62	Rio Branco	Residencial	2013	Fechada	Fibra de vidro	V=0,02xAt	6315,35		126,31	135	18	1,65	Decreto	4,16	Manual DEP	13	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,35	

Nr	Bairro	Tipo Empreendimento	ANO	Aberta ou Fechada	Localização	Método	Área lote (m ²)	Área Imp. (m ²)	VOLUME Calculado	VOLUME Adotado	Número de Bacias	menor H útil (m)	Q (L/s) adotada	Método	Diâm. Calc (mm)	Diâm. adot. (mm)	Vazão e Vetedor	tc (min)	Tr (anos)	IDF Adotada	i (mm/h)	Dispos. Cont. entup.
68	Gloria	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	6788		135,9	135,9	1	2,2	Decreto	4,7	EQUAÇÃO	41	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	122,52
69	Sarandi	Comercial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,04xAt	1020	690	27,6	27,7	1	1,09	Decreto	0,52	EQUAÇÃO	16	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38
70	Menino Deus	Residencial	2013	Aberta	Terraço	V=0,02xAt	1189,87		23,8	24,7	1	0,1	Decreto	1	EQUAÇÃO	20	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,01
71	São João	Residencial	2013	Aberta	Terraço	V=0,0425xAt	798,1	753,76	32,03	32,04	1	0,28	Decreto	1,2	EQUAÇÃO	23	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,39
72	São João	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	711,47		14,23	14,3	1	0,8	Decreto	12,48	EQUAÇÃO	71	75	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,52
73	Cristo Redentor	Residencial	2013	Aberta	Terraço	V=0,0425xAt	1424,74	451,4	19,18	18,72	1	0,1	Decreto	6,03	Manual DEP	48	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,01
74	Sarandi	Residencial	2013	Fechada	Tubular	V=0,02xAt	4972,5		99,45	84,4	2	1,5	Decreto	10,65	EQUAÇÃO	12	25	Racional / Equação	5	15	Redenção	164,28
75	Bela Vista	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1261,23		25,22	25,2	1	0,8	Decreto	5,28	EQUAÇÃO	51	150	Racional / Equação	5	15	IPH	122,31
76	Petropolis	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1306,78		26	28	1	1,55	Decreto	1,51	EQUAÇÃO	26	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,52
77	Passo D'Areia	Comercial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	3835,55	79,98	76,71	79,98	3	2,2	Decreto		EQUAÇÃO	7	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38
78	Petropolis	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	2596,11		51,92	52,22	1	0,9	Decreto	2,53	EQUAÇÃO	57	75	Racional / Equação	5	15	Redenção	164,45
79	Alto Petrópolis	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	19939,84		398,8	400,16	3	1,2	Decreto	12,19	EQUAÇÃO	71	75	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38
80	Tristeza	Comercial	2013	Fechada	Sob rampa	V=0,02xAt	247,6		49,43	27	1	0,85	Decreto	10,2	EQUAÇÃO	66	75	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	170
81	Jardim Botânico	Comercial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAt	660	75	21,04	21,09	1	0,75	Decreto	4,55	EQUAÇÃO	51	75	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38
82	São José	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	9680,06	8910,12	178,02	179,77	7	0,75	Decreto	1,94	EQUAÇÃO	30	30	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12
83	Alto Petrópolis	Comercial	2013	Fechada	Superfície	V=0,02xAt	752		17,22	17,23	1	1,7	Decreto	7,43	EQUAÇÃO	65	75	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,35
84	Petropolis	Comercial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAt	792	792	33,66	33,66	1	1,5	Decreto	0,7	EQUAÇÃO	21	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38
85	Alto Petrópolis	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	11465,8		229,31	229,3	3	2,3	Decreto	1,63	EQUAÇÃO	25	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	164,45
86	Petropolis	Residencial	2013	Fechada	Fibra de vidro	V=0,02xAt	11554,4		23	21,32	2	2,46	Decreto	1,56	Manual DEP	28	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12
87	Tristeza	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	4312		86,24	98,15	1	2,71	Decreto	1,4	EQUAÇÃO	25	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38
88	Santa Maria Goretti	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1419,24		28,38	30	1	1	Decreto	5,1	EQUAÇÃO	51	75	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38
89	Bom Jesus	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1470		29,4	30	1	2	Decreto	2,4	EQUAÇÃO	30	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38
90	Centro	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	2587,2		51,74	51,79	1	1,7	Decreto	1,4	EQUAÇÃO	21	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38
91	Camaquã	Residencial	2013	Aberta	Terraço	V=0,0425xAt	2147,01	2147,01	91,23	91,25	13	0,185	Decreto	2,09	Manual DEP	32	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	119,98
92	Teresopolis	Comercial	2013	Fechada	Sub-solo	V=0,02xAt	1722,57		34,45	34,48	2	0,67	Decreto	1,65	EQUAÇÃO	28	32	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,53
93	Partenon	Residencial	2013	Fechada	Fibra de vidro	V=0,02xAt	1214,23		24,28	30	3	2,22	Decreto	2,9	EQUAÇÃO	35	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	165,01
94	Rio Branco	Residencial	2013	Fechada	Fibra de vidro	V=0,02xAt	1088,93		21,78	40	2	2,3	Decreto	14,32	EQUAÇÃO	38	75	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,35
95	Rio Branco	Comercial	2013	Fechada	Sob rampa	V=0,02xAt	1016,4		20,45	20,45	1	1	Decreto	2,1	EQUAÇÃO	44	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12
96	Menino Deus	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1682,78		33,65	34,5	1	2	Decreto	1,1	EQUAÇÃO	115	150	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,52
97	São Geraldo	Residencial	2013	Fechada	Superfície	V=0,0425xAt	36757,36		260	260	5	2,3	Decreto	76,45	EQUAÇÃO	143	150	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12
98	Três Figueiras	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	928,85		18,50	18,5	1	1,2	Decreto	2,5	Manual DEP	29	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38
99	Camaquã	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	792,16		15,8	16	1	1,2	Decreto	2,5	EQUAÇÃO	33	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38
100	Sarandi	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	698,74		13,97	14,03	1	0,9	Decreto	1,7	EQUAÇÃO	24	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38
101	Santa Maria Goretti	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	7900,94		158,02	158,5	3	0,75	Decreto	1,72	EQUAÇÃO	23	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38
102	Cristal	Comercial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,04xAt	2940,46	1030,34	43,79	44,16	1	0,8	Decreto	6,75	EQUAÇÃO	66	75	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	190
103	Cristo Redentor	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1024,78		20,5	21	1	1	Decreto	4,68	EQUAÇÃO	67	75	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38
104	Jardim do Salsó	Comercial	2013	Aberto/fechado	Terraço/terreo	V=0,02xAt	4809,25		96,19	96,2	11	0,12	Decreto	2,37	Manual DEP	36	40	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,35
105	Passo D'Areia	Residencial	2013	Fechada	Sub-solo	V=0,02xAt	1707,57		34,15	34,15	1	1,7	Decreto	10,4	EQUAÇÃO	81	100	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,39
106	Três Figueiras	Público	2013	Fechada	Sub-solo	V=0,04xAt	1982,71	727	30,9	30,9	1	1,45	Decreto	2,2	EQUAÇÃO	11	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,01
107	Tristeza	Residencial	2013	Aberta	Terraço	V=0,0425xAt	678,7	275,53	11,71	12,08	1	0,5	Decreto	1,63	EQUAÇÃO	35	40	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,39
108	Tristeza	Residencial	2013	Fechada	Superfície	V=0,02xAt	734,76		14,69	14,7	1	0,9	Decreto	1,5	EQUAÇÃO	24	25	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,35
109	Bela Vista	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1385,16	977,08	19,54	20	1	1	Decreto	1,44	EQUAÇÃO	22	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38
110	Santo Antonio	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	3311,63		66,23	66,15	1	1,35	Decreto	7,8	EQUAÇÃO	53	60	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,01
111	Gloria	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	4271,45		85,43	86,2	2	1,2	Decreto	1,01	EQUAÇÃO	16	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38
112	Gloria	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	7695,37	4233,24	84,66	85,84	1	1,35	Decreto	2,44	EQUAÇÃO	11	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38
113	Alto Petrópolis	Comercial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1004,34	636,77	20,08	16,2	1	0,93	Decreto	1,8	EQUAÇÃO	19	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38
114	Petropolis	Residencial	2013	Aberta	Superfície	V=0,02xAt	1780		35,6	36	1	0,75	Decreto	3,24	EQUAÇÃO	31	40	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,38
115	Rio Branco	Residencial	2013	Aberta	Terraço	V=0,02xAt	937,73		18,75	22,8	8	0,1	Decreto	1,63	EQUAÇÃO	27	40	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,39
116	Teresopolis	Residencial	2013	Fechada	Tubular	V=0,02xAt	7050		141,52	144,87	7	0,85	Decreto	3,4	EQUAÇÃO	40	40	Racional / Equação	5	15	Redenção	164
117	Rio Branco	Residencial	2013	Fechada	Superfície	V=0,02xAt	914,47		18,29	18,29	1	1,1	Decreto	3,18	EQUAÇÃO	44	50	Racional / Equação	5	25	Aeroporto	170
118	Petropolis	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1329,89		20,4	26,5	1	1	Decreto	1,65	Manual DEP	30	50	Racional / Equação	5	50	8º Distrito	232,47
119	Ipanema	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1325,03		26,5	26,57	1	0,8	Decreto	5,4	EQUAÇÃO	44	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38
120	Cristal	Misto	2013	Aberta	Terraço	V=0,0425xAt	5925	4529,54	192,51	200	2	0,21	Decreto	1,83	EQUAÇÃO	28	40	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,53
121	Jardim Dona Leopoldina	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	12175,55		243,51	247	1	1,5	Decreto	3,5	EQUAÇÃO	34	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	164,83
122	Petropolis	Misto	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1167,54		23,35	23,45	1	0,78	Decreto	16,43	EQUAÇÃO	31	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38
123	Petropolis	Misto	2013	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAt	14356,17	9529,94	404	405,02	1	1,2	Decreto	1,74	EQUAÇÃO	10	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38
124	Bom fim	Comercial	2013	Fechada	Sob rampa	V=0,02xAt	1637,67		32,75	40,86	2	1,15	Decreto	1,3	EQUAÇÃO	15	20	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,35
125	Petropolis	Residencial	2013	Aberta	Terraço	V=0,0425xAt	696,59	97,57	4,14	1	1	0,42	Decreto	1,63	EQUAÇÃO	29	32	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,39
126	Jardim Botânico	Residencial	2013	Aberta	Terraço	V=0,02xAt	1971,44	1583,03	39,42	25,2	1	0,12	Decreto	8	EQUAÇÃO	57	60	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,53
127	Bom Jesus	Residencial	2013	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	980,1		19,6	18,22	1	1,2	Decreto	2,54	EQUAÇÃO	38	75	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	123
128	Cavallhada	Residencial	2014	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAt	7792,01	5364,12	228	236,1	2	1,6	Decreto	0,51	EQUAÇÃO	27	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,01
129	Cristal	Residencial	2014	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1815		36,3	32,2	1	1	Decreto	1,48	EQUAÇÃO	28	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	164,45
130	Cristal	Residencial	2014	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1452		29,04	29,4	1	1	Decreto	15,38	EQUAÇÃO	13	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,53
131	São João	Comercial																				

Nr	Bairro	Tipo Empreendimento	ANO	Aberta ou Fechada	Localização	Método	Área lote (m ²)	Área Imp. (m ²)	VOLUME Calculado	VOLUME Adotado	Número de Bacias	menor H útil (m)	Q (L/s) adotada	Método	Diâm. Calc (mm)	Diâm. adot. (mm)	Vazão e Vetedor	tc (min)	Tr (anos)	IDF Adotada	i (mm/h)	Dispos. Cont. entup.	
135	Restinga	Residencial	2014	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	8898,23		177,96	178	2	1	Decreto	3,66	EQUAÇÃO	66	75	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	165	SIM
136	Cristal	Residencial	2014	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1144		22,88	23,4	1	1	Decreto	2,62	EQUAÇÃO	37	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,01	SIM
137	Petropolis	Residencial	2014	Fechada	Fibra de vidro	V=0,02xAt	827,53		16,55	15	1	2,61	Decreto	12,62	EQUAÇÃO	33	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,35	
138	Rio Branco	Residencial	2014	Fechada	Superfície	V=0,02xAt	2086,49		41,73	41,73	1	1,75	Decreto	2,92	EQUAÇÃO	35	40	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,35	
139	Terropolis	Residencial	2014	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	6075,19		121,5	122,4	2	1	Decreto	2,7	EQUAÇÃO	31	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38	
140	Azenha	Público	2014	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	765,5		15,31	15,31	1	0,65	Decreto	3	EQUAÇÃO	32	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,53	
141	Partenon	Residencial	2014	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	640		12,8	12,8	1	1		5,4	EQUAÇÃO	51	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38	
142	Bela Vista	Comercial	2014	Fechada	Fibra de vidro	V=0,02xAt	390		7,8	2	1	0,75	Decreto	22,21	EQUAÇÃO	98	100	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	190	SIM
143	Alto Petrópolis	Comercial	2014	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	3099,62		61,99	61,9	1	0,2	Decreto	42	EQUAÇÃO	57	100	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,53	
144	Jardim Carvalho	Residencial	2014	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1729,23		34,6	34,6	3	0,58	Decreto	5,1	EQUAÇÃO	27	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38	
145	Petropolis	Residencial	2014	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	6841,91		136,84	137	1	1,75	Decreto	1,37	Manual DEP	27	50	Racional / Equação	5	50	8º Distrito	232,47	
146	Espirito Santo	Comercial	2014	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1019,89		20,4	20,4	1	1	Decreto	20,3	EQUAÇÃO	47	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38	
147	Cristal	Residencial	2014	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	3630		72,6	73,4	1	1	Decreto	1,6	EQUAÇÃO	26	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38	SIM
148	Petropolis	Residencial	2014	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	722,54		14,45	15,2	1	1	Decreto	23,8	EQUAÇÃO	48	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,53	
149	Gloria	Comercial	2014	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	4896		97,92	98,01	1	1,1	Decreto	1,6	EQUAÇÃO	89	150	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38	
150	São Geraldo	Comercial	2014	Aberta	Terraço	V=0,0425xAt	1626,75	1626,75	69,14	69,14	1	0,1	Decreto	1,58	EQUAÇÃO	35	40	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,01	
151	Partenon	Comercial	2014	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1307,02		26,14	27,5	1	1	Decreto	1,65	EQUAÇÃO	42	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	200	
152	Tristeza	Residencial	2014	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	2469,43		43,39		1	0,65	Decreto	2,62	EQUAÇÃO	48	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38	
153	Jardim Itu-Sabara	Residencial	2014	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAt	947,96	867,41	36,86	37,54	3	0,7	Decreto	1,1	EQUAÇÃO	20	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38	
154	Jardim Itu-Sabará	Residencial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1507,27		30,14	29,25	1	0,75	Decreto	1,23	EQUAÇÃO	20	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,01	
155	Passo D'Areia	Residencial	2014,1	Fechada	1 ent / 1 sup	V=0,02xAt	3867,00		78,00	79,53	2	1,15	Decreto	3,13	EQUAÇÃO	40	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,52	
156	Sarandi	Comercial	2014,1	Fechada	Superfície	V=0,02xAt	30265,00	28603,00	572,06	572,06	2	0,6	Decreto	10,45	EQUAÇÃO	62	75	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12	SIM
157	Bela Vista	Residencial	2014,1	Fechada	Superfície	V=0,02xAt	2135,52		42,71	43,92	1	2	Decreto	13,69	EQUAÇÃO	66	75	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,53	
158	Petropolis	Comercial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	929,99	929,99	18,69		1	1,2	Decreto	59,49	EQUAÇÃO	97	150	Decreto / Equação	5	15	Aeroporto	122,52	
159	Partenon	Residencial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1452,95		29,06	30,50	1	1	Decreto	6,72	EQUAÇÃO	39	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,52	
160	Vila Ipiranga	Residencial	2014,1	Fechada	Superfície	V=0,02xAt	720,00		14,40	14,40	1	1,16	Decreto	2,53	Manual DEP	36	32	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,39	SIM
161	Floresta	Comercial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1622,31		32,45	31,76	1	0,8	Decreto	4,40	EQUAÇÃO	38	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38	
162	Lomba do Pinheiro	Público	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAt	3000,00	1852,19	78,72	78,15	1	0,9	Decreto	3,02	EQUAÇÃO	37	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38	
163	Restinga	Público	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAt	3000,00	1559,46	66,27	66,15	1	0,9	Decreto	1,50	EQUAÇÃO	25	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,52	
164	Menino Deus	Público	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAt	1998,00	1998,00	69,80	76,10	1	1,7	Decreto	3,50	EQUAÇÃO	42	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	164,83	
165	Petropolis	Residencial	2014,1	Aberta	Terraço	V=0,0425xAt	1306,67	371,47	15,79	16,30	1	0,05	Decreto	1,46	Manual DEP	28	32	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,34	
166	Chácara das Pedras	Residencial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	766,78		15,33	14,85	1	0,6	Decreto	3,85	EQUAÇÃO	43	75	Racional / Equação	5	15	IPH	123,36	
167	Petropolis	Residencial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1168,58		23,37	24,00	1	1,3	Decreto	0,93	EQUAÇÃO	93	100	Racional / Equação	5	15	IPH	123,36	
168	Camaquã	Residencial	2014,1	Aberta	Terraço	V=0,0425xAt	667,00		28,32	28,32	4	0,06	Decreto	7,3	EQUAÇÃO	55	60	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12	SIM
169	Independência	Residencial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	7842,50		156,85	158,33	2	0,6	Decreto	0,77	EQUAÇÃO	16	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38	
170	Humaitá	Comercial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	4164,42		83,23	80	2	0,8	Decreto	5,39	EQUAÇÃO	98	100	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	165	SIM
171	Rio Branco	Residencial	2014,1	Fechada	Fibra de vidro	V=0,02xAt	789,29		14,46	50	3	1,46		1,63	EQUAÇÃO	43	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,35	
172	Menino Deus	Residencial	2014,1	Aberta	Terraço	V=0,0425xAt	2935,94	2348,75	99,82	102,4	14	0,2	Decreto	1,57	EQUAÇÃO	28	32	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,01	
173	Menino Deus	Residencial	2014,1	Fechada	Sob rampa	V=0,04xAt	903,75	624	24,96	25,11	1	1,3	Decreto	68,2	EQUAÇÃO	103	100	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12	SIM
174	Cavalhada	Residencial	2014,1	Aberta	Terraço	V=0,0425xAt	2660,41	548,18	23,3	52,27	16	0,1	Decreto	1,87	EQUAÇÃO	41	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,01	
175	Floresta	Residencial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	4495,7		89,91	90	2	1	Decreto	1,73	Manual DEP	22	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38	
176	Rio Branco	Comercial	2014,1	Fechada	Sob rampa	V=0,02xAt	1310,02		26,2	26,71	1	2,3	Decreto	1,65	EQUAÇÃO	23	25	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,53	
177	Santana	Residencial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	638,45		12,77	13	1	0,6	Decreto	1,31	EQUAÇÃO	25	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38	SIM
178	Passo D'Areia	Residencial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1078,11		21,56	22	1	1,27	Decreto	6,4	EQUAÇÃO	59	75	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38	
179	São Sebastião	Residencial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1258		25,16	25	1	1	Decreto	1,08	EQUAÇÃO	22	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,01	SIM
180	Vila Ipiranga	Residencial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	732,44		14,65	14,7	1	0,98	Decreto	14,12	EQUAÇÃO	66	75	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38	
181	Jardim Carvalho	Comercial	2014,1	Fechada	Fibra de vidro	V=0,0425xAt	1398,38	651,72	28,16	30	6	2,3	Decreto	2,6	EQUAÇÃO	37	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,55	
182	Tristeza	Misto	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1062,53	710	14,2	14,52	1	1,2	Decreto	1,4	EQUAÇÃO	26	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,55	
183	Cavalhada	Residencial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	15752,03		316,9		3	1,6	Decreto	1,66	EQUAÇÃO	38	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,55	
184	Passo D'Areia	Residencial	2014,1	Fechada	Sob rampa	V=0,02xAt	904,13		18,08	18,55	1	0,95	Decreto	1,67	EQUAÇÃO	26	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,35	SIM
185	Cristo Redentor	Comercial	2014,1	Aberta	Terraço	V=0,02xAt	5613,66		112,28	197,96	1	0,2	Decreto	1,5	EQUAÇÃO	23	25	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,39	SIM
186	Sarandi	Comercial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	866,67	866,67	17,33	19,35	1	0,85	Decreto	8,9	EQUAÇÃO	60	75	Racional / Equação	5	15	Redenção	164,83	
187	São João	Comercial	2014,1	Aberta	Terraço	V=0,0425xAt	666,12	539,88	22,94	27	1	0,12	Decreto	1,87	EQUAÇÃO	27	32	Racional / Equação	5	50	8º Distrito	232,63	
188	Boa Vista	Comercial	2014,1	Aberta	Terraço	V=0,0425xAt	1031,83	1031,83	43,85		1	0,12	Decreto	26,82	EQUAÇÃO	95	100	Racional / Equação	5	15	IPH	123,36	
189	Jardim do Salto	Residencial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAt	46265,27	20819,37	885,48	900	4	1,5	Decreto	2,95	EQUAÇÃO	37	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38	
190	Terropolis	Residencial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAt	6424	5139,2	218,42	220	1	2,85	Decreto	3,1	EQUAÇÃO	37	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38	
191	Auxiliadora	Residencial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	613,8	179,61	12,27	11,18	1	0,58	Decreto	4,47	EQUAÇÃO	23	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,01	
192	Higienopolis	Residencial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	959,99		19,14	19,22	1	0,72	Decreto	3,58	EQUAÇÃO	24	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12	
193	Auxiliadora	Residencial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	886,45		17,73	17	1	1	Decreto	2,5	EQUAÇÃO	31	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38	
194	Jardim Itu-Sabara	Residencial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1967,67		39,35		2	1	Decreto	2,26	EQUAÇÃO	44	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165	
195	Jardim Itu-Sabara	Residencial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAt	1080	379	16,1	14,02	1	0,75											

Nr	Bairro	Tipo Empreendimento	ANO	Aberta ou Fechada	Localização	Método	Área lote (m ²)	Área Imp. (m ²)	VOLUME Calculado	VOLUME Adotado	Número de Bacias	menor H útil (m)	Q (L/s) adotada	Método	Diâm. Calc (mm)	Diâm. adot. (mm)	Vazão e Vetedor	tc (min)	Tr (anos)	IDF Adotada	i (mm/h)	Dispos. Cont. entup.
202	Tristeza	Comercial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	990	196,16	8,34	10,26	1	0,5	Decreto	1,4	Equação	8	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,55
203	Tristeza	Residencial	2014,1	Aberta	Terraço	V=0,02xAt	913		18,26	29,29	1	0,25	Decreto	2,2	Manual DEP	31	32	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,39
204	Gloria	Residencial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	705,41		14,11	14,16	1	0,65	Decreto	1,29	Manual DEP	25	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165
205	Sarandi	Comercial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	4101,5	4101,5	82,03	77,32	1	0,9	Decreto	1	Equação	22	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165
206	Santa Cecília	Residencial	2014,1	Fechada	Sob rampa	V=0,02xAt	1495,88		29,92	32,19	1	0,72	Decreto	3	Equação	30	32	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,38
207	Floresta	Residencial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	2615	2092	88,74	88,74	3	1,2	Decreto	1,76	Equação	32	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,53
208	Petropolis	Comercial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	3202,66	1657,17	70,43		1	1,55	Decreto	2,13	Equação	31	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,53
209	Floresta	Residencial	2014,1	Aberta	Terraço	V=0,0425xAi	3867,46	762,85	131,95	146,65	1	0,2	Decreto	1,87	Equação	32	50	Racional / Equação	5	50	8º Distrito	232,63
210	Sarandi	Residencial	2014,1	Aberta	Terraço	V=0,0425xAi	3719,99	3719,99	158,1	635	7	0,2	Decreto	0,67	Equação	29	40	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,39
211	São João	Comercial	2014,1	Aberta	Terraço	V=0,0425xAi	1439,02	1439,02	61,16	61,16	1	0,11	Decreto	43,79	Equação	129	150	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,53
212	Tristeza	Residencial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	720	718,18	30,52	31,36	1	0,47	Decreto	1,33	Equação	88	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	164,23
213	Aberta dos Morros	Residencial	2014,1	Fechada	Tubular	V=0,0425xAi	19017,17	19017,17	808,23		1	1,1	Decreto	3,45	Equação	27	32	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,39
214	Petropolis	Residencial	2014,1	Fechada	Fibra de vidro	V=0,0425xAi	353	353	15	15	1	2	Decreto	5	Manual DEP	39	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,35
215	Jardim Lindoia	Comercial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	900		18	18	1	1	Decreto	10	Equação	22	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	190
216	Centro	Residencial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	780,51	780,51	33,18		1	1,55	Decreto	3,65	Equação	66	75	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	130
217	Petropolis	Residencial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1321,12		26,42	26,42	1	0,6	Decreto	1,51	Equação	44	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	190
218	Independência	Comercial	2014,1	Fechada	Sub-solo	V=0,0425xAi	2138,83	1670,54	72,83	71	1	1,85	Decreto	1,76	Equação	29	32	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,39
219	Gloria	Residencial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	6714,03	3959,82	168,3	168,72	1	3,18	Decreto	0,57	Equação	19	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	164,45
220	Lomba do Pinheiro	Comercial	2014,1	Fechada	Tubular	V=0,0425xAi	3751,76	1422,08	60,44	62,06	1	1,15	Decreto	1,79	Equação	27	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	190
221	Passo D'Areia	Residencial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1200		24	24,03	1	0,89	Decreto	1,5	Equação	30	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12
222	São João	Comercial	2014,1	Aberta	Terraço	V=0,02xAt	812,53	812,53	16,25	14	1	0,69	Decreto	12,28	Equação	44	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,53
223	São Geraldo	Comercial	2014,1	Aberta	Terraço	V=0,0425xAi	782,58	621,75	26,42	27,24	1	0,3	Decreto	2,3	Equação	26	25	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,39
224	Santa Cecília	Comercial	2014,1	Fechada	Superfície	V=0,02xAt	778,17	612,92	15,56	17,4	1	1,45	Decreto	1,26	Equação	14	25	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,35
225	Espirito Santo	Comercial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,04xAt	2398,57	994,31	39,7		1	1,6	Decreto	8,81	Equação	59	75	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38
226	Passo D'Areia	Comercial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	646,8		12,94	13,02	1	0,8	Decreto	1,1	Equação	22	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38
227	Floresta	Comercial	2014,1	Fechada	Fibra de vidro	V=0,02xAt	1001,6	718,4	20,03	20	2	1,5	Decreto	1,82	Equação	26	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,35
228	Mont Serrat	Residencial	2014,1	Fechada	Sub-solo	V=0,0425xAi	734	734	31,2	31,2	1	1,3	Decreto	1,26	Equação	24	20	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,39
229	Partenon	Residencial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	1374,31	1099,45	46,73	43,08	1	1,18	Decreto	5,28	Equação	52	50	1,518*D^0,693*H^1,8	5	15	Redenção	165,01
230	Aberta dos Morros	Residencial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	8601,11	6880,89	292,44	292	1	2	Decreto	2,24	Equação	30	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	123
231	Cascata	Residencial	2014,1	Fechada	Enterrada	??	6058,96	5743,28	206,61	206,7	11	1,85	Decreto	1,9	Equação	29	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	166
232	Agronomia	Residencial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	13969,62	12931,22	549,6	549,6	1	1,62	Decreto	2,37	Equação	33	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165
233	Jardim do Salso	Comercial	2014,1	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	17000	9408,17	326,52	326,52	1	2,91	Decreto	2,89	Equação	32	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38
234	Petropolis	Residencial	2014,1	Aberta	Terraço	V=0,0425xAi	627,43	574,78	24,43	24,42	1	0,17	Decreto	2,03	Equação	27	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,01
235	Cristal	Residencial	2014,1	Aberta	Terraço	V=0,0425xAi	1002,37	1002,37	42,6		1	0,13	Decreto	12,55	Equação	44	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,35
236	Tristeza	Residencial	2015	Fechada	Superfície	V=0,0425xAi	716,45	591,60	25,42	15,53	1	fi info	Decreto	0,21	Equação	16	40	Racional / Equação	5	15	Redenção	164,45
237	Sarandi	Comercial	2015	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	15939,33	2503,80	106,41	106,41	1	1,15	Decreto	1,94	Equação	29	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38
238	Chácara das Pedras	Residencial	2015	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	1037,03	753,81	32,03	20,14	1	0,7	Decreto	1,20	Equação	23	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,52
239	Santana	Comercial	2015	Fechada	Superfície	V=0,02xAt	1274,99		25,50	24,00	3	1,33	Decreto	1,15	Equação	23	40	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12
240	Hípica	Residencial	2015	Fechada	Enterrada	V=0,04xAt	3500,00	1595,44	63,82	64,80	1	0,9	Decreto	4,20	Equação	30	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	164,83
241	Mont Serrat	Residencial	2015	Fechada	Superfície	V=0,0425xAi	1458,07	1093,55	63,76	2,28	2	1,6	Decreto	2,9	Equação	33	40	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12
242	Tristeza	Residencial	2015	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	4641,85	3688,37	73,77	76,8	1	1,2	Decreto	2,2	Equação	35	50	Racional / Equação	5	15	IPH	122,31
243	Medianeira	Residencial	2015	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	5862,98		117,26	118,8	1	1,2	Decreto	40,14	Equação	148	175	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38
244	Vila Nova	Residencial	2015	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	12058,53	5460,74	232,08	246,28	2	1,2	Decreto	2,7	Equação	30	75	Racional / Equação	5	15	Redenção	165
245	Jardim Botânico	Residencial	2015	Fechada	Fibra de vidro	V=0,02xAt	726	529,05	14,52	12	2	1,7	Decreto	5,03	Manual DEP	40	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,35
246	Rio Branco	Residencial	2015	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	751,55	552,72	23,49		1	1,03	Decreto	2,38	Equação	44	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165
247	Petropolis	Residencial	2015	Fechada	Fibra de vidro	V=0,0425xAi	1698,84	121,88	6,66	7	2	1,2	Decreto	38,69	Manual DEP	44	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,52
248	Hípica	Residencial	2015	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	6067	2290,65	97,35	97,35	1	1,15	Decreto	1,5	Equação	29	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,55
249	Alto Petrópolis	Residencial	2015	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	10675,7	7365,19	313,02	294	1	2,4	Decreto	2,91	Manual DEP	37	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	190
250	Santana	Comercial	2015	Fechada	Superfície	V=0,0425xAi	7061,91	5630,55	239,3	243,85	3	3,5	Decreto	0,62	Equação	15	25	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	123
251	Guaraju	Residencial	2015	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	2424,82	996,96	42,37	42,37	1	1,75	Decreto	1,45	Equação	24	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38
252	Três Figueiras	Residencial	2015	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	2420		40,65		1	2,2	Decreto	16,25	Equação	63	75	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38
253	Petropolis	Residencial	2015	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	877,21	710	30,18	30,18	1	1	Decreto	32,95	Equação	102	150	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	190
254	Rubem Berta	Comercial	2015	Fechada	Fibra de vidro	V=0,0425xAi	18576,8	4809,45	204,15	204,14	2	2,3	Decreto	17,85	Manual DEP	86	100	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,35
255	Passo das Pedras	Residencial	2015	Fechada	Superfície	V=0,0425xAi	8584,09	6535,59	277,74		1	1,39	Decreto	7,17	Manual DEP	48	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,35
256	Camaquã	Comercial	2015	Fechada	Ente.+Fibra	V=0,02xAt	6930,63		138,61	140,28	12	1,38	Decreto	8,00	Equação	13	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,52
257	Cristal	Residencial	2015	Fechada	Tubular	V=0,0425xAi	3823	3822,36	162,45	162,45	3	1,2	Decreto	2,5	Equação	36	40	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,38
258	São Sebastião	Comercial	2015	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	1223,52		24,47	24,78	1	1,25	Decreto	3,77	Equação	42	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165
259	Alto Petrópolis	Residencial	2015	Fechada	Enterrada	V=0,02xAt	29861,94		597,24	597,24	2	1,5	Decreto	3,02	Equação	37	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165
260	Santana	Residencial	2015	Fechada	Superfície	V=0,02xAt	1314,9		26,29	37,94	1	1,7	Decreto	1,04	Equação	15	40	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,53
261	Petropolis	Residencial	2015	Fechada	Sob rampa	V=0,0425xAi	726,48	604,22	25,68	25,68	1	1,3	Decreto	2,6	Equação	22	25	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,53
262	Centro	Comercial	2015	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	3098,92	2356,9	100,16	73,16	1	0,59	Decreto	5,52	Equação	43	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,55
263	Petropolis	Residencial	2015	Fechada	Sub-solo	V=0,0425xAi	1573,3	1258,64	53,49	54,04												

Nr	Bairro	Tipo Empreendimento	ANO	Aberta ou Fechada	Localização	Método	Área lote (m ²)	Área Imp. (m ²)	Volume Calculado	Volume Adotado	Número de Bacias	menor H útil (m)	Q (L/s) adotada	Método	Diâm. Calc (mm)	Diâm. adot. (mm)	Vazão e Vetedor	tc (min)	Tr (anos)	IDF Adotada	i (mm/h)	Dispos. Cont. entup.	
269	Navegantes	Comercial	2015	Fechada	Fibra de vidro	V=0,0425xAi	786,73	652,98	14,89	15	1	1,8	Decreto	2,5	Equação	32	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,52	SIM
270	Santana	Comercial	2015	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	5025,97	3998,25	169,93	173,67	1	1,5	Decreto	1,5	Equação	27	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38	
271	São João	Residencial	2015	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	620,4	567,67	24,13	24,82	2	1,7	Decreto	1,99	Equação	33	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	123	
272	Menino Deus	Misto	2015	Aberta	Terraço	V=0,0425xAi	3506,7	2777,78	118,06	161,07	19	0,2	Decreto	7,07	Equação	37	40	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,01	
273	Praia de Belas	Público	2015	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	5350	4131,95	175,61	179,44	2	0,8	Decreto	1,71	Equação	30	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito		SIM
274	Moinhos de Vento	Comercial	2015	Fechada	Superfície	V=0,0425xAi	1125,3	976,7	41,5	42	1	1,5	Decreto	2,37	Equação	44	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	190	
275	Praia de Belas	Comercial	2016	Fechada	Sub-solo	V=0,0425xAi	1418,58	941,17	40,00	40,00	1	1,95	Decreto	2,64	Manual DEP	35	35	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,53	SIM
276	Tristeza	Residencial	2016	Fechada	Enterrada	V=0,04xAi	3134,85	1304,01	52,16	53,31	1	1,7	Decreto	2,00	Equação	32	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	164,83	SIM
277	Bom Fim	Comercial	2016	Fechada	Enterrada	V=0,02xAi	2908,00		58,16	58,16	1	1,5	Decreto	1,50	Equação	29	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38	
278	Teresopolis	Comercial	2016	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	552,42	552,42	23,48	23,48	1	1	Decreto	6,52	Equação	48	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12	
279	Santana	Residencial	2016	Aberta	Terraço	V=0,0425xAi	1060,30	851,17	36,17	40,00	2	0,12	Decreto	2	Equação	44	40	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	165,01	SIM
280	Jardim Botânico	Comercial	2016	Fechada	Superfície	V=0,0425xAi	766,6	412	32,58	33,54	1	0,37	Decreto	1,4	Equação	26	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,35	
281	Menino Deus	Residencial	2016	Aberta	Terraço	V=0,0425xAi	868,84	787,16	33,45	33,45	1	0,1	Decreto	1,8	Equação	24	25	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,53	SIM
282	Menino Deus	Comercial	2016	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	1019,55	1019,55	43,33	43,78	1	0,9	Decreto	1,8	Equação	27	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38	
283	Higienopolis	Residencial	2016	Fechada	Fibra de vidro	V=0,0425xAi	984,45	328,27	13,95	10	1	1,8	Decreto	14,42	Equação	74	75	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12	SIM
284	Auxiliadora	Residencial	2016	Abel/fechada	Sub-solo e Terraço	V=0,0425xAi	1763,91	1542,8	65,53	67,19	3	1,82	Decreto	0,58	Equação	16	25	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,53	
285	Jardim Botânico	Residencial	2016	Fechada	Sob rampa	V=0,0425xAi	1144,54	925,05	39,31	40,89	1	1,27	Decreto	2,6	Equação	27	32	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,53	
286	Menino Deus	Residencial	2016	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	1619,6	1294,72	55,02	41,55	1	3	Decreto	1,88	Equação	30	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,55	SIM
287	Jardim do Salto	Residencial	2016	Fechada	Tubular	V=0,0425xAi	4012,07	4012,07	170,52	188,5	1	1,2	Decreto	1,64	Equação	27	32	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,53	
288	Auxiliadora	Residencial	2016	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	1223,92	1015,66	43,17	43,17	3	0,9	Decreto	12,95	Equação	63	75	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,39	SIM
289	Centro	Comercial	2016	Fechada	Fibra de vidro	V=0,0425xAi	1248,93	1248,93	53,08	45	3	2,75	Decreto	7,8	Equação	29	25	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12	
290	Floresta	Comercial	2016	Fechada	Superfície	V=0,0425xAi	906,87	370,4	15,74	15,56	1	1,75	Decreto	4,47	Equação	44	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	190	SIM
291	Nonoai	Residencial	2016	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	1180,49	974,74	41,43	42	1	1	Decreto	0,81	Equação	21	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38	
292	Santa Cecilia	Residencial	2016	Abel/fechada	Terraço/terreo	V=0,0425xAi	987,59	819,7	34,84	34,84	2	0,5	Decreto	2,64	Equação	29	32	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,35	SIM
293	Tristeza	Comercial	2016	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	770	530	22,53	22,53	1	0,78	Decreto	7	Equação	60	75	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38	
294	Camaquã	Comercial	2016	Fechada	Tubular	V=0,0425xAi	1962,21	284,09	12,07	11,99	1	1	Decreto	4,37	Equação	35	40	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,39	
295	Menino Deus	Residencial	2016	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	1409,77	1393,56	54,2	54,2	1	2,5	Decreto	1,6	Equação	24	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,55	
296	Sarandi	Comercial	2016	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	6583,35	4349,04	184,83	196,58	2	0,7	Decreto	1,81	Equação	33	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,55	
297	Camaquã	Residencial	2016	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	1214,85	635,83	38,12	38,12	1	1,5	Decreto	13,7	Equação	118	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,55	
298	Santa Tereza	Comercial	2016	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	605	553,58	23,53	11,58	1	1,05	Decreto	1,8	Manual DEP	26	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,55	
299	Tristeza	Residencial	2016	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	1373,45	1373,45	58,37	58,37	1	1,3	Decreto	1,19	Equação	40	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto		
300	Cristo Redentor	Comercial	2016	Fechada	Sub-solo	V=0,0425xAi	2644,58	2117,18	89,98	90,05	1	1,45	Decreto	11,6	Equação	62	60	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,39	
301	Chácara das Pedras	Residencial	2016	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	880	779,36	33,12	33,12	1	1	Decreto	2,16	Equação	53	50	Racional / Equação	5	15	Redenção		
302	Petropolis	Residencial	2016	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	1149,99	1026,22	43,61	43,61	1	1,66	Decreto	96,23	Equação	105	100	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,55	
303	Gloria	Residencial	2016	Fechada	Enterrada	??	8931,63		89,32	91,62	2	2,16	Decreto	10,69	Equação	66	75	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	190	
304	Praia de Belas	Comercial	2016	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	8916,53	4828,76	205,22	210,68	1	1,24	Decreto	2,76	Equação	37	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	190	
305	Bela Vista	Residencial	2016	Fechada	Superfície	V=0,04xAi	932,55	932,55	43,29	43,29	1	1,93	Decreto	1,98	Equação	35	40	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12	
306	Rio Branco	Residencial	2016	Fechada	Sub-solo	V=0,0425xAi	1936	1557,65	66,1	65,05	1	0,9	Decreto	1,63	Manual DEP	22	25	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,53	
307	Higienopolis	Misto	2016	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	1914,47	1539	65,07	68,97	1	1,8	Decreto	1,27	Equação	22	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,3	
308	Petropolis	Residencial	2016	Abel/fechada	Terraço/terreo	V=0,0425xAi	1794,5	1434,43	48,98	81,91	4	1,2 / 0,2	Decreto	12,54	Equação	76	50	Racional / Equação	5	15	IPH	123,36	SIM
309	Petropolis	Residencial	2016	Aberta	Terraço	V=0,0425xAi	604,37	223	9,48	44,62	1	0,23	Decreto	3,02	Equação	17	40	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,53	
310	Partenon	Residencial	2016	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	3447,59	2735,4	116,25	137,23	2	2,1	Decreto	1,84	Equação	29	75	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,3	SIM
311	Cristo Redentor	Residencial	2016	Abel/fechada	Terraço/terreo	V=0,0425xAi	1557,5	1394,01	59,25	59,25	2	3,4	Decreto	25,2	Equação	96	100	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12	
312	Medianeira	Residencial	2016	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	834,06	692,06	29,41	30	1	1	Decreto	4,1	Equação	38	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	123	
313	Auxiliadora	Residencial	2016	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	2689,92	2150,4	91,39	91,4	1	2,25	Decreto	1,75	Equação	26	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	190	
314	São João	Residencial	2016	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	1342,5	1228,31	53,3	53,3	1	1,25	Decreto	7,88	Equação	21	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,52	
315	Menino Deus	Residencial	2016	Abel/fechada	Terraço/terreo	V=0,0425xAi	1150,3	1150,3	48,89	48,51	9	2,45	Decreto	5	Equação	14	32	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,35	SIM
316	Menino Deus	Residencial	2016	Abel/fechada	Terraço/terreo	V=0,0425xAi	604,73	604,73	25,7	26,26	5	2,05	Decreto	4,26	Equação	35	40	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,35	
317	Jardim Botânico	Residencial	2016	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	701,21	578,5	25,18	25,18	1	0,78	Decreto	1,66	Equação	41	50	Racional / Equação	5	15	Redenção		SIM
318	Petropolis	Residencial	2016	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	1296,15	653,65	27,78	27,78	1	1,1	Decreto	1,81	Equação	23	25	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,3	SIM
319	Centro	Comercial	2016	Aberta	Terraço	V=0,0425xAi	1241,48	1241,48	52,74	54	1	0,5	Decreto	2,38	Equação	26	32	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,01	
320	São Geraldo	Comercial	2016	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	1803,48	1104,52	46,94	47,47	2	1	Decreto	1,36	Equação	24	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,3	
321	Cristal	Residencial	2016	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	2832,1	2448,77	104,7	104,66	1	1,9	Decreto	3,94	Equação	67	75	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,3	
322	Iponeia	Comercial	2016	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	1007,61	1007,61	42,82	42,82	1	1	Decreto	6,46	Equação	44	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	190	SIM
323	Tristeza	Residencial	2016	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	900,14	700,94	29,75	29,75	1	1	Decreto	2,72	Equação	35	50	Racional / Equação	5	??	8º Distrito	89,3	
324	Rubem Berta	Residencial	2016	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	878,35	678,33	28,76	28,76	1	1,5	Decreto	1,45	Equação	29	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189	
325	Agronomia	Residencial	2016	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	12896,11	7588,99	322,53	443,84	1	1,87	Decreto	19,82	Equação	98	100	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	190	SIM
326	Santana	Residencial	2016	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	931,7	760,8	32,33	32,33	1	1,65	Decreto	15,83	Equação	45	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	164,83	
327	Bom Jesus	Residencial	2016	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	1043,88	1043,88	20	20,01	1	1,7	Decreto	3,11	Equação	44	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	170	SIM
328	Nonoai	Residencial	2016	Fechada																			

Nr	Bairro	Tipo Empreendimento	ANO	Aberta ou Fechada	Localização	Método	Área lote (m2)	Área Imp. (m2)	VOLUME Calculado	VOLUME Adotado	Número de Bacias	menor H útil (m)	Q (L/s) adotada	Método	Diâm. Calc (mm)	Diâm. adot. (mm)	Vazão e Vetedor	tc (min)	Tr (anos)	IDF Adotada	i (mm/h)	Dispos. Cont. entup.
336	Restinga	Comercial	2016	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	6030,6	1050,2	44,97	47,52	1	1,1	Decreto	2,74	EQUAÇÃO	41	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38
337	Navegantes	Residencial	2016	Abel/fechada	Terraço/terreo	V=0,0425xAi	6741,06	5335,31	226,75	229,15	6	1,11	Decreto	3	EQUAÇÃO	30	32	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12
338	Centro	Comercial	2016	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	2403,4	1682,38	68	71	1	0,44	Decreto	1,29	EQUAÇÃO	27	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38
339	Jardim Lindoia	Residencial	2016	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	969,94	788,81	33,52	34,14	1	1,04	Decreto	1	EQUAÇÃO	20	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,01
340	Anchieta	Comercial	2017	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	727,52	603,52	26,1	26,1	2	0,8	Decreto	1,59	Manual DEP	28	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12
341	São Sebastião	Comercial	2017	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	1704,51	1363,61	57,95	58	2	1	Decreto	1,33	EQUAÇÃO	25	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38
342	Jardim Botânico	Residencial	2017	Fechada	Superfície	V=0,0425xAi	1740,26	1218,64	51,79	52,58	1	1,3	Decreto	2,8	EQUAÇÃO	34	40	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,53
343	São João	Misto	2017	Fechada	Sob rampa	V=0,0425xAi	1269,14	1137,43	48,3	50,64	1	2	Decreto	1,26	EQUAÇÃO	25	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,53
344	Higienópolis	Residencial	2017	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	792,67	648,6	27,57	26,64	1	0,85	Decreto	3,6	Manual DEP	29	50	Racional / Equação	5	50	Redenção	201,72
345	Vila Nova	Residencial	2017	Fechada	Tubular	V=0,02xAi	15905,25	12398,7	247,97	269,6	2	0,8	Decreto	2,12	EQUAÇÃO	34	40	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,53
346	Tristeza	Residencial	2017	Fechada	Enterrada	V=0,02xAi	1034,88	1034,88	20,69	20,8	1	0,65	Decreto	14,23	EQUAÇÃO	66	75	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	190
347	Jardim Botânico	Comercial	2017	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	845,86	734,09	31,2	31,5	1	0,9	Decreto	2,12	EQUAÇÃO	31	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189
348	Santo Antonio	Residencial	2017	Aberta	Terraço	V=0,0425xAi	4587,86	3871,84	165,55	166,4	1	0,25	Decreto	2,25	Manual DEP	33	40	Racional / Equação	5	15	IPH	123,36
349	São João	Comercial	2017	Abel/fechada	Terraço/terreo	V=0,0425xAi	1092,83	1005,13	43	58,76	2	2,2	Decreto	1,8	EQUAÇÃO	31	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,53
350	Menino Deus	Residencial	2017	Fechada	Sob rampa	V=0,0425xAi	753,1	621,86	26,42	29,22	1	1,7	Decreto	1,3	EQUAÇÃO	30	32	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,53
351	Três Figueiras	Comercial	2017	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	8804,81	5585,08	237,36	237,36	1	1,85	Decreto	7,55	EQUAÇÃO	59	75	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,01
352	Navegantes	Comercial	2017	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	300	279	11,86	11,93	1	1,13	Decreto	2,72	EQUAÇÃO	35	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,38
353	Cidade Baixa	Residencial	2017	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	3511,22	3187,01	135,44	135,99	1	1,25	Decreto	25,23	EQUAÇÃO	97	100	Racional / Equação	5	15	IPH	123,66
354	Passo D'Areia	Residencial	2017	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	1344,56	1229,81	52,27	52,27	1	2,3	Decreto	1,2	EQUAÇÃO	22	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,3
355	Azenha	Comercial	2017	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	542,4	542,4	23,48	24	1	1	Decreto	3,37	EQUAÇÃO	36	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	
356	Tristeza	Residencial	2017	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	756,53	756,53	32,15	33	1	0,8	Decreto	0,17	EQUAÇÃO	16	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	
357	Petropolis	Residencial	2017	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	784,01	663,57	28,2	28,6	1	0,8	Decreto	2,06	EQUAÇÃO	29	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	164,83
358	Jardim Botânico	Residencial	2017	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	788,16	650	27,62	27,83	1	1,8	Decreto	2	EQUAÇÃO	15	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	164,83
359	Petropolis	Residencial	2017	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	890,06	800,73	34,03	28,16	1	1,9	Decreto	2	EQUAÇÃO	33	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,01
360	Cristo Redentor	Residencial	2017	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	850,05	648,55	27,56	27,5	1	0,81	Decreto	10,05	EQUAÇÃO	96	100	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	130
361	Bela Vista	Residencial	2017	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	785,71	718,93	30,55	30,59	1	0,8	Decreto	7,74	EQUAÇÃO	48	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,52
362	Cristo Redentor	Comercial	2017	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	4555,63	3885,65	165	165	1	1,25	Decreto	2,99	EQUAÇÃO	64	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	
363	Higienópolis	Residencial	2017	Fechada	Sob rampa	V=0,0425xAi	1229,46	953,17	46,38	46,38	2	0,8	Decreto	1,81	EQUAÇÃO	43	32	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,53
364	Higienópolis	Residencial	2017	Aberta	Terraço	V=0,0425xAi	982,5	893,96	37,99	53	1	0,2	Decreto	1,28	EQUAÇÃO	26	32	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,35
365	Restinga	Misto	2017	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	3070,37	1079,34	45,87	46	1	1,2	Decreto	0,73	EQUAÇÃO	15	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	
366	Anchieta	Comercial	2017	Fechada	Fibra de vidro	V=0,0425xAi	24720	7826,3	332,62	325	13	3,8	Decreto		EQUAÇÃO	147	150	Racional / Equação	5	15	IPH	190
367	Tristeza	Residencial	2017	Abel/fechada	Terraço/terreo	V=0,0425xAi	3395,18	3313,71	140,83	217,4	5	1,4	Decreto	6,28	Manual DEP	20	25	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,35
368	Partenon	Comercial	2017	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	613,65	612,16	26,02	24,85	1	0,7	Decreto	1,9	EQUAÇÃO	33	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,55
369	Auxiliadora	Residencial	2017	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	2617,95	2356,16	100,14	100,39	1	1,3	Decreto	3,41	EQUAÇÃO	24	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,1
370	Hípica	Residencial	2017	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	1140	328	13,94	13,95	1	0,8	Decreto	1,62	EQUAÇÃO	25	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	
371	Bela Vista	Residencial	2017	Fechada	Sob rampa	V=0,0425xAi	1386	1270	54	54,11	1	2,13	Decreto	0,21	EQUAÇÃO	16	40	Racional / Equação	5	15	Redenção	164,45
372	Ipanema	Comercial	2017	Fechada	Superfície	V=0,0425xAi	12104,83	6902,25	293,35	293,35	1	1,55	Decreto	0,93	EQUAÇÃO	28	32	Racional / Equação	5	15	Redenção	190
373	Petropolis	Residencial	2017	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	1045,45	1002,22	40,96	40,96	1	1,83	Decreto	4,45	EQUAÇÃO	40	550	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12
374	Mont'Serrat	Residencial	2017	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	2047,83	1391	59,12	49,9	1	2,2	Decreto	8,24	EQUAÇÃO	46	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	
375	Cidade Baixa	Residencial	2017	Aberta	Terraço	V=0,0425xAi	775,04	532,91	25,22	28,8	1	0,2	Decreto	4,9	EQUAÇÃO	45	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,01
376	Camaquã	Residencial	2017	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	5619,45	4503,51	191,4	191,4	2	0,7	Decreto	2,96	EQUAÇÃO	36	50	Racional / Equação	5	15	IPH	123,36
377	Campo Novo	Residencial	2017	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	2414,02	1902,9	80,87	80,92	1	0,8	Decreto	2,49	EQUAÇÃO	35	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,52
378	Cristal	Residencial	2017	Abel/fechada	Terraço/terreo	V=0,0425xAi	1193,11	1051,33	44,68	44,68	2	1,56	Decreto	5,02	EQUAÇÃO	48	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	190
379	Petropolis	Residencial	2017	Fechada	Sob rampa	V=0,0425xAi	653,4	415,68	17,67	17,67	1	1,05	Decreto	2,46	EQUAÇÃO	34	40	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12
380	Petropolis	Residencial	2017	Abel/fechada	Terraço/terreo	V=0,0425xAi	890,06	800,73	32,4	32,4	2	1,57	Decreto	11,22	EQUAÇÃO	43	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,53
381	Ipanema	Comercial	2017	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	1132,2	872,33	37,07	43	2	0,75	Decreto		EQUAÇÃO	32	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	
382	Nonoai	Comercial	2017	Abel/fechada	Terraço/terreo	V=0,0425xAi	668,2	668,2	28,4	28,51	2	1,2	Decreto	1,36	Manual DEP	25	32	Racional / Equação	5	50	8º Distrito	
383	Teresopolis	Residencial	2017	Fechada	Sob rampa	V=0,0425xAi	1593,7	967,13	41,1	41,1	1	1,65	Decreto	3,62	EQUAÇÃO	38	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	190
384	Tristeza	Residencial	2017	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	677,6	486,58	20,68	20,68	1	0,6	Decreto	1,4	EQUAÇÃO	31	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	
385	Petropolis	Comercial	2017	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	1659,12	1659,12	70,51	71	1	2	Decreto	5,9	EQUAÇÃO	55	75	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	122,52
386	Santo Antonio	Residencial	2017	Fechada	Sob rampa	V=0,02xAi	858,52		17,17	17,45	1	1,35	Decreto	1,04	EQUAÇÃO	37	50	Racional / Equação	5	15	Redenção	165,12
387	Santana	Residencial	2017	Abel/fechada	Terraço/terreo	V=0,0425xAi	2245,33	1861,44	77,19	78,53	2	0,7	Decreto	1,85	EQUAÇÃO	24	25	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,39
388	Sarandi	Comercial	2017	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	1020,2	805	34,21	35	2	2,3	Decreto	20,69	EQUAÇÃO	66	75	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	190
389	Petropolis	Residencial	2017	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	2103,79	1755,67	74,62	74,62	1	1,75	Decreto	1	EQUAÇÃO	19	50	Racional / Equação	5	15	8º Distrito	189,35
390	Higienópolis	Comercial	2017	Fechada	Enterrada	V=0,0425xAi	895	707,62	30,07	30,03	1	0,65	Decreto	2	EQUAÇÃO	32	50	Racional / Equação	5	15	Aeroporto	155,83