



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO DE DETENÇÃO DE ÁGUAS  
PLUVIAIS DA EDIFICAÇÃO DO TRIBUNAL REGIONAL DO TRABALHO EM  
TAGUATINGA-DF.**

Willian Macêdo de Souza Braga

2018

WILLIAN MACÊDO DE SOUZA BRAGA

**DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO DE DETENÇÃO DE ÁGUAS  
PLUVIAIS DA EDIFICAÇÃO DO TRIBUNAL REGIONAL DO TRABALHO EM  
TAGUATINGA-DF.**

Trabalho apresentado ao Centro Universitário de Brasília - UniCEUB como pré-requisito para obtenção da conclusão da graduação em engenharia civil.

Orientador: Prof. Me. Eng<sup>o</sup> Julio Cesar Sebastiani Kunzler

Brasília

2018

WILLIAN MACÊDO DE SOUZA BRAGA

**DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO DE DETENÇÃO DE ÁGUAS  
PLUVIAIS DA EDIFICAÇÃO DO TRIBUNAL REGIONAL DO TRABALHO EM  
TAGUATINGA-DF.**

Trabalho apresentado ao Centro Universitário de Brasília - UniCEUB como pré-requisito para obtenção da conclusão da graduação em engenharia civil.

Orientador: Prof. Me. Eng<sup>o</sup> Julio Cesar Sebastiani Kunzler

Trabalho

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Me. Eng. Julio Cesar Sebastianu Kunzler  
Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicada - FATECS  
Orientador

---

Eng<sup>o</sup>.Civil: Bruno Collischonn

---

Eng<sup>o</sup> Civil: Wendy Fonseca Ataide

## AGRADECIMENTOS

Olhando para trás, e diante de todo o trajeto, até chegar ao patamar de apresentar um trabalho de conclusão do curso, com o qual sonhei durante toda a vida, é algo de difícil expressão por palavras, é um sonho que realizei e um desafio que enfrento a partir desse ponto, exercer o papel justo e ético de um engenheiro civil, nunca teria conseguido chegar a este ponto sem a ajuda de pessoas muito importantes para mim, como as quais citarei no decorrer deste pequeno texto.

Agradeço de todo coração a Jesus Cristo, por me acompanhar e vigiar a todo esse tempo longe da minha família e amigos que tanto amo, para realizar esse sonho de ser Engenheiro Civil.

Aos meus pais, José Carlos e Joelma, e Irmã, Kalliny que sempre foram minha base, me ensinaram o valor de lutar pelos sonhos, e conquistar cada um deles com humildade e fé.

Aos meus amigos Igor, Lucas, Matheus, Gabriel, Pedro, Rodrigo que me acolheram com carinho quando cheguei a Brasília, se tornaram parte da minha vida, assim como minha família são minha maior riqueza.

Ao Gabriel dos Anjos, meu amigo, colega de trabalho e sócio, que tive o prazer em ser padrinho do seu casamento, um verdadeiro amigo que sei que posso sempre contar com sua amizade.

A Eduarda, minha companheira que muito contribuiu para que eu chegasse até aqui, sempre me deu seus ombros para que eu pudesse me apoiar, está comigo a 4 anos, passando por momentos bons e difíceis, a ela eu devo muito.

Aos meus Mestres da Faculdade Rideci, Aroldo, Luciana e Erika esses fizeram toda e total diferença na minha formação, agradeço muito a paciência e seus ensinamentos, em especial ao professor e orientador, Julio Kunzler, um excelente profissional, contribuído de seu conhecimento para desenvolvimento deste trabalho.

## **RESUMO**

As mudanças nos centros urbanos vem nos trazendo muitos desafios a superar, o crescimento de números de edificações acarreta em áreas densamente urbanizadas, e interferem diretamente na infiltração de água nos solos daquela região, fazendo com que a águas das chuvas não consigam infiltrar, aumentando o escoamento superficial e gerando problemas como o convívio com eventos de cheias. Enchentes tem se tornado comum ao longo do tempo, ocasionando riscos a saúde e prejuízos econômicos.

A partir da necessidade do controle do escoamento superficial em áreas urbanas em que o sistema convencional de drenagem não comporta mais o volume de água a jusante, e sendo que ações e custos para manter as condições pré-desenvolvimento são de responsabilidade do proprietário das construções, surgiram medidas de controle de vazão, uma das alternativas é conhecida como reservatório de retenção. Esse reservatório procura regularizar o escoamento de águas pluviais retendo o pico das cheias e gradualmente é direcionado as redes de drenagem após o período crítico.

Este trabalho apresenta levantamentos técnicos e dimensionamento do reservatório de retenção do prédio construído em Taguatinga, Brasília-DF, com a intenção de acomodar as instalações do Foro Trabalhista concedido pelo Tribunal Regional do Trabalho da 10ª Região.

**Palavras-chave:** Edificações, Chuvas, Enchentes, Reservatório.

## **ABSTRACT**

The changes in urban centers have brought us many challenges to overcome, the growth of numbers of buildings entails in densely urbanized areas, and directly interfere in the infiltration of water in the soils of that region, causing that the waters of the rains can not infiltrate, increased surface runoff and generating problems such as conviviality with flood events. Flooding has become common over time, leading to health risks and economic losses.

From the need to control the runoff in urban areas where the conventional drainage system no longer contains the volume of water downstream, and actions and costs to maintain the pre-development conditions are the responsibility of the owner of the buildings, flow control measures have emerged, one of the alternatives is known as the holding reservoir.

This reservoir seeks to regulate the flow of rainwater retaining the peak of the flood and gradually the drainage networks are directed after the critical period.

This work presents technical surveys and design of the reservoir of detention of the building constructed in Taguatinga, Brasília-DF, with the intention of accommodating the facilities of the Labor Forum granted by the Regional Labor Court of the 10th Region.

**Key word:** Buildings, Rain, Floods, Reservoir.

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	10
2.	OBJETIVOS .....	11
2.1.	Objetivo Geral.....	11
2.2.	Objetivos Específicos .....	11
3.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
3.1.	Ciclo hidrológico .....	12
3.2.	Inundações em centros urbanos .....	13
3.3.	Métodos de Estimativa do escoamento Superficial .....	14
3.4.	Caracterização do Método Racional.....	14
3.5.	Coeficiente (C) da Fórmula Racional.....	15
3.6.	Intensidade da chuva .....	16
3.7.	Redução da Área Impermeabilizada .....	16
3.8.	Reservatório Pluvial de Retardo.....	17
3.9.	Volume de Reservatório de Retardo .....	17
3.10.	Vazão de Pré-Desenvolvimento .....	18
4.	METODOLOGIA .....	18
4.1.	Escolha do Empreendimento.....	19
4.2.	Característica do empreendimento.....	20

4.3.	Obtenção de Dados.....	21
4.4.	Caracterização do sistema de drenagem .....	21
4.5.	Etapas do dimensionamento .....	22
4.6.	Levantamento de Áreas .....	22
5.	RESULTADOS.....	23
5.1.	I = intensidade da chuva em [mm/h].....	23
5.2.	Vazão Pluvial Máxima do Empreendimento .....	24
5.3.	Vazão de Pré-Desenvolvimento .....	24
5.4.	Volume do reservatório de retenção (Eq.03) .....	25
5.5.	Dimensões do Reservatório de águas pluviais.....	26
5.6.	Localização do Reservatório.....	27
5.7.	Esvaziamento do Reservatório.....	28
5.8.	Esquema Vertical .....	29
6.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	30
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	31

## **LISTA DE ABREVIações E SÍMBOLOS**

NBR – Norma Brasileira Regulamentador

ADASA Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

l/(sxha) Litros por segundo hectare

m<sup>3</sup> Metros cúbicos

mm/h Milímetros por hora

l/s Litro por segundo

m<sup>3</sup>/h metro cubico por hora

## 1. INTRODUÇÃO

As atividades antrópicas como a impermeabilização do solo causaram alterações nas rotas das águas precipitadas, as águas que eram direcionadas à vegetação e áreas permeáveis para recarga de aquíferos, começaram a escoar, subindo amplamente o nível do volume natural de escoamento, resultando em consequências desastrosas para as pessoas e o meio ambiente.

A urbanização causa vários efeitos aos ciclos naturais, um deles são as enchentes, lentas ou rápidas, que se avolumam no decorrer dos dias, podendo causar prejuízos materiais e provocar mortes, (TUCCI, 2002).

Observando o crescimento demográfico desordenado nas cidades e em efeito a isso a impermeabilização de áreas de recarga, inviabilizando uma apropriada infiltração das águas de precipitação no solo, a importância desse estudo se dá pelo fato de que essa ineficiência do sistema de drenagem ocasiona numerosos transtornos e com isso há uma questão por soluções no que se trata do escoamento das águas pluviais.

O manejo da água pluvial no meio urbano deve ser capaz de proporcionar qualidade de vida a população, reduzindo os riscos oriundos à impermeabilização causada pelo processo de urbanização e conseqüentemente promovendo o bem-estar (Righetto, 2009).

Os eventos chuvosos no Distrito Federal têm apontado à influência do Sistema de drenagem presente; sendo que o atual sistema não oferece capacidade de apoio suficiente para receber a vazão gerada pelas águas de precipitação. O custo das adequações dos sistemas convencionais de drenagem pública, e a inviabilidade técnica são barreiras que nos fazer ir em busca de soluções competentes.

Neste trabalho, busca-se realizar o dimensionamento de um reservatório de detenção para controle de fluxo de água abundante providas de escoamento superficial de áreas impermeáveis sob eventos chuvosos, sendo considerado o conceito de retardamento. São reservatórios que recebem o escoamento da área impermeável e dele é direcionada a rede de águas pluviais com uma vazão de pré-desenvolvimento, para que a rede não sobrecarregue e não gere inundações.

Será utilizado o Método Racional para o cálculo da vazão total gerada pelo empreendimento do Foro Trabalhista de Taguatinga-DF, Sendo que a intensidade da chuva utilizada no Método Racional será calculada a partir da Equação da Chuva Intensa que consiste das relações intensidade-duração - frequência – IDF das chuvas, desenvolvida em função de eventos chuvosos intensos no Distrito Federal.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

O objetivo do trabalho é dimensionar um reservatório de retenção de águas pluviais que pertencerá ao prédio que atenderá as novas instalações do Foro Trabalhista de Taguatinga concedido pelo Tribunal Regional do Trabalho da 10ª Região, localizado no endereço: Quadra C12, Bloco O, Lotes 1 a 5 e 8 a 12, Setor Central – Taguatinga – DF. Área Total: 8.954,79 m<sup>2</sup>, para que atenda as normas de aprovação pela Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil (NOVACAP).

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Levantar toda a área impermeável do lote.
- Especificar o molde de reservatório de retenção apropriado.
- Dimensionamento do volume do reservatório de acordo com a RESOLUÇÃO N°. 09, DE 08 DE ABRIL DE 2011 da ADASA.
- Elaboração do projeto do reservatório de retenção.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1. Ciclo hidrológico

O ciclo hidrológico é modificado de diferentes maneiras, uma delas são os problemas gerados a partir de inundações proporcionado pela urbanização sem controle, provocando a ampliação das vazões máximas. Minimizando a infiltração das águas pluviais no solo resulta no aumento do escoamento superficial como podemos analisar na figura 1.

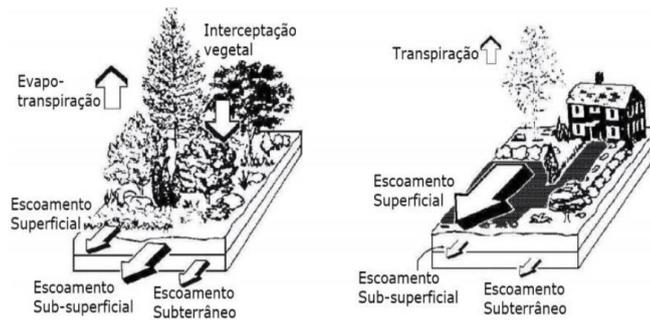


Figura 1. Balanço hídrico. Fonte: SCHUELER, 1987.

O escoamento das águas de precipitação ocasionada pela impermeabilização do solo pode provocar, localmente, aumento no pico da vazão de escoamento superficial. A percentagem sobre a vazão pluvial é diretamente proporcional ao aumento da urbanização em que a bacia está inclusa.

A Figura 1 ilustra esse efeito:

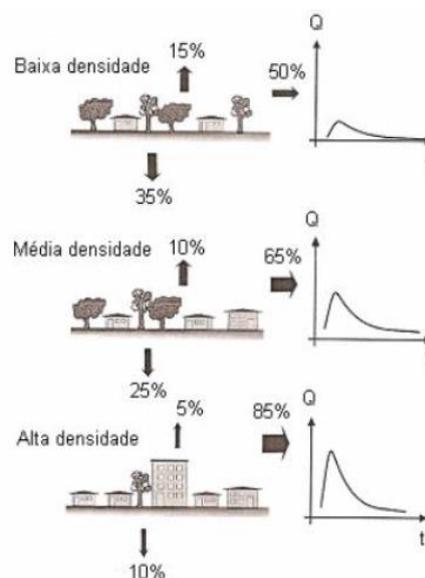


Figura 1 - Mudança no Ciclo Hidrológico pela Urbanização Fonte: ReCESA, 2007.

### **3.2. Inundações em centros urbanos**

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2010), 84% da população brasileira está concentrada em áreas urbanas. O imenso crescimento populacional e as dificuldades de drenagem urbana ganham destaque no período chuvoso, com suas causas desastrosas. No início do século XX o conceito de drenagem natural da Europa ainda prevalecia, as águas de chuvas e esgoto sanitários deveriam ser distantes, diminuindo assim a probabilidade de contágio, sob esse julgamento foram formados as galerias e canais de drenagem, as obras foram o recurso encontrada pelo governo da segunda metade do século XX, pois estas ofereciam uma repercussão política expressiva, abrigando as pretensões de desenvolvimento da cidade. Entretanto a partir da década de 70 trocou-se o conceito de drenagem urbana pelo conceito de hidrologia urbana, onde se descuidar-se da água para jusante parou de ser a singular preocupação, com a conscientização do meio ambiente e espaço urbano passou a ser observada após grandes problemas ocasionados pela ampliação urbana caótica, em que as instalações de saneamento básico eram efetivadas somente após a concretização dos riscos à saúde das pessoas (Righetto, 2009).

O crescimento urbano desordenado nas cidades brasileiras tem causado vários impactos sobre a população e o meio ambiente. Esses impactos podem se verificar de diversas formas, entre elas as inundações, e a degradação da qualidade das águas pluviais. Esses problemas são consequência de como se dá o desenvolvimento das cidades: falta de planejamento, pouco controle sobre o uso do solo, ocupação de áreas de risco e sistemas de drenagem inadequados.

Os sistemas de drenagem podem ser classificados quanto a sua zona de aplicação em drenagem na fonte, macrodrenagem microdrenagem. A drenagem na fonte é aquela que coleta o escoamento que ocorre no terreno, ou empreendimento particularizado, como estacionamentos e parques. A microdrenagem é definida pelo sistema de condutos ou canais que atua em nível de loteamento ou de rede primária urbana. A macrodrenagem são os sistemas coletores de diferentes sistemas de microdrenagem. (Tucci, 2003).

### 3.3. Métodos de Estimativa do escoamento Superficial

Os métodos de estimativa do escoamento superficial podem ser divididos em quatro grupos conforme a seguir:

- a) Medição do Nível de Água - É o mais preciso; - Requer vários postos fluviométricos;
- b) Modelo Chuva-Vazão Calibrados - Boa precisão - Métodos baseados na hidrógrafa (Hidrograma Unitário);
- c) Modelo Chuva-Vazão Não Calibrado - Média precisão - Métodos baseados no método racional;
- d) Fórmulas Empíricas - Baixa precisão - Meyer, Gregory.

### 3.4. Caracterização do Método Racional

É usado para calcular a vazão de pico de uma determinada bacia, considerando uma seção de estudo (Tomaz, 2002).

Segundo Plínio o método racional é um método indireto e foi apresentado pela primeira vez em 1851 por Mulvaney e usado nos Estados unidos por Emil Kuichling em 1889 e estabelece uma relação entre a chuva e o escoamento superficial (deflúvio), para diferenciar de métodos antigos que eram empíricos e não racionais, assim foi batizado de método Racional. O método racional só deverá ser usado somente em bacias pequenas ou com áreas de drenagem inferior a 3km<sup>2</sup> (300 ha) segundo ou quando o tempo de concentração não ultrapasse uma hora.

O Método racional é dado pela equação:

$$Q = C \cdot I \cdot A / 3600 \quad (\text{Eq. 01})$$

Sendo:

Q = vazão da chuva em [l/s].

C = relação entre o volume de escoamento livre superficial e o total precipitado.

I = intensidade da chuva em [mm/h].

A = área de contribuição em [m<sup>2</sup>].

Para se aplicar o método racional, segundo Plínio é necessário analisar em

que este método é baseado. As hipóteses para aplicação do mesmo é:

a) toda a área contribui com o escoamento superficial e é por isso que o tempo de duração da tormenta deve ser igual ou exceder ao tempo de concentração da bacia;

b) a chuva é distribuída uniformemente sobre toda a área da bacia;

c) todas as perdas estão incorporadas ao coeficiente de escoamento superficial. A intensidade da chuva associada com o tempo de concentração e a frequência da ocorrência podem ser obtidas das curvas de intensidade-duração-frequência (IDF).

### 3.5. Coeficiente (C) da Fórmula Racional

O coeficiente “C” de escoamento superficial é também conhecido como coeficiente de runoff ou coeficiente de deflúvio (Tomaz, 2002).

Por definição coeficiente de runoff é a razão entre o volume total de escoamento superficial no evento e o volume total precipitado (Tucci,2003).

A escolha do coeficiente de escoamento varia de acordo os fatores, que são: espécie de ocupação do solo, material da cobertura.

Telhados perfeitos sem fuga;	0,70 a 0,95
Superfícies asfaltadas em bom estado;	0,85 a 0,90
Pavimentação de paralelepípedos, ladrilhos ou blocos de madeira com juntas bem tomadas;	0,70 a 0,85
Para superfícies anteriores sem as juntas tomadas;	0,50 a 0,70
Pavimentação de blocos inferiores sem as juntas tomadas;	0,40 a 0,50
Estradas macadamizadas;	0,25 a 0,60
Estradas e passeios de pedregulho;	0,15 a 0,30
Superfícies não-revestidas, pátios de estradas de ferro e terrenos descampados, parques, jardins, dependendo da declividade;	0,10 a 0,30
Do solo na natureza e do subsolo.	0,01 a 0,20

Tabela 1 - coeficiente de runoff Fonte: vilela e Mattos (1980).

### 3.6. Intensidade da chuva

A intensidade máxima pontual pode ser determinada através das relações intensidade-duração - frequência – IDF das chuvas. Essas relações são obtidas através de uma série de dados de chuvas intensas, suficientemente longas e representativas do local do projeto. (Tomaz, 2002).

A equação para cálculo da Intensidade de precipitação (I) é disposta pelo, do Manual Técnico de Projetos de Drenagens Urbanos da NOVACAP:

$$I = \frac{21,7 \cdot t_r^{0,16}}{(t+11)^{0,815}} \quad (\text{Eq.02})$$

Tr = é o tempo de recorrência do evento chuvoso.

O Art. 4º - I- DA RESOLUÇÃO Nº 09, DE 08 DE ABRIL DE 2011 estabelece que a vazão máxima gerada pelo empreendimento, considerando-se as chuvas com tempo de recorrência de 10 (dez) anos.

T= para a NBR 10844 referente a instalações prediais de águas pluviais a duração de precipitação deve ser fixada em t = 5min.

### 3.7. Redução da Área Impermeabilizada

Conforme o capítulo V da Resolução Nº. 09, de 08 de Abril de 2011 da ADASA existem forma para que possa reduzir o percentual de áreas impermeabilizada na edificação, essas são ações que favorecem a infiltração de água no solo e diminui de forma bastante significativa a vazão encaminhada ao reservatório de retenção de águas pluviais, estas são:

Aplicação de pavimentos permeáveis (blocos vazados com preenchimento de areia ou grama, asfalto poroso, concreto poroso) – reduzir em até 60% (sessenta por cento) a área que utiliza estes pavimentos;

Desconexão das calhas de telhado de forma a direcionar a água para superfícies permeáveis com drenagem – reduzir em até 40% (quarenta por cento) a área de telhado drenada;

Desconexão das calhas de telhado de forma a direcionar a água para superfícies

permeáveis sem drenagem – reduzir em até 80% (oitenta por cento) a área de telhado drenada;

Aplicação de trincheiras de infiltração – reduzir em até 80% (oitenta por cento) as áreas drenadas para as trincheiras;

Direcionamento da água proveniente de superfície impermeável para dispositivos de infiltração sem saída – percentual de redução a ser estimado pela ADASA;

Aplicação de outras medidas a serem avaliadas pela ADASA.

### **3.8. Reservatório Pluvial de Retardo**

O crescimento acelerado da construção civil nos últimos anos, e conseqüentemente o aumento das áreas impermeabilizadas pela urbanização têm levado o meio técnico à procura de soluções que possibilitem maior qualidade, eficácia e produtividade no processo construtivo de estruturas para armazenamento de cheias ou, como são mais conhecidos, reservatórios de retenção e detenção de águas pluviais.

De acordo com o § 3º do artigo 5º da resolução no 009 da ADASA, as águas precipitadas sobre terrenos não deverão ser drenadas diretamente para a rua, sarjetas e ou redes de drenagem sem a devida contenção e retardamento do lançamento.

### **3.9. Volume de Reservatório de Retardo**

Para determinação de volume que um reservatório de qualidade o mesmo deverá atender as exigências da resolução N°. 09, de 08 de Abril de 2011 da ADASA e ter aval da NOVACAP para lançamento em corpos hídricos do escoamento de águas pluviais do terreno. O capítulo IV da Resolução Art. 8º da resolução, trata-se do dimensionamento do reservatório, em que para determinação do seu volume, serão analisados o tamanho do terreno, o percentual de áreas impermeabilizadas e as características da bacia, frisando que para áreas de lote menor que 600 m<sup>2</sup> e destinado à habitação unifamiliar não será necessário à regularização de vazão. Partindo de terreno maior que 600 m<sup>2</sup> não serão permitidos que a vazão de lançamento nos corpos hídricos seja maior que 24,4 L/(s.ha) (vinte e quatro inteiros e quatro décimos de litro por segundo por hectare), quando a escolha do controle de

escoamento superficial for por meio reservatório de retenção e área do lote for menor que 200 ha (duzentos hectares), o volume do mesmo será determinado pela equação:

$$V = 4,705 * A_i * A \quad (\text{Eq.03})$$

Temos:

- V = volume dado em m<sup>3</sup> (metro cúbico).
- A<sub>i</sub> = o percentual de área impermeável, calculada pelo somatório das áreas impermeáveis com reduções pelo coeficiente de deflúvio.
- A<sub>c</sub> = área total do terreno, expressa em hectares.

### 3.10. Vazão de Pré-Desenvolvimento

De acordo com o § 2º do artigo 5º da Resolução no 009 da ADASA, Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal, responsável pela outorga do direcionamento de águas pluviais pra corpos hídricos de propriedade do distrito federal, determina quais os valores de vazão máxima são autorizados introduzir nas redes de drenagens pluviais após a retenção da água no reservatório, para que o empreendimento não cause danos ou ultrapasse o limite que o sistema de drenagem pluvial comporta. A Agência limita uma vazão de pré-desenvolvimento, que consiste no escoamento superficial considerando a situação natural de cobertura do solo, definida pela equação:

$$Q = 24,4 \frac{L}{s} * ha \quad (\text{Eq.04})$$

## 4. METODOLOGIA

Para construção do presente trabalho foram feitos estudos Técnicos para implantação do Reservatório de retenção de águas pluviais em um empreendimento público. Os dados foram coletados perante projeto arquitetônico (planta baixa) e in loco, diante de visita técnica. Os dados serão utilizados para cálculos referentes ao volume do reservatório para deter a vazão escoamento das chuvas.

A ADASA exige da NOVACAP certas condicionantes para outorga dos lançamentos nos corpos hídricos do DF e esta, por sua vez, repassa para os novos edifícios o cumprimento de tais condicionantes e dentre elas, está a retenção na fonte geradora, por meio de reservatório de detenção do deflúvio gerado no empreendimento, evitando assim a ampliação da capacidade de escoamento da rede pluvial pública, uma vez que a impermeabilização do solo pelo empreendimento, aumenta o volume pluvial escoado.

Assim, para que a NOVACAP dê o aval à Administração de Taguatinga, e então forneça o “Habite-se” ao empreendimento, é necessário que o empreendedor implante o reservatório pluvial de detenção.

#### 4.1. Escolha do Empreendimento

Foi selecionada uma edificação localizada na quadra C12 Bloco O Lotes 1 a 5 e 8 a 12, Taguatinga Centro, Brasília-DF, com finalidade de dimensionar o reservatório de detenção de águas pluviais que atenderá as instalações do empreendimento do Foro Trabalhista de Taguatinga concedido pelo Tribunal Regional do Trabalho da 10ª Região.

Localização do imóvel figura 3:



Figura 1 – Marcação do imóvel de Estudo  
Fonte: Google Earth (Acesso em 16 de junho de 2018)

## 4.2. Característica do empreendimento

O empreendimento é um imóvel recém-construído e ainda não inaugurado com área de lote de 1200 m<sup>2</sup>, formado por uma estrutura com: primeiro e segundo subsolos, térreo, mezanino e mais 10 pavimentos acima, totalizando uma altura de 49,18 metros.



*Figura 2: prédio estudado Fonte: o autor*

### **4.3. Obtenção de Dados**

Para obtenção de parte dos dados para a realização dos cálculos foi consultada a Conbral S/A Construtora, que disponibilizou do projeto de arquitetura e de liberações de visitas para levantamentos técnicos necessários para a elaboração do estudo e a NOVACAP que disponibilizou da carta de redes de drenagem que atendem a localização do imóvel selecionado pra estudo nesse trabalho.

### **4.4. Caracterização do sistema de drenagem**

O sistema de drenagem de águas pluviais de Taguatinga - Brasília onde está localizado o prédio estudado compõe-se num sistema de galerias com diâmetro mínimo de 400 mm que descarregam em galerias principais com diâmetros superiores de 600 mm.

O sistema de drenagem das águas pluviais é combinado por:

- Guia ou meio-fio: faixas contínuas que separam os passeios das vias públicas;
- Sarjeta: propostas a recolher e conduzir as águas geradas a partir do escoamento superficial para as bocas de lobo.
- Bocas-de-lobo ou bueiros: Consiste na infraestrutura com aberturas, que no sistema de drenagem resumem-se a coleta de águas de escoamento transportadas pelas sarjetas;
- Galerias: responde pelo transporte das águas captadas pelas bocas-lobo até seu destino final;
- Caixas de passagem: pontos de manutenção entre trechos de galerias;
- Poço de visita: são poços situados em lugares estabelecidos, responsáveis pela inspeção e manutenção do sistema de drenagem.

#### **4.5. Etapas do dimensionamento**

As etapas de dimensionamento seguiram o seguinte cronograma:

1. Levantamento da área total do terreno e dividi-la em relação impermeabilização do lote.
2. Intensidade da chuva em [mm/h].
3. Vazão Pluvial Máxima do Empreendimento
4. Volume do reservatório
5. Vazão de Pré-Desenvolvimento

#### **4.6. Levantamento de Áreas**

Para se iniciar o dimensionamento do reservatório de retenção de águas pluviais a partir de condicionantes da resolução da ADASA, foram levantadas as áreas totais do empreendimento, utilizando o projeto arquitetônico com o uso do software AUTOCAD uma plataforma de desenho técnico, feito uso da versão estudante gratuita, e classificando as áreas impermeabilizadas da edificação a partir do coeficiente de runoff ou coeficiente de deflúvio presente na tabela-1.

A vazão pluvial afluente ao reservatório de retardo será a proveniente da chuva precipitada nos cobertura da edificação, nos terraços descobertos, e rampa de acesso, captadas pelo sistema de drenagem predial.

## 5. RESULTADOS

Levantamento da área total do terreno e dividi-la em relação ao coeficiente impermeabilização do lote:

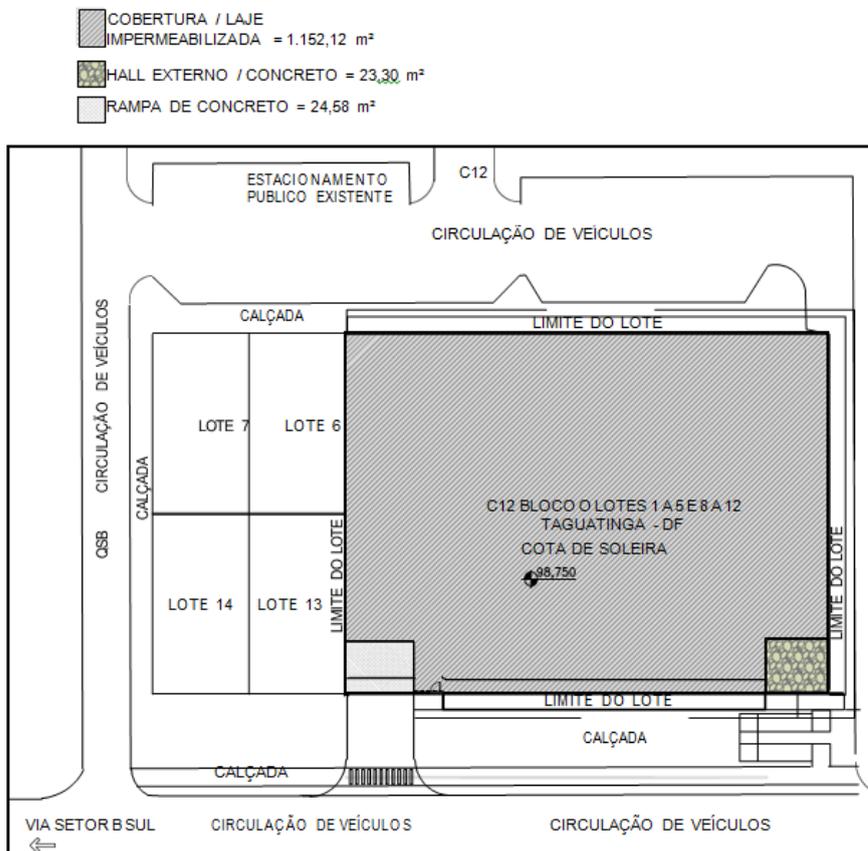


Figura 3: Planta de áreas impermeáveis Fonte: construtora combral – 2018

### 5.1. $I$ = intensidade da chuva em [mm/h].

$$I = \frac{21,7 \cdot 10^{0,16}}{(5+11)^{0,815}} = 3,274 \frac{mm}{min} = 196,44 \text{ mm/h} \quad (\text{Eq.02})$$

Tempo de recorrência do evento chuvoso (10 anos) e  $t=5$  minutos, chegando a um valor de  $I= 3,274 \text{ mm/min} = 196,44 \text{ mm/h}$ .

## 5.2. Vazão Pluvial Máxima do Empreendimento

Considerando uma chuva precipitada na área do empreendimento, com recorrência de 10 anos, resulta pelo Método Racional (Eq. 01) uma vazão pluvial máxima a ser escoada da edificação (Q em l/s) é calculada conforme abaixo:

Descrição	Tipo	Área Total (m <sup>2</sup> )	Coeficiente C	Intensidade Precipitação (mm/h)	Vazão Máxima (l/s)
Laje / Cobertura	Impermeável	1152,120	0,9	196,440	56,581
Piso externo / Térreo	Impermeável	23,300	0,9	196,440	1,144
Rampa conc. / Térreo	Impermeável	24,580	0,9	196,440	1,207
<b>Total</b>		<b>1200,000</b>	<b>0,9</b>	<b>196,440</b>	<b>58,932</b>

Tabela 2 – Cálculo de Vazão Máxima e Indicação dos Coeficientes de Escoamento Adotados

Vazão pluvial máxima total = 58,932 l/s ou 212,1552 m<sup>3</sup>/h

## 5.3. Vazão de Pré-Desenvolvimento

Para o caso em análise usando a (Eq.04), calcula-se que a vazão máxima para ser lançada aos corpos hídricos do distrito federal é de:

$$Q = 24,4 \frac{L}{s} * 0,120ha = 2,928 l/s = 10,54m^3/h$$

Pelo fato da vazão pluvial máxima do empreendimento, que irá escoar para a rede pluvial pública (58,932 l/s – vide tabela 2), ser superior a máxima permitida para lançamento em rede (2,928 l/s) conforme demonstrado em cálculo acima deste trabalho, será necessária a implantação de um sistema para promover a detenção do deflúvio.

#### 5.4. Volume do reservatório de detenção (Eq.03)

$$V = 4,705 * Ai * A$$

(Ai) é o percentual de área impermeável, calculada pelo somatório das áreas impermeáveis com reduções (vide fatores e coeficientes adotados na tabela-1) divididos por (A) Área Total de Contribuição.

ÁREAS DIVIDIDAS				
DESCRIÇÃO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	ÁREA COMPUTADA	COEFICIENTE ( C )	ÁREA IMPERMEÁVEL (m <sup>2</sup> )
Laje / Cobertura	1152,120	1152,12	0,90	1036,91
Piso externo / Térreo	23,300	23,30	0,90	20,97
Rampa concreto / Térreo	24,580	24,58	0,90	22,12
<b>SOMA</b>				<b>1.080,00 m<sup>2</sup></b>

Tabela 3 – Cálculo Áreas Impermeáveis e apresentação de fatores de redução e coeficientes de escamento adotados. Assim, calcula-se o percentual de área impermeável, conforme abaixo:

$$Ai = \frac{((1152,12)*0,90)+((23,30)*0,90)+((24,58)*0,90)}{(1152,12+23,3+24,58)}$$

$$Ai = \frac{1080}{1200} = 90\%$$

Resulta para o reservatório o volume de:

$$V = 4,705 * 90 * 0,120 \text{ ha} = 50,81 \text{ m}^3$$

RESULTADOS	
ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO (m <sup>2</sup> ) (Ac)	1200,00
ÁREA IMPERMEÁVEL (m <sup>2</sup> )	1080,00
PERCENTUAL DE ÁREA IMPERMEÁVEL (Ai)	90,00%
VOLUME (M <sup>3</sup> ) (Vqa)	50,81

Tabela 4 – Cálculo do volume do reservatório.

## 5.5. Dimensões do Reservatório de águas pluviais

Sendo adotado um reservatório com as seguintes dimensões 3,20x8,20x2,00 (Largura x Comprimento x altura útil).

Para facilitar na execução, o volume do reservatório foi arredondado para 52,48m<sup>3</sup>.

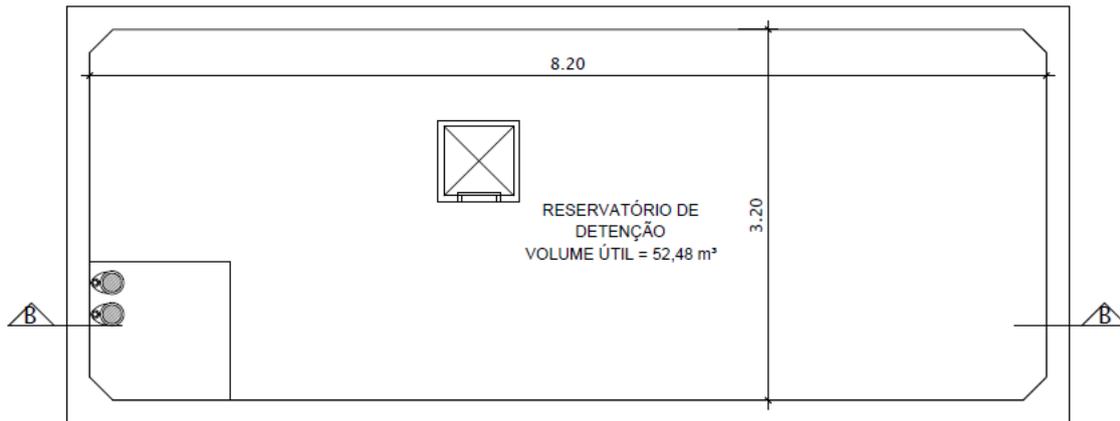


Figura 4: Planta baixa: reservatório de águas pluviais

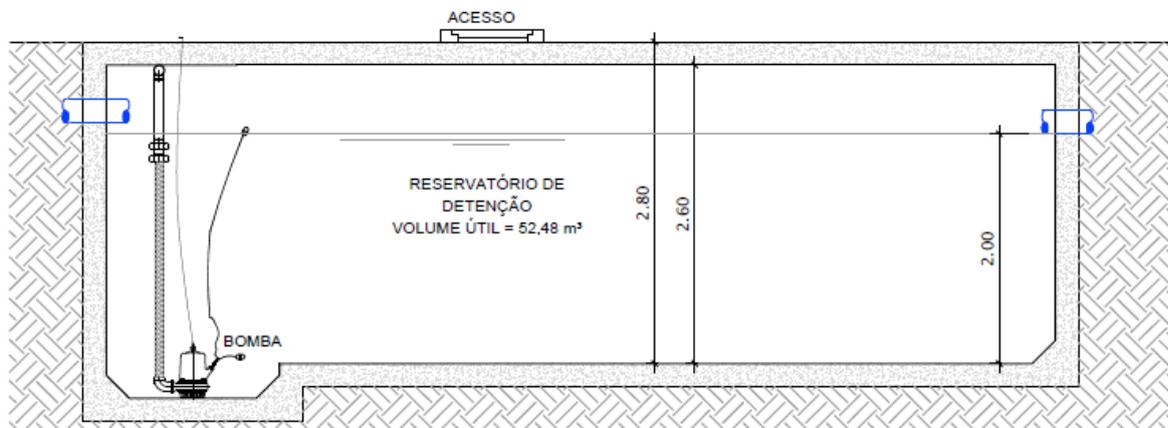


Figura 5: Corte BB: reservatório de águas pluviais

## 5.6. Localização do Reservatório

O reservatório pluvial de retardo será localizado enterrado no piso do 2º subsolo na área de circulação de veículos do estacionamento.

Com base nos resultados do estudo ora apresentado, verifica-se que para amortecer as vazões pluviais afluentes, o reservatório de retardo, para esvaziamento por recalque, irá requerer uma área interna útil da ordem de 26,24 m<sup>2</sup> e altura do reservatório útil sob a tubulação de chegada de 2,00m. Com dimensões: 3,20x8,20x2,0m (largura x comprimento x altura útil), totalizando os 52,48m<sup>3</sup> calculados.

Sendo assim o esvaziamento será lançado na sarjeta com a necessidade de uma bomba centrífuga para recalque da água, pois o desnível de 8,92 não é favorável para realizar o escoamento por gravidade.

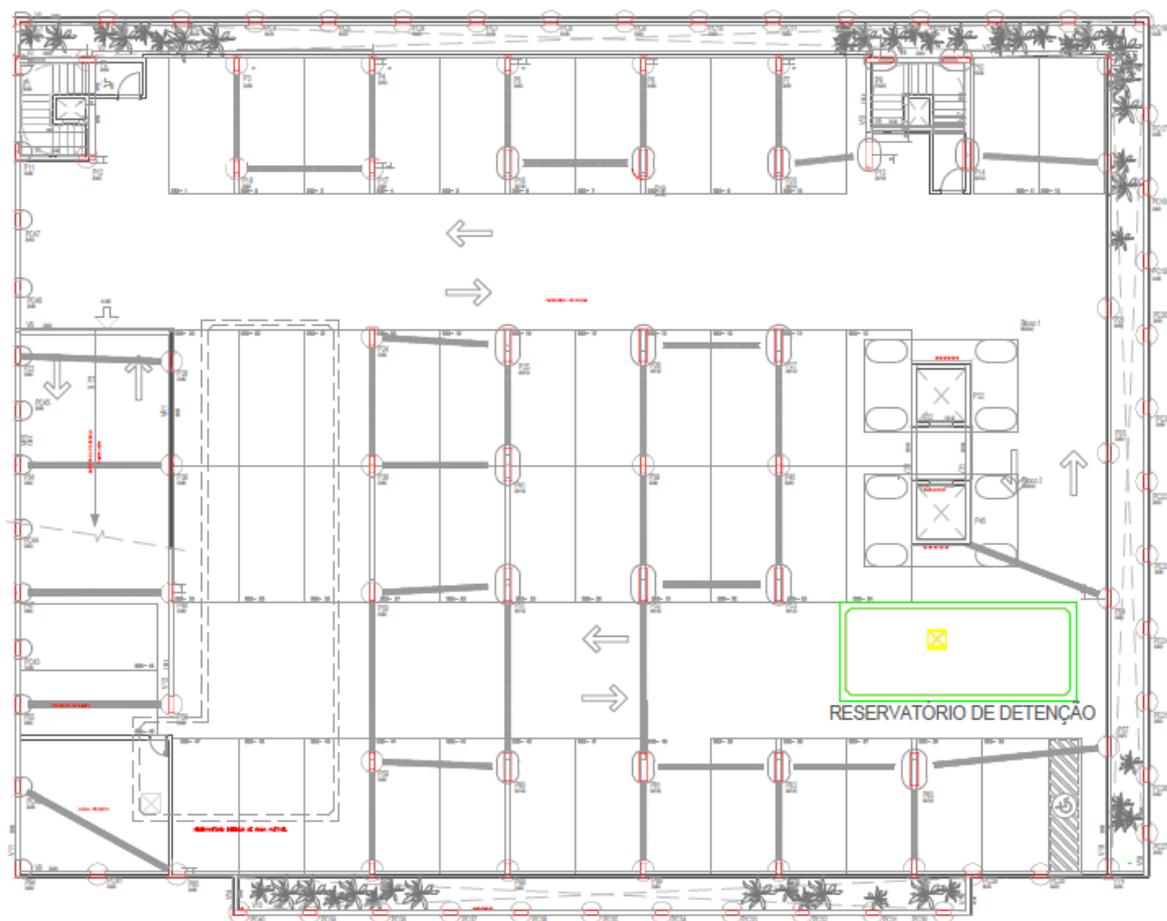


Figura 6: Planta baixa do segundo subsolo onde foi locado o reservatório de águas pluviais.

## 5.7. Esvaziamento do Reservatório

Sabendo-se a vazão máxima que pode ser lançada na sarjeta, que é de 2,928 L/s, será utilizada uma bomba centrífuga trabalhando na vazão de 10,54 m<sup>3</sup>/h (2,928 L/s) o tempo de esvaziamento será de aproximadamente 5 horas. A tubulação de recalque do reservatório será orientada para desaguar em uma caixa de passagem localizada na calçada, para daí sair o ramal de ligação com a rede pluvial pública.

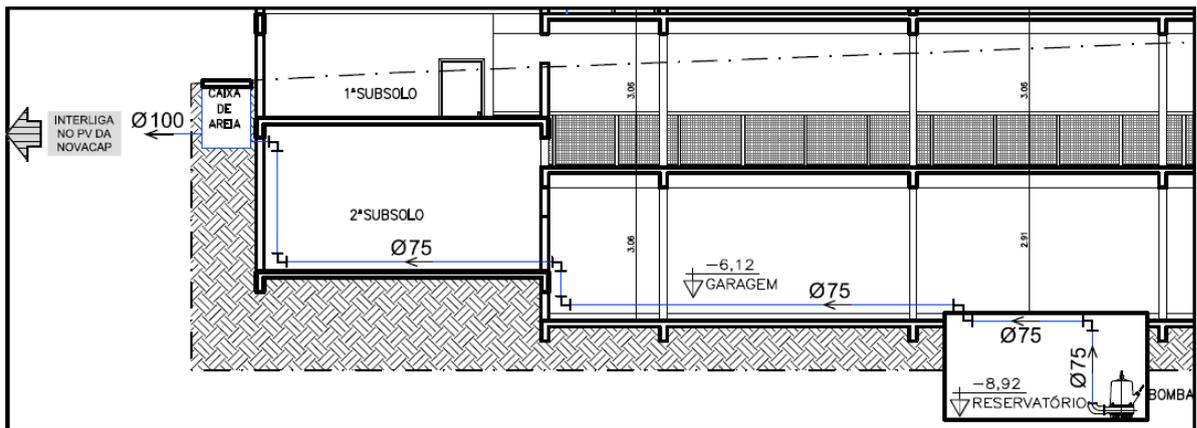


Figura 7: Esquema vertical do recalque.

Rede pública de Drenagem de águas pluviais onde o imóvel estudado interligará entre a Caixa 5/20 e o Poço de Visita 6/20.

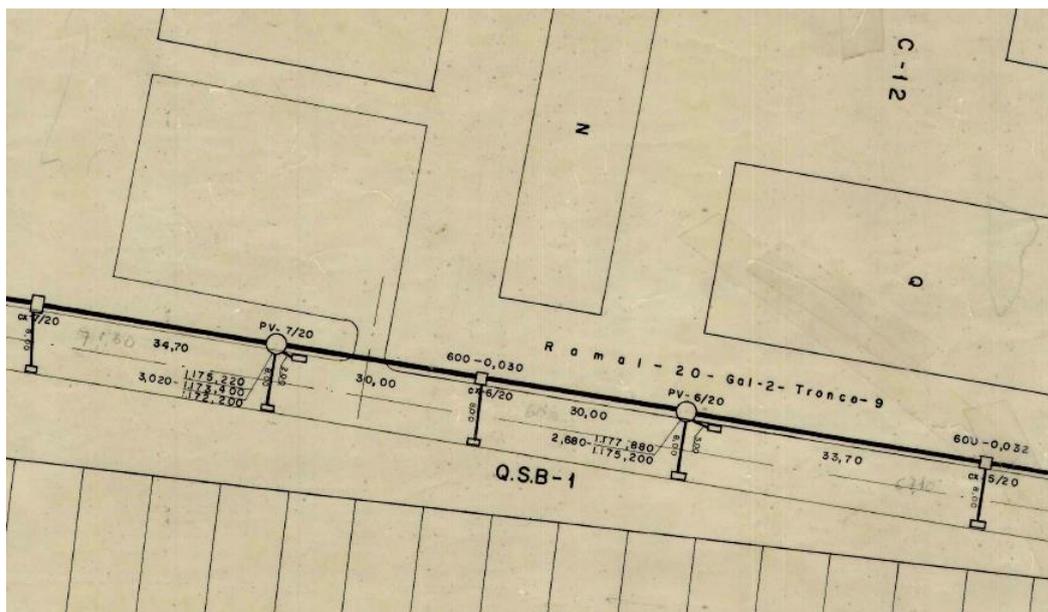


Figura 8: Mapa da rede pública pluvial

## 5.8. Esquema Vertical

Para explicar como funciona a captação das águas pluviais do empreendimento, e como as mesmas são direcionadas ao reservatório, foi necessário a criação de um Esquema Vertical que facilita a visão geral da instalações prediais.

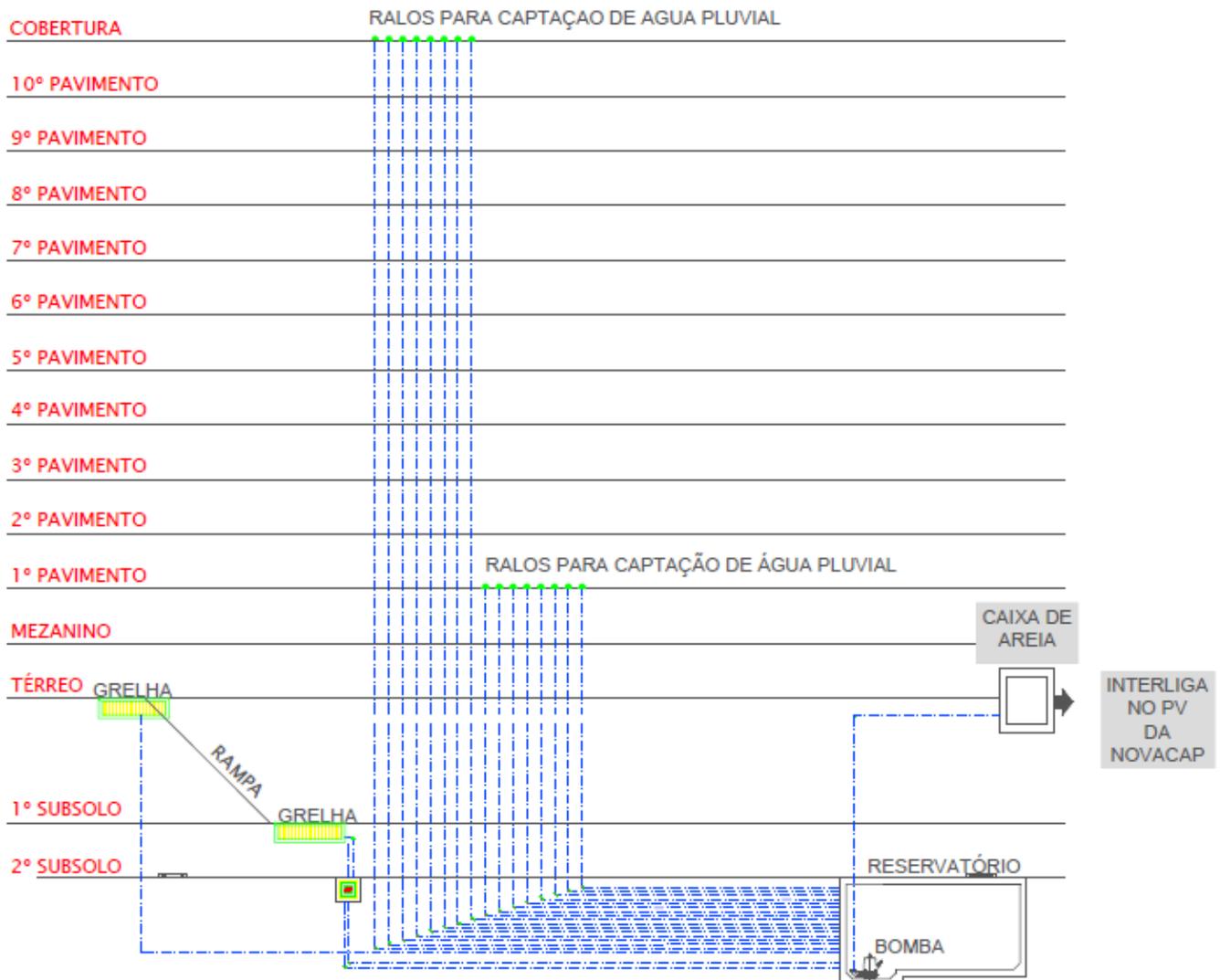


Figura 9: Esquema vertical

## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Levando em conta a importância do controle do escoamento das águas pluviais, devido a prejuízos a saúde humana e perda de bens ocasionados por enchentes, esse trabalho buscou fazer o estudo e dimensionamento de um reservatório de retenção de águas de precipitações, de um prédio que acomodará as instalações do Foro Trabalhista concedido pelo Tribunal Regional do Trabalho da 10ª Região. Todo o dimensionamento foi de acordo com a Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento básico do distrito federal (ADASA).

A partir dos cálculos, verificou-se que, a rede de 600 mm presente na rua QSB 1 que atenderá o prédio em estudo nesse trabalho, sem a implantação do reservatório de retardo, receberia uma vazão derivada do escoamento das águas pluviais geradas a partir da impermeabilização do terreno de 212,1552 m<sup>3</sup>/h. Com a implantação do reservatório de retardo com o intuito de reduzir a vazão destinada a rede de drenagem a vazão passou a ser de 10,54 m<sup>3</sup>/h. Observando esses dados chegamos a conclusão que, sem a presença de um reservatório essa edificação enviaria uma vazão cerca de 20 vezes maior a rede de drenagem urbana. Nota-se uma redução muito significativa, que obviamente contribuirá para evitar que o sistema de drenagem pública sobrecarregue e cause inundações.

Como sugestões de trabalhos futuros:

- Desenvolver um estudo em relação ao aproveitamento das águas pluviais, a relação de custo benefício da instalação de um reservatório destinado a aproveitamento dessas águas.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. DEZ 1989 NBR 10844  
Instalações prediais de águas pluviais

ADASA. Governo do Distrito Federal. Resolução 9 de 08 de abril de 2011. Estabelece os procedimentos gerais para requerimento e obtenção de outorga de lançamento de águas pluviais em corpos hídricos de domínio do Distrito Federal e naqueles delegados pela União e Estados. ADASA, Brasília, 2011.

RIGHETTO, A. M. Manual de Águas Pluviais Urbanas. ABES. Rio de Janeiro, 2009.

TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J.C. Inundações na América do Sul. Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, 2003.

SCHUELLER, T. Controlling Urban Runoff : A Practical Manual for Planning and Designing Urban BMPs. 1987.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Características da População. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao.html>>. Acesso em 10 de junho de 2018.

ReCESA - COSTA, A. R.; SIQUEIRA, E. Q.; MENEZES FILHO, F.C. M. Curso Básico de Hidrologia Urbana: nível 3 ReCESA. Brasília, 2007.

TOMAZ, PLINIO. Cálculos hidrológicos e hidráulicos para obras municipais. Ano 2002, São Paulo, Editora Navegar.