
**AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO DISTRITO
FEDERAL – TERRACAP
GERÊNCIA DE MEIO AMBIENTE – GEMAM
NÚCLEO DE ANÁLISE AMBIENTAL - NUAMB**

SERVIÇOS TÉCNICOS DE ENGENHARIA PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL – PCA E PROJETOS EXECUTIVOS DE DRENAGEM PLUVIAL E PAVIMENTAÇÃO PARA O EMPREENDIMENTO DENOMINADO CENTRO URBANO E SUBCENTRO URBANO DAS QUADRAS 400/600 DO RECANTO DAS EMAS E RELATÓRIO DE SITUAÇÃO DAS OBRAS DE INFRAESTRUTURA DA CIDADE DO RECANTO DAS EMAS.

**CADERNO DE PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL REFERENTE AO CENTRO URBANO E SUBCENTRO URBANO
PROJETO EXECUTIVO**

REV.05

MAIO/2019

Sumário

1.	APRESENTAÇÃO.....	5
2.	CRITÉRIOS DO PARCELAMENTO URBANO.....	6
2.1.	Nome do Empreendimento e atividades previstas.....	6
2.2.	Localização geográfica e Caracterização da Área Abrangida pelo Projeto	7
3.	ANTECEDENTES	10
4.	CRITÉRIOS DE PROJETO	14
4.1.	Vazões de Projeto.....	14
4.2.	Parâmetros de Projeto	15
4.2.1.	Coeficiente de Escoamento Superficial (C)	15
4.2.1.1.	Centro Urbano.....	15
4.2.1.2.	Subcentro Urbano	16
4.2.1.3.	Coeficiente de Escoamento Superficial adotado para a verificação da vazão máxima do canal de concreto existente e para a construção das as Bacias de Detenção 1 e 2 que receberão esse canal.....	17
4.2.2.	Intensidade de Chuva Crítica (i).....	17
4.2.3.	Tempo de Concentração	18
4.2.4.	Dimensionamento Hidráulico	18
4.3.	Órgãos Acessórios	20
5.	DISPOSITIVOS DE AMORTECIMENTO	20
5.1.	Dimensionamento das Bacias de Detenção.....	21
5.1.1.	Cálculo de CN	21
5.1.2.	Cálculos hidrológicos e hidráulicos das bacias	22
5.1.3.	Subcentro	25
5.1.3.1.	Bacia de qualidade	26
5.1.3.2.	Bacia de quantidade.....	28
5.1.4.	Centro Urbano.....	29
5.1.4.1.	Bacia de Detenção de Qualidade	30
5.1.4.2.	Bacia de Detenção de Quantidade.....	32
5.1.5.	Bacias de Detenção 1 e 2	33
5.1.5.1.	Bacia de Detenção 1	35
5.1.5.2.	Bacia de Detenção 2.....	36
5.2.	Lançamento Final	38
5.3.	Dissipadores de Energia	38
5.4.	Outorga de Lançamento da ADASA.....	42
6.	PLANILHA HIDRÁULICA DE DIMENSIONAMENTO	43
7.	ESTRUTURAS DE CONTROLE NA FONTE	43

ANEXO 1 – PLANILHA DE VERIFICAÇÃO HIDRÁULICA DO CANAL.....	44
ANEXO 2 – PLANILHA DE ROUTINGS DAS BACIAS.....	45
ANEXO 3 – ÁBACO DE DIMENSIONAMENTO DOS DISSIPADORES	46
ANEXO 4 – FORMULÁRIO DE SOLICITAÇÃO DE OUTORGA PRÉVIA.....	47
ANEXO 5 – PLANILHA HIDRÁULICA	48
ANEXO 6 – COMPLEMENTAÇÃO TOPOGRAFIA TERRACAP	49
ANEXO 7 – ARTs	50
ANEXO 8 – TABELAS DOS Nº DA CURVA DO NRCS.....	51
ANEXO 9 - PLANTAS.....	52

FIGURAS

Figura 1 - Informações gerais do empreendedor e da empresa responsável pela elaboração do Projeto Executivo de Drenagem Pluvial do centro e Subcentro Urbano.	5
Figura 2 - Trecho da URB 169/1993. Em destaque, polígono em azul, ilustrando a localização aproximada da área de estudo do presente relatório em reação à citada URB.....	7
Figura 3 – Localização do Centro Urbano na RA do Recanto das Emas	8
Figura 4 – Trecho da URB 169/1993. Em destaque, polígono em azul, ilustrando a localização aproximada da área de estudo do presente relatório em reação à citada URB.....	9
Figura 5 - Localização do Subcentro.....	9
Figura 6 - Concepções independentes inicialmente apresentada para os sistemas de drenagem do Centro e Subcentro Urbano do Recanto das Emas.....	10
Figura 7 - Área de contribuição do sistema de drenagem do lançamento 7, quadras 401, 404, 405, 406, 601 e 801 a 805	11
Figura 8 -2ª e 3ª concepção para localização das bacias 1 e 2 em amarelo e azul respectivamente	12
Figura 9 - Quarta concepção para localização das bacias 1 e 2	13
Figura 10 - Dispositivos de saída das bacias de retenção.....	23
Figura 11 - Representação esquemática no HEC-HMS para a rede 1 e as bacias do Subcentro	25
Figura 12 - Representação esquemática dos volumes 1 e 2.....	26
Figura 13 - Representação esquemática no HEC-HMS para a rede 6, rede 7 e as duas bacias	30
Figura 14 - Representação esquemática no HEC-HMS para a rede 3 o canal e as duas bacias a serem construídas	35
Figura 15 - Detalhes das plantas de fundo e superior do dissipador de impacto.....	40
Figura 16 - Detalhes dos cortes do dissipador de impacto.....	41

TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros de projeto adotados em 2003 pela Arkis Infraestrutura	14
Tabela 2 - Ponderação do coeficiente de escoamento superficial “c”.....	16
Tabela 3 - Ponderação do coeficiente de escoamento superficial “c”.....	17
Tabela 4 - Equivalências de áreas de contribuição para as redes 2, 3, 4, 5, 8 e 9	19
Tabela 5 - Vazão de pré desenvolvimento segundo ADASA.....	20
Tabela 6 - Cálculo ponderado do CN para o Subcentro.....	21
Tabela 7 - Cálculo ponderado do CN para o Centro Urbano.....	22
Tabela 8 - Volume das bacias de qualidade	24
Tabela 9 - Vazão máxima de saída das bacias de qualidade.....	24

Tabela 10 - Volume das bacias de quantidade	25
Tabela 11 - Dados Hidrológicos e Hidráulicos de cada rede	26
Tabela 12 - relação cota x volume x área para a Bacia de Detenção de Qualidade....	27
Tabela 13 - Tabela cota x volume x área para a Bacia de Detenção de Quantidade ..	28
Tabela 14 - Relação cota x volume x área para a bacia de qualidade	30
Tabela 15 - Relação cota x volume x área para a Bacia de Detenção de quantidade.	32
Tabela 16 - Vazão de saída de cada bacia transformada em áreas equivalentes.....	34
Tabela 17 - Relação cota x volume x área para a bacia 1	35
Tabela 18 - Relação cota x volume x área para a bacia 2.....	37
Tabela 19 - Dimensões padronizadas dos dissipadores de impacto, usadas pela NOVACAP.....	41
Tabela 20 - Seleção de dissipadores	42

1. APRESENTAÇÃO

O presente Relatório corresponde ao Projeto Executivo do Sistema de Drenagem Pluvial dos empreendimentos denominados Centro Urbano e da Quadra 206 entre os conjuntos 02 e 03 e Subcentro Urbano das Quadras 400/600 localizados na Região Administrativa do Recanto das Emas – RA XV. Este Relatório e Projeto fazem parte da Ordem de Serviço nº052/2017 – DITEC, sendo elaborado a partir dos seguintes projetos:

- Projeto de Urbanismo – URB 057/2016 do Centro Urbano desenvolvido pela SEGETH e aprovado pelo Decreto nº38.482 de 11 de setembro de 2017;
- Projeto de Urbanismo – URB 059/2016 do Subcentro Urbano das Quadras 400/600 da Cidade do Recanto das Emas desenvolvido pela SEGETH e aprovado pelo Decreto nº38.481 de 11 de setembro de 2017;
- Projeto Executivo Geométrico Planimétrico Altimétrico do Centro Urbano e Quadra 206 entre os conjuntos 02 e 03 da Cidade do Recanto das Emas, desenvolvido pela PRISMA; e
- Projeto Executivo Geométrico Planimétrico Altimétrico do Subcentro Urbano das Quadras 400/600 da Cidade do Recanto das Emas, desenvolvido pela PRISMA.

Para o desenvolvimento do Projeto Executivo de Drenagem Pluvial do Centro Urbano e Subcentro Urbano do Recanto das Emas foram adotadas recomendações técnicas prescritas nos seguintes documentos, visitas e reuniões:

- Termo de Referência e Especificações para Elaboração de Projetos de Sistema de Drenagem Pluvial - NOVACAP – (10/ 2012).
- Resolução nº 09/2011 da ADASA – (04/2011);
- Lei Distrital Complementar nº 929/2017 do GDF – (07/2017)
- Visita em campo realizada no dia 25/09/2017 entre a equipe técnica da Prisma Consultoria e Engenharia Ltda., TERRACAP (fiscalização) e NOVACAP (fiscalização); e
- Reunião dia 09/10/2017 e 16/10/2017 entre PRISMA e NOVACAP;

O quadro a seguir identifica o empreendedor da área de Parcelamento Urbano e consecutivamente a empresa responsável pela elaboração do Projeto Executivo de Drenagem Pluvial.

Figura 1 - Informações gerais do empreendedor e da empresa responsável pela elaboração do Projeto Executivo de Drenagem Pluvial do centro e Subcentro Urbano

Empreendedor:

Razão Social: COMPANHIA IMOBILIÁRIA DE BRASÍLIA – TERRACAP.

Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica – CNPJ: 00.359.877/0001-73.

Endereço: Setor de Administração Municipal – SAM, Bloco “F”, Edifício TERRACAP. Brasília – Distrito Federal.

Telefone: (61) 3342-1994.

Executor do Contrato: Paulo César Costa

E-mail: paulo.costa@terracap.df.gov.br

Empresa Responsável pela Elaboração do Projeto Executivo de Drenagem Pluvial do Centro Urbano e Subcentro Urbano:

Razão Social: PRISMA CONSULTORIA E ENGENHARIA LTDA.

CNPJ: 02.429.986.0001-45.

CREA – DF: 6.815.

Endereço: Setor de Autarquias Sul – SAUS, Quadra.04, Bloco “A”, Edifício Victória Office Tower, sala 124. Brasília – Distrito Federal.

Telefone: (61) 3201-8700.

Coordenador Técnico: Marco Antônio Macêdo Diniz.

E-mail: marco@prismabr.com.br

Anotações de Responsabilidade Técnica – ARTs:

Eng. Civil Marco Antônio Macedo Diniz. ART nº 0720170050239

Eng. Civil Gustavo de Souza Macedo Diniz ART nº07220170050260

Eng. Civil João Marcelo Lopes Siqueira ART nº0720170068114

Foram projetadas sete redes coletoras de águas pluviais, duas bacias de retenção, sendo uma de qualidade e outra de quantidade, para o Subcentro Urbano, duas bacias de retenção, sendo uma de qualidade e outra de quantidade, para o Centro Urbano e a construção de duas novas bacias de retenção para o Lançamento nº 7 do Recanto das Emas:

- Rede 1 composta de 10 ramais, que drenam todo o Subcentro Urbano encaminhando-se por fim para um conjunto de bacias de retenção de qualidade e quantidade propostas especificamente para esse parcelamento;
- Rede 2 é composta de um único ramal que interliga a bacia de retenção de qualidade com a bacia de retenção de quantidade do Subcentro urbano;
- Rede 3 composta de um ramal, saindo da bacia de quantidade do Subcentro em direção a nova Bacia 1 do Lançamento 7;
- Rede 4 composta de um único ramal que interliga a Bacia 1 a Bacia 2;
- Rede 5 composta de um único ramal, saindo da Bacia 2 para lançamento no canal existente do Lançamento 7;
- Rede 6 composta de 11 ramais que drenam a porção mais ao norte do Centro Urbano encaminhando-se para a bacia de retenção de qualidade proposta especificamente para esse parcelamento;
- Rede 7 composta de 14 ramais que drenam a porção mais ao sul do Centro Urbano encaminhando-se para a bacia de retenção de qualidade do Centro Urbano;
- Rede 8 composta de um único ramal que interliga a bacia de retenção de qualidade com a bacia de retenção de quantidade do Centro Urbano;
- Rede 9 também composta de um único ramal que parte da bacia de quantidade do Centro Urbano em direção ao canal existente do Lançamento 7 do Recanto das Emas.

É importante destacar que não foi encontrada o trecho da galeria existente que chega no canal do Lançamento 7 do Recanto das Emas, logo, foi utilizado os dados de cadastro acerbado na NOVACAP para a elaboração da planta dos detalhes de chegada na bacia de retenção 1 projetada.

2. CRITÉRIOS DO PARCELAMENTO URBANO

2.1. Nome do Empreendimento e atividades previstas

➤ **Nome do Empreendimento:**

Centro Urbano e Quadra 206 entre os conjuntos 02 e 03 que a partir deste ponto neste relatório passa a ser chamado de Centro Urbano e Subcentro Urbano das Quadras 400/600 que a partir deste ponto neste relatório passa a ser chamado de Subcentro. O

Centro Urbano e o Subcentro encontram-se localizados na Cidade do Recanto das Emas.

➤ **Atividade Prevista:**

Parcelamento de solo urbano de interesse social.

2.2. Localização geográfica e Caracterização da Área Abrangida pelo Projeto

Área Centro Urbano:

1. A poligonal da área de estudo em tela, elaborada a partir da URB nº 057/2016, aprovado pela Decisão nº 28/2017 do Conselho de Planejamento Territorial e Urbano do DF – CONPLAN e Decreto nº 38.482 de 11 de setembro de 2017, possui aproximadamente 41,43 hectares e está contemplada em Projeto Urbanístico nº 169/1993. Os usos previstos, segundo o MDE nº 057/2016, são: residenciais (multifamiliar), comercial, industrial, institucionais e equipamentos públicos.
2. É mister informar que há lotes consolidados com usos para equipamentos públicos comunitários (restaurante comunitário, ginásio esportivo, fórum); institucional (igreja), e Espaços Livres de Uso Público – ELUPs (praças) na poligonal da área de estudo.

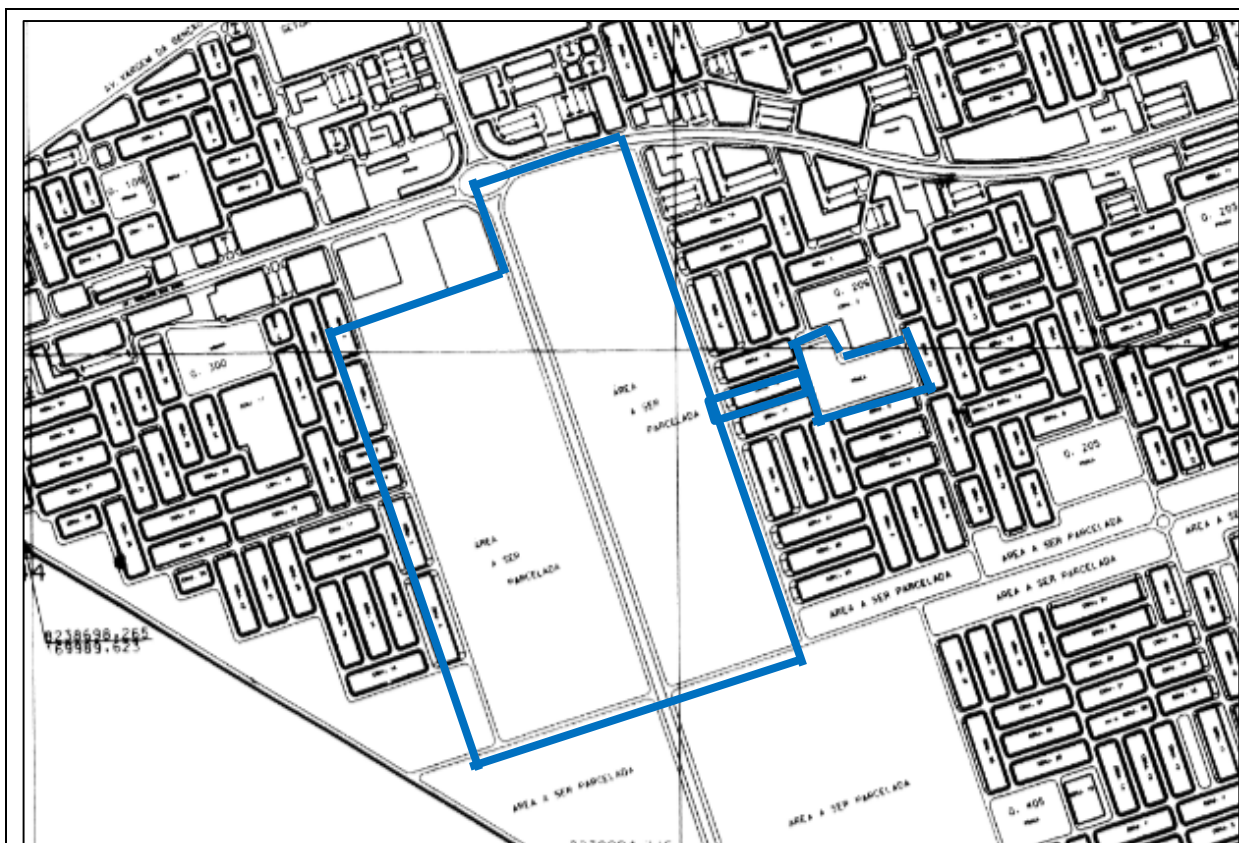


Figura 2 - Trecho da URB 169/1993. Em destaque, polígono em azul, ilustrando a localização aproximada da área de estudo do presente relatório em reação à citada URB.

De acordo com o MDE – 169/93, a gleba onde hoje situa-se a Cidade do Recanto das Emas era anteriormente ocupada pelo Núcleo Rural Vargem da Bêção, constituído por lotes e chácaras, arrendadas a particulares pelo Poder Público, e uma

grande área ocupada pelo Complexo Avícola – Só Frango, tendo sido desapropriada para a implantação da Cidade. O Despacho nº 0898/2016 – NUREG/TERRACAP confirma que o Projeto Urbanístico está em “Área de Parcelamento Futuro”, de propriedade da TERRACAP.

Assim, o Centro Urbano do Recanto das Emas encontra-se em terras desapropriadas.

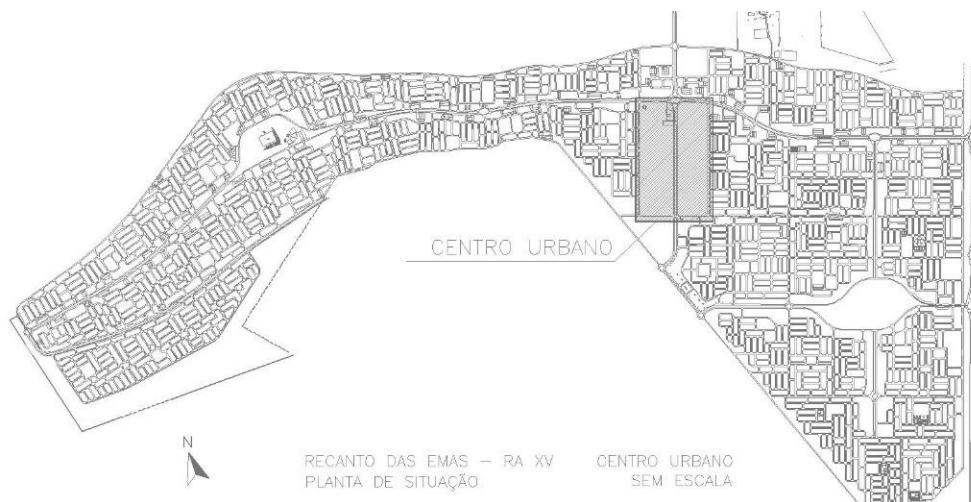


Figura 3 – Localização do Centro Urbano na RA do Recanto das Emas

Área Subcentro Urbano:

1. A poligonal da área de estudo em tela, foi elaborada a partir da URB nº 059/2016, aprovado pela Decisão nº 19/2017 do Conselho de Planejamento Territorial e Urbano do DF – CONPLAN e Decreto nº 38.481 de 11 de setembro de 2017, além de possuir um lote registrado (Vila Olímpica), e de outro com uso para equipamento público comunitário (Terminal Rodoviário), perfaz aproximadamente 15,48 hectares e está contemplada em Projeto Urbanístico nº 169/1993. Os usos previstos, segundo o MDE nº 059/2016 são: residenciais (multifamiliar), misto, comercial e equipamentos públicos.
2. É mister informar que há lotes consolidados com usos para equipamentos públicos comunitários (unidade de pronto atendimento, terminal rodoviário e vila olímpica) na poligonal da área de estudo.

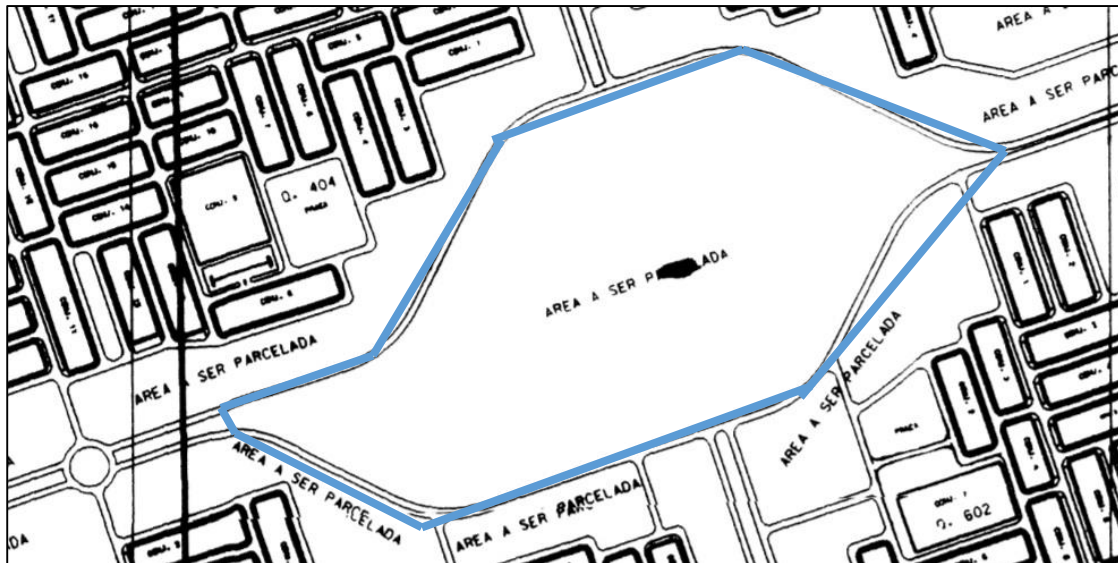


Figura 4 – Trecho da URB 169/1993. Em destaque, polígono em azul, ilustrando a localização aproximada da área de estudo do presente relatório em reação à citada URB.

De acordo com o MDE – 169/93, a gleba onde hoje situa-se a Cidade do Recanto das Emas era anteriormente ocupada pelo Núcleo Rural Vargem da Bênção, constituído por lotes e chácaras, arrendadas a particulares pelo Poder Público, e uma grande área ocupada pelo Complexo Avícola – Só Frango, tendo sido desapropriada para a implantação da Cidade. O Despacho nº 1108/2016 – NUREG/TERRACAP confirma que o Projeto Urbanístico está em “Área de Parcelamento Futuro”, de propriedade da TERRACAP, tendo como interferência apenas o Lote 01, Conjunto A (Vila Olímpica).

O Subcentro 400/600 do Recanto das Emas encontra-se no imóvel Tamanduá, em área urbana, em terras desapropriadas.



Figura 5 - Localização do Subcentro

3. ANTECEDENTES

A concepção desenvolvida inicialmente previa sistemas de drenagem independentes para cada área sendo um lançamento exclusivo para o Centro urbano e outro para o Subcentro conforme pode ser visto na figura 6 a seguir apresentada



Figura 6 - Concepções independentes inicialmente apresentada para os sistemas de drenagem do Centro e Subcentro Urbano do Recanto das Emas

Entretanto, durante visita de campo realizada em 22 de setembro de 2017 em conjunto com técnicos da NOVACAP, TERRACAP e desta consultora foi constatado que o local previamente definido para o lançamento do sistema de drenagem do Centro Urbano apresentava uma série de inconvenientes a saber:

- Primeiro, a grota prevista para lançamento já não mais existe, mas no lugar dela surgiu uma voçoroca profunda e, aparentemente, em processo inicial de estabilização, logo, um novo lançamento de drenagem, mesmo que regularizado por uma bacia de retenção, só comprometeria mais ainda o processo erosivo.
- Segundo para que fosse evitado este processo erosivo, o emissário de lançamento deveria percorrer uma distância adicional superior a 1 km, inclusive em vários trechos em material de 3º categoria, o que por si inviabilizaria a implantação do mesmo.

Diante de tais fatos, durante esta visita técnica realizada ao local, foi proposto pelo técnico da NOVACAP uma nova concepção de solução para o sistema de drenagem das duas áreas, através da utilização como ponto final de lançamento o canal de concreto existente que sai das duas bacias de retenção existentes do Lançamento nº 7 do Recanto das Emas.

O sistema de drenagem pluvial do lançamento nº 7 do Recanto das Emas drena uma área aproximada de 375 hectares correspondendo as quadras 401, 404, 405, 406, 601 e 801 a 805, lançando a sua vazão em duas bacias de retenção existentes com posterior lançamento no córrego Monjolo conforme pode ser visto na figura 7 a seguir.



Figura 7 - Área de contribuição do sistema de drenagem do lançamento 7, quadras 401, 404, 405, 406, 601 e 801 a 805

A Projetista entregou em dez/2017 projeto executivo de drenagem pluvial que contemplava além da execução das redes coletoras dos sistemas de drenagem do Centro Urbano e do Subcentro a reformulação das bacias de retenção existentes do lançamento nº 7 de tal maneira que as bacias seriam capazes de amortecer e despejar no canal existente a vazão de pré desenvolvimento da ADASA tanto das vazões do Centro Urbano, do Subcentro quanto da área drenada de 375 hectares. Após a análise do projeto pelos técnicos da TERRACAP a conclusão obtida foi que o volume final necessário para cumprir a resolução da ADASA quanto a vazão de pré desenvolvimento, 338.340,00 m³, inviabilizariam o empreendimento sob o ponto de vista financeiro.

Diante deste fato, os técnicos da TERRACAP, solicitaram à Projetista a reformulação completa do projeto executivo partindo da premissa conversada com a ADASA em reunião técnica realizada na sede dessa Agência em fev/2018, de que continuar-se-ia a utilizar o canal existente para o lançamento final dos sistemas de drenagem do Centro e Subcentro Urbano com a remodelação e ampliação das duas bacias existentes com volumes maiores de tal maneira que além de suportarem os 375 hectares e as duas novas contribuições, ainda reduza a vazão que hoje é lançada no Córrego Monjolo.

Nesse sentido a projetista desenvolveu uma 2ª alternativa de projeto onde foram projetadas um conjunto de bacias de qualidade e quantidade tanto para o Subcentro Urbano quanto para o Centro Urbano e as bacias de retenção existentes do lançamento 7 foram ampliadas para receberem a vazão máxima do canal de 19.95 m³/s resultando em cada uma das duas bacias em um volume de 35605 m³. Entretanto, para que isso acontecesse, as bacias precisariam ser aprofundadas 4 metros e o resultado das sondagens no local das bacias apresentaram água do lençol freático a essa profundidade, inviabilizando esta forma essa solução proposta.

Assim a projetista decidiu em conjunto com a TERRACAP uma 3ª alteração no projeto com a mudança das bacias 1 e 2 de lugar mais uma vez. Isto se deve ao local

anteriormente definido encontra-se situado no meio de plantações do Núcleo Rural Monjolo bem como a presença de água do lençol freático dentro da bacia. A Figura 8 a seguir apresenta em amarelo 2ª alternativa e em azul a 3ª concepção de projeto.



Figura 8 - 2ª e 3ª concepção para localização das bacias 1 e 2 em amarelo e azul respectivamente

Novamente, foi desenvolvida uma 4ª concepção de projeto onde as bacias projetadas 1 e 2 necessitaram ser deslocadas para mais próximo do núcleo urbano do Recanto das Emas com o objetivo de encontrar uma localização mais alta onde o lençol freático não interferisse com o fundo das bacias. Só que para isso as bacias de retenção tanto de qualidade quanto de quantidade do Subcentro tiveram que ser também deslocadas.

A figura 9 a seguir apresenta a 4ª concepção de projeto que corresponde a versão ora apresentada.

Nesta localização atualmente proposta para as bacias 1 e 2 não houve interferência do lençol freático com o fundo das duas bacias.

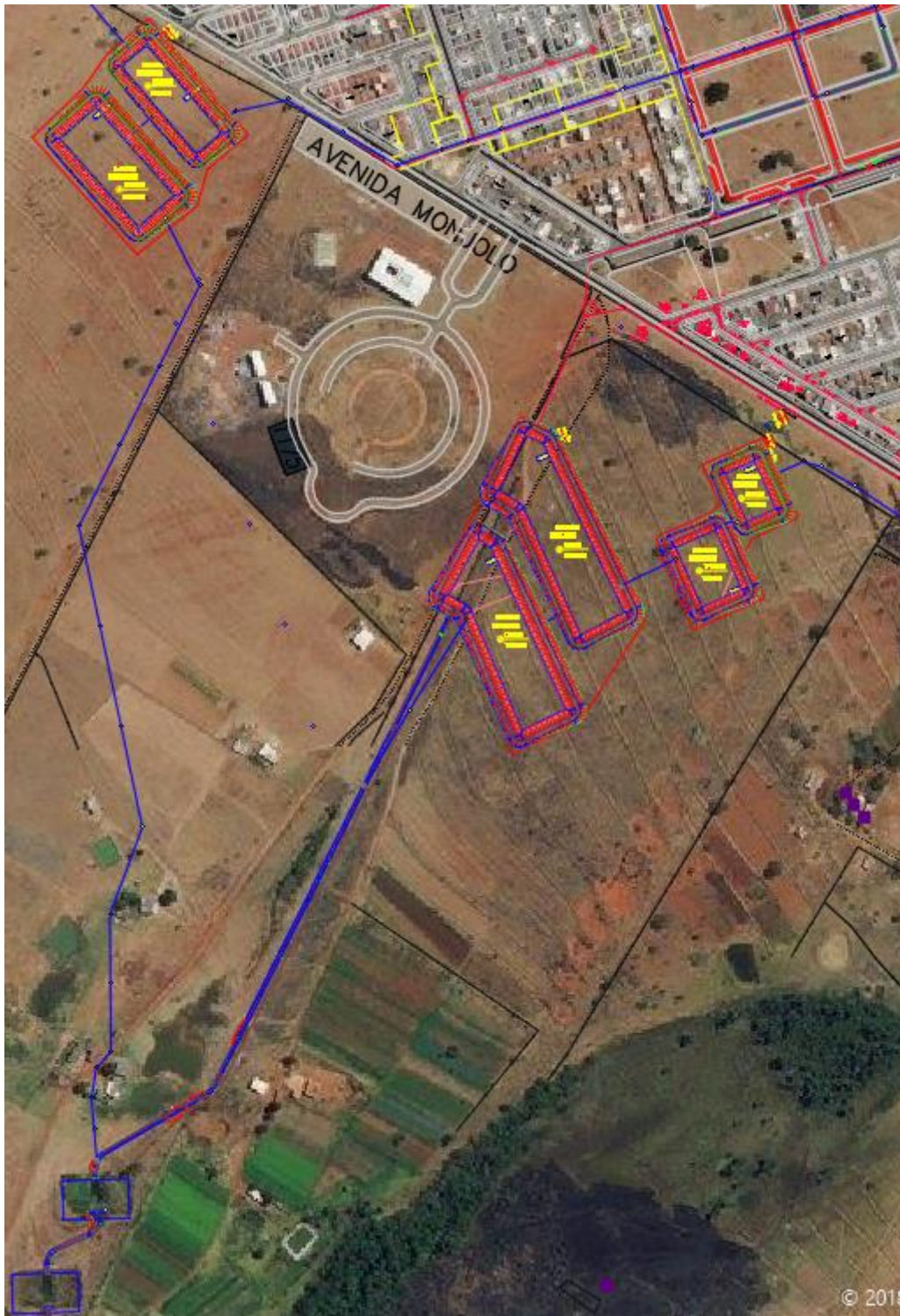


Figura 9 - Quarta concepção para localização das bacias 1 e 2

Além disso, foi proposto pelos técnicos da ADASA, aceito pelos representantes da TERRACAP nesta reunião a incorporação de estruturas de controle na fonte tais como rebaixo de pelo menos 0,30 m do nível das praças e canteiros centrais de tal maneira que a vazão precipitada nesses locais possa ser retida no mesmo local e posteriormente infiltrada conforme capacidade do solo. Esta solução deverá ser adotada ao longo de toda a Avenida Copaíba no Subcentro e da Avenida Central no Centro Urbano.

O empreendimento, na parte do Centro Urbano, também contará com 17.572 m² de áreas verdes, além das praças, onde está previsto o plantio de grama batatais (*Paspalum notatum*) rebaixado, nesse caso em 10 cm, em relação a calçada. Outros dispositivos serão implantados para atender a legislação e assim aumentar a infiltração das águas pluviais no solo. Serão implantados no mínimo de 54 dispositivos de recarga artificial e de retenção de águas pluviais, nos lotes com dimensões superiores a 600 m² e a implantação de trincheiras com aproximadamente 390 metros de extensão.

O revestimento será feito, em algumas vias compartilhadas, por blocos intertravados, nas vias de maior circulação pavimento flexível.

O projeto de drenagem do Lançamento 7 do Recanto das Emas foi desenvolvido pela empresa Arkis Infraestrutura urbana em 2003 para a Novacap e aprovado pela mesma.

A Tabela 1 a seguir foi extraída do relatório de projeto de 2003 e apresenta os parâmetros de cálculos adotados a época para o dimensionamento do canal de concreto existente.

Tabela 1 - Parâmetros de projeto adotados em 2003 pela Arkis Infraestrutura

Parâmetros de Projeto adotados para o dimensionamento do canal (2003)		
Parâmetros de Projeto	Unidade	Lançamento 7
Área de Drenagem	ha	375,00
Coeficiente de distribuição	-	0,41
Tempo de entrada na 1 ^o boca de lobo	min	15,00
Coeficiente de escoamento superficial	-	0,70
Velocidade média do canal	m/s	6,50
Tempo de concentração total	min	17,68
Intensidade de chuva crítica	l/s/ha	279,76
Dimensões do canal final	m	2,80 x 1,40
Tempo de Recorrência	anos	3

4. CRITÉRIOS DE PROJETO

4.1. Vazões de Projeto

O cálculo das descargas de projeto para fins de dimensionamento das redes 1, 6 e 7 que drenam o Subcentro e o Centro Urbano foi feito segundo o “Método Racional”, que estabelece uma relação direta do deflúvio e a precipitação pluviométrica.

Segundo a CETESB (1979) a aplicação do método racional requer a adoção de algumas premissas básicas, são elas:

- O pico do deflúvio superficial direto, relativo a um dado ponto do projeto, é função do tempo de concentração respectivo, assim como da intensidade da chuva, cuja duração, é suposta como sendo igual ao tempo de concentração em questão.
- As condições de permeabilidade das superfícies permanecem constantes durante a ocorrência da chuva.
- O pico do deflúvio direto ocorre quando toda a área de drenagem, a montante do ponto de projeto, passa a contribuir no escoamento.

Após a definição do “layout” da rede de drenagem pretendida, foi traçada a área de contribuição, a fim de proceder ao seu dimensionamento.

O “Método Racional” utilizado tanto para o cálculo das descargas para fins de dimensionamento das bocas de lobo, como das redes coletoras, é representado pela seguinte equação:

$$Q = C \times i \times A$$

Onde:

Q - vazão (l/s);

C - coeficiente de escoamento superficial (adimensional);

I - intensidade da chuva crítica (l/s/ha);

A - área da bacia que contribui para a seção (ha).

Por sua vez, para o dimensionamento hidrológico e hidráulico das bacias de retenção tanto do Centro Urbano, Subcentro e da ampliação das duas bacias de retenção existentes do lançamento nº 7 foi utilizado o método do NRCS – *Natural Resources Conservation Service*, antigo SCS – *Soil Conservation Service*.

4.2. Parâmetros de Projeto

4.2.1. Coeficiente de Escoamento Superficial (C)

O coeficiente de escoamento superficial, que expressa a parcela da precipitação que não evaporou, não se infiltrou, não ficou retida nas depressões do terreno, não foi interceptada pelos vegetais e que não evapotranspirou, foi determinada com base nos seguintes valores, recomendados pela NOVACAP:

- 0,90 para as áreas calçadas ou impermeabilizadas;
- 0,70 para as áreas intensamente urbanizadas e sem áreas verdes;
- 0,40 para as áreas residenciais com áreas jardinadas;
- 0,15 para as áreas integralmente gramadas.

Os valores de área do Centro Urbano e do Subcentro apresentados para o cálculo do coeficiente de escoamento superficial ponderado, das tabelas 2 e 3 a seguir, são maiores do que os valores encontrados no subitem 2.2, página 6, para o Centro urbano e página 8 para o Subcentro porque durante o projeto foram adicionadas áreas de contribuição a quem daquelas previstas nas poligonais dos projetos urbanísticos.

A área de contribuição do Centro Urbano foi obtida na planilha hidráulica do somatório da coluna 5 das redes 6 e 7.

Por sua vez a vazão do Subcentro foi obtida na planilha hidráulica, coluna 5 da rede 1.

4.2.1.1. Centro Urbano

Para a definição do coeficiente de escoamento superficial do Centro Urbano foi ponderado os diferentes usos de solo conforme constam no MDE 057-2016-CONPLAN2. O resumo da ponderação pode ser encontrado na Tabela 2 a seguir apresentada.

Tabela 2 - Ponderação do coeficiente de escoamento superficial "c"

QUADRO SÍNTESE DAS UNIDADES IMOBILIÁRIAS E DAS ÁREAS PÚBLICAS			
DESTINAÇÃO	ÁREA (ha)	c	c x A
1 – UNIDADES IMOBILIÁRIAS			
Habitação/Comércio	7.26	0.90	6.53
Habitação Coletiva/Institucional/comercial/Industrial	7.29	0.90	6.56
Institucional/EP	3.03	0.70	2.12
Comércio/Institucional/Industrial	2.62	0.70	1.83
Subtotal	20.20		
2 – SISTEMA DE CIRCULAÇÃO			
Vias e Estacionamentos	9.83	0.90	8.85
Calçadas e Ciclovias	8.91	0.90	8.02
Subtotal	18.74		
3 – ESPAÇOS LIVRES DE USO PÚBLICO (Praças e Canteiro Central da Via Principal)			
	2.48	0.40	0.99
4- ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO ADICIONAIS DO PROJETO			
	8.07	0.90	7.26
Total	49.49		42.168
COEFICIENTE DE ESCOAMENTO PONDERADO - c			0.85

O coeficiente de escoamento superficial a ser adotado para a rede que drena o Centro Urbano é $c=0.85$.

4.2.1.2. Subcentro Urbano

Para a definição do coeficiente de escoamento superficial do Subcentro Urbano foi ponderado os diferentes usos de solo conforme constam no MDE 059-2016-CONPLAN1. O resumo da ponderação pode ser encontrado na Tabela 3 a seguir apresentada.

Cabe destacar que para os lotes comerciais, habitacionais, institucionais e industriais do Subcentro, maiores que 600 m², e ainda não ocupados, foi considerada a diretriz da Lei complementar distrital nº 929/2017, que limita o lançamento na rede pública, da água pluvial captada no interior do lote, à vazão de pré desenvolvimento da ADASA. Diante do exposto foi considerado para essas áreas um coeficiente de escoamento superficial $c=0,15$.

Tabela 3 - Ponderação do coeficiente de escoamento superficial "c"

QUADRO RESUMO - SUBCENTRO URBANO - RECANTO DAS EMAS			
Usos	ÁREA proposta	Coeficiente adotado	Ponderação
Unidades Imobiliárias			
Comercial/EP -Lei 929/2017	2.05	0.15	0.31
Hab/Comer/Inst/ind - lei 929/2017	2.71	0.15	0.41
Inst/EP	0.49	0.80	0.39
Inst/EP - Lei 929/2017	0.35	0.15	0.05
Habitação	2.13	0.90	1.91
Área Públicas			
Praça de Espaços Livres Publicos	0.84	0.40	0.34
Sistemas de Circulação			
Vias e estacionamentos	3.90	0.90	3.51
Calçadas e Ciclovias	3.03	0.90	2.73
Somatório	15.51		9.65
c ponderado			0.62

O coeficiente de escoamento superficial a ser adotado para a rede que drena o Subcentro Urbano é $c=0.62$.

4.2.1.3. Coeficiente de Escoamento Superficial adotado para a verificação da vazão máxima do canal de concreto existente e para a construção das as Bacias de Detenção 1 e 2 que receberão esse canal

Considerando que a maior fração da área que contribui para as bacias de detenção existentes do lançamento nº 7 são os 375 hectares das quadras 401, 404, 405, 406, 601 e 801 a 805 do Recanto foi adotado o mesmo coeficiente de escoamento superficial adotado no projeto original da ARKIS $c=0.89$. Esse condiz com a ocupação local, áreas que se encontram adensadas e com extensa impermeabilização, praticamente sem áreas verdes.

4.2.2. Intensidade de Chuva Crítica (i)

Utilizou-se a curva de intensidade versus duração de chuva, elaborada para a região de Brasília e entorno (inclusive Formosa), pelo Eng.º Francisco J. S. Pereira, que tem a seguinte expressão:

$$i = \frac{21,7 \times F^{0,16}}{(Tc + 11)^{0,815}} \times 166,7$$

Onde:

- i - Intensidade de chuva crítica (mm/min.);
- F - Tempo de recorrência (anos);
- Tc - Tempo de concentração (min);
- 166,7 - Coeficiente da transformação de mm\min. em l\ha.

Para determinação da intensidade crítica, foram calculados os tempos de concentração (frequência) e igualados ao tempo de duração da chuva.

Foi adotado o tempo de recorrência de 10 anos para a determinação da intensidade de chuva crítica deste projeto.

$$F = Tr = 10 \text{ anos}$$

4.2.3. Tempo de Concentração

Ao tempo necessário para que toda a bacia passe a contribuir para a seção considerada denomina-se “tempo de concentração”, que corresponde ao tempo necessário para uma gota d’água percorrer a distância compreendida entre o ponto mais afastado da bacia de contribuição até a seção para a qual está sendo calculada a vazão.

Este tempo de deslocamento varia com a distância e com as características do terreno, tais como depressões e granulometria do solo.

O cálculo do tempo de concentração foi efetuado através da seguinte equação:

$$T_c = t_e + t_p$$

Onde:

- T_c - tempo de concentração (min);
- t_e - tempo de deslocamento superficial ou tempo de entrada na rede (min);
- t_p - tempo de percurso (min).

Nesse sentido foi adotado um tempo de concentração para todo início de ramo de 15 minutos.

O tempo de percurso (T_p) é o tempo de escoamento das águas no interior da rede, desde sua entrada até a seção considerada. Este tempo é determinado com base na equação:

$$T_p = \frac{L}{v}$$

Onde:

- T_p - Tempo de percurso (s);
- L - Comprimento do trecho de rede (m);
- v - Velocidade das águas no interior da rede (m/s).

Nesse sentido foi adotado um tempo de concentração para todo início de cabeceira de rede de 15 minutos.

4.2.4. Dimensionamento Hidráulico

Para dimensionamento das redes, utilizou-se o software C3DRENESG. O C3DRENESG é um programa de dimensionamento de redes de drenagem e esgoto urbanos que roda dentro do Autodesk Civil 3D ®. Ele utiliza o método racional para o cálculo da vazão e calcula a velocidade real do escoamento, levando em conta apenas a área da seção molhada.

O C3DRENESG avalia a lâmina real escoando iterativamente, da seguinte forma:

Arbitrando a altura da lâmina, procede-se o cálculo da área molhada (Área Molhada) e do perímetro molhado (Perímetro Molhado) em função da geometria da seção transversal.

Calcula-se o raio hidráulico através da fórmula (rh):

$$R = \frac{AM}{PM}$$

Onde:

R – raio hidráulico em (m)

AM – área molhada em (m)

PM – perímetro molhado em (m)

E por fim calcula-se a velocidade do escoamento por meio da fórmula de Manning.

$$V = \frac{R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Onde:

V – Velocidade d'água na Seção (m/s);

R – Raio Hidráulico (m);

I – Declividade do Coletor (m/m);

N – Coeficiente de Rugosidade de Manning.

Para o dimensionamento das redes 2, 3, 6, 7, 8 e 9, que partem das bacias de detenção com vazões já amortecidas, foi utilizado o método das equivalências de áreas em relação a essas vazões para calcular as áreas de contribuição de cada uma das redes conforme pode ser visto na fórmula a seguir e resumido na tabela 4.

$$Q = c \times I \times \text{Área Equivalente}$$

Tabela 4 - Equivalências de áreas de contribuição para as redes 2, 3, 4, 5, 8 e 9

Rede nº	LOCAL	VAZÃO		C	I l/s/hec	ÁREA EQUIVALENTE
		m³/s	l/s			hec
2	Saída da Bacia de Qualidade do Subcentro	0.56	557.0	0.62	367.44	2.445
3	Saída da Bacia de Quantidade do Subcentro	0.33	332.0	0.62	367.44	1.457
8	Saída da Bacia de Qualidade do Centro	6.68	6680.0	0.85	367.44	21.388
9	Saída da Bacia de Quantidade do Centro	0.78	780.0	0.85	367.44	2.497
4	Saída da Bacia 1	4.16	4164.0	0.9	367.44	12.592
5	Saída da Bacia 2	1.11	1111.0	0.9	367.44	3.360
Canal Existente*	Canal Existente	19.95	19948.0	0.89	367.44	61.00

* Vazão da capacidade máxima de condução do canal existente do Lançamento 7 do Recanto das Emas; calculada a partir da área de contribuição equivalente. A capacidade máxima do canal foi verificada a partir de planilha hidráulica que pode ser encontrada no Anexo 1.

4.3. Órgãos Acessórios

Os órgãos acessórios, como boca de lobo tipo meio fio vazado e grelhas, dissipadores de energia, canaletas de concreto e poços de visita, serão do tipo padrão NOVACAP.

Para os trechos de rede que atravessam as ruas da quadra 300 do Recanto das Emas foi proposto a execução pelo processo construtivo não destrutivo tipo *Tunnel Liner* tendo em vista que a caixa de escavação nessas vias inviabilizaria o acesso dos moradores as suas residências além do custo da demolição e recuperação do pavimento.

Esses trechos correspondem aos PV 18.7 ao PV 31.1 da rede 6 e PV 22.1 ao PV 28.1 da rede 7.

Todas as redes projetadas do tipo *Tunnel Liner* deverão ser executadas com revestimento interno de 5 cm de concreto ao longo de 360° do tubo, logo, o diâmetro identificado em planta com a sigla TL na frente, corresponde ao externo e o interno será sempre o diâmetro comercialmente inferior, logo, quando nas plantas se ler Ø1400 mm esse corresponde ao diâmetro externo enquanto que o interno será de Ø1200 mm conforme pode ser visto na planilha hidráulica de dimensionamento.

5. DISPOSITIVOS DE AMORTECIMENTO

A Resolução da ADASA Nº 09 de 08 de abril de 2011 dispõe sobre a obrigatoriedade de obtenção de outorga de lançamento de águas pluviais para corpos hídricos do Distrito Federal.

A citada resolução determina o amortecimento do pico de cheia de tal maneira que apenas a vazão de pré-desenvolvimento, na resolução estimada em 24,4 l/s/ha, atinja o corpo receptor.

$$Q \text{ pré-desenvolvimento} = 24,4 \text{ l/s/ha}$$

A tabela 5 a seguir apresenta a vazão máxima que poderá sair das bacias de qualidade e quantidade de cada área.

Tabela 5 - Vazão de pré desenvolvimento segundo ADASA

BACIA	ÁREA (HA)	VAZÃO (l/s)	VAZÃO (m³/s)
			ADASA
Subcentro	22.25	542.805	0.543
Centro Urbano	49.49	1,207.441	1.207
Quadras Recanto*	61.00	1,488.400	1.488

*Quadras 401, 404, 405, 406, 601 e 801 a 805 do Recanto das Emas, apesar da área de contribuição total corresponder a 375 há, essa área fica limitada a 61 há devido a capacidade máxima de condução do canal conforme pode ser visto no Anexo 1. Nesse sentido, optou-se por adotar essa área de contribuição inclusive para ser outorgada.

Nesse sentido foi proposto a construção de seis bacias de detenção para o atendimento da Resolução.

Essas seis bacias deverão ser executadas com taludes em 1V:2H e revestidos em gramíneas.

Os pontos de lançamento das redes nas bacias de detenção terão, dissipadores de energia tipo alto impacto, gabiões caixa e colchões Reno para evitar erosão na base da bacia.

5.1. Dimensionamento das Bacias de Detenção

Para o dimensionamento hidrológico destas bacias foi utilizado o método NRCS – *Natural Resources Conservation Service* (antigo SCS) para determinação da vazão de entrada.

O método NRCS é um modelo de cálculo de um hidrograma sintético de vazão baseado nas características das bacias tais como sua área de contribuição, o tempo de concentração, o tempo de retardo e o nº CN - *curve number*.

5.1.1. Cálculo de CN

O parâmetro CN depende do tipo, condição de uso e ocupação e umidade do solo.

A tabela encontrada no Anexo 8 fornece os valores de CN, de acordo com as áreas dos quadros de usos e fontes dos MDEs, para os diferentes tipos de solo, ocupação e condições de umidade.

Foi realizada a média ponderada para o cálculo do CN para o Subcentro e o Centro Urbano conforme tabelas 6 e 7 respectivamente.

Para isso foi adotado solo C (Solos barrentos, com teor de argila de 20 a 30%, mas sem camadas argilosas impermeáveis ou contendo pedras até a profundidade de 1,2m. No caso de terras roxas, estes dois limites máximos podem ser de 40% e 1,5m. Nota-se, a cerca de 60cm de profundidade, camada mais densificada que no Grupo B, mas ainda longe das condições de impermeabilidade.) e Condição de Umidade II (Situação média na época das cheias: as chuvas nos últimos 5 dias totalizaram entre 15 e 40mm.).

Tabela 6 - Cálculo ponderado do CN para o Subcentro

Tipo de uso das áreas	Área (km ²)	Umidade	CN
Comercial/EP -Lei 929/2017*	0.021	Condição II	74
Hab/Comer/Inst/ind - lei 929/2017*	0.027	Condição II	74
Inst/EP	0.005	Condição II	94
Inst/EP - Lei 929/2017*	0.004	Condição II	74
Habitação	0.021	Condição II	98
Praça de Espaços Livres Públicos*	0.008	Condição II	74
Vias e estacionamentos	0.039	Condição II	98
Calçadas e Ciclovias	0.030	Condição II	98
Somatório das Áreas	0.16	CN MÉDIO	89

* Considerando que a Lei 929/2017 determina que lotes a partir de 600 m² são obrigados a promover a recarga e a detenção das águas pluviais e somente lançar na rede pública a vazão de pré-desenvolvimento de 24,4 l/sxha foi adotado um CN=74 que equivale ao uso de ocupação do solo como espaços abertos, parques e jardins com boas condições de cobertura de grama > 75% para solo C e condição de umidade do solo II.

Tabela 7 - Cálculo ponderado do CN para o Centro Urbano

Tipo de uso das áreas	Área (km ²)	Umidade	CN
Habitação/Comércio	0.073	Condição II	94
Habitação Coletiva/Institucional/comercial/Industrial	0.073	Condição II	90
Institucional/EP	0.030	Condição II	90
Comércio/Institucional/Industrial	0.026	Condição II	90
Vias e Estacionamentos	0.098	Condição II	98
Calçadas e Ciclovias	0.089	Condição II	98
3 – ESPAÇOS LIVRES DE USO PÚBLICO (Praças e Canteiro Central da Via Principal)	0.025	Condição II	74
4- ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO ADICIONAIS DO PROJETO	0.081	Condição II	94
Somatório das Áreas	0.49	CN MÉDIO	93

Para o dimensionamento das bacias 1 e 2 foi adotado CN=98 para o canal que drena os 375 hectares das quadras 401, 404, 405, 406, 601 e 801 a 805 e corresponde ao Lançamento 7 do Recanto das Emas. Como essa área apresenta características de grande impermeabilização foi classificada como área de estacionamentos, solo C, da tabela encontrada no Anexo 8.

5.1.2. Cálculos hidrológicos e hidráulicos das bacias

Foi utilizado o software de modelagem hidrológica HEC-HMS – *Hydrologic Modeling System*, versão 4.2.1, desenvolvido pelo Centro de Engenharia Hidrológica do Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos. O HEC-HMS tem como objetivo simular os processos de chuva-vazão em bacias hidrográficas.

Para isso foram adotados os seguintes módulos do HEC-HMS:

- Cálculo das precipitações efetivas por meio do método NRCS;
- Cálculo dos escoamentos superficiais por meio do hidrograma unitário sintético; e
- Cálculo da propagação dos hidrograma das ondas de cheia por meio do método de Puls modificado.

Como elementos hidráulicos de saída das bacias, foi adotado para as mesmas vertedores verticais elevados como conduto de extravasão bem como descarga de fundo do tipo orifício na base, conforme apresentado na Figura 10.

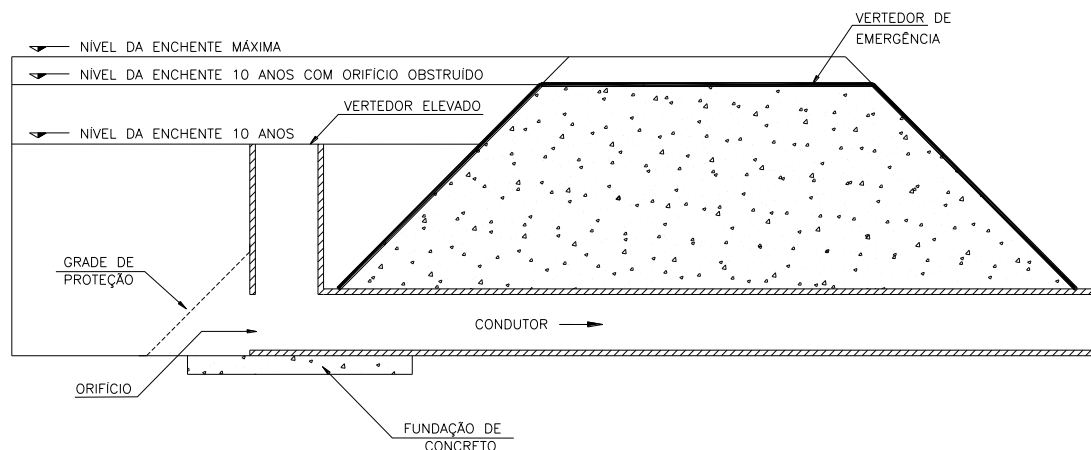


Figura 10 - Dispositivos de saída das bacias de retenção.

A vazão de saída, para nível de água da bacia abaixo da altura do vertedor elevado, foi definida pelo funcionamento da descarga de fundo do tipo orifício afogado, cuja equação está indicada a seguir:

$$Q = C_d \cdot A \cdot \sqrt{2gh} \quad (1)$$

Onde,

Q= vazão (m³/s);

C_d= coeficiente de escoamento, adotado 0,62;

A = área da seção de escoamento (m²);

g = aceleração da gravidade (9,81 m/s²);

h = diferença de nível de água e o centro da seção do orifício.

Ao ultrapassar o nível de soleira do vertedor elevado, a vazão de saída foi definida pela soma da vazão no orifício e no vertedor. Adotar-se-á a equação proposta por Tucci et. All (1995) para cálculo da vazão no vertedor. A equação está definida abaixo:

$$Q = C \cdot L \cdot (z - z_w)^{1,5} \quad (2)$$

Onde,

Q = vazão (m³/s);

C = coeficiente de escoamento, adotado 0.49;

L = largura do vertedor, ou circunferência (m);

z = nível de água na bacia (m);

z_w = é a altura da crista do vertedor.

Para o atendimento dessa vazão de pré desenvolvimento, a citada resolução explicita a necessidade da construção de uma bacia de retenção de qualidade e outra bacia de retenção de quantidade conforme as seguintes fórmulas abaixo especificadas.

Bacia de qualidade

$$V_{qa} = (33,8 + 1,80 \times A_i) \times A_c \quad (3)$$

Onde:

- Vqa é o volume em m³;
- Ai é o percentual de área impermeável do terreno; e
- Ac é a área de contribuição do empreendimento em há

Para a vazão de saída da descarga de fundo na bacia de qualidade foi utilizada a seguinte fórmula apontada pela Resolução da ADASA Nº 09 de 08 de abril de 2011:

$$Q = Vqa/86,4 \text{ (4)}$$

Onde:

Q é a vazão em l/s

Vqa é o volume de qualidade em m³ calculado pela fórmula 1 acima

Entretanto, para o cálculo do diâmetro da descarga de fundo foi utilizado a fórmula a seguir apresentada, e o resultado deverá ser ≤ ao da fórmula acima.

Bacia de quantidade

$$V = (4,705 \times Ai) \times Ac \text{ (5)}$$

Onde:

- V é o volume, dado em m³;
- Ai é o percentual de área impermeável do terreno e
- Ac é a área de contribuição do empreendimento em ha

As tabelas 8, 9 e 10 a seguir apresentam os volumes das bacias de qualidade, vazão máxima de saída dessas bacias e o volume de quantidade, respectivamente.

Tabela 8 - Volume das bacias de qualidade

BACIA	ÁREA (HA)	ÁREA (km ²)	COEF IMPEM (%)	VOLUME ADASA (m ³)
Subcentro	22.25	0.22	62.00	3,234.58
Centro Urbano	49.49	0.49	85.00	9,243.85
Quadras Recanto*	61.00	0.61	89.00	11,834.00

Quadras 401, 404, 405, 406, 601 e 801 a 805 do Recanto das Emas, apesar da área de contribuição total corresponder a 375 há, essa área fica limitada a 61 há devido a capacidade máxima de condução do canal conforme pode ser visto no Anexo 1. Nesse sentido, optou-se por adotar essa área de contribuição inclusive para ser outorgada

Tabela 9 - Vazão máxima de saída das bacias de qualidade

BACIA	Vqa (m ³)	Q(l/s)	Q (m ³ /s)
Subcentro	3,234.58	37.44	0.0374
Centro Urbano	9,243.85	106.99	0.1070
Quadras Recanto*	11,834.00	136.97	0.1370

*Quadras 401, 404, 405, 406, 601 e 801 a 805 do Recanto das Emas

Tabela 10 - Volume das bacias de quantidade

BACIA	ÁREA (HA)	ÁREA (km ²)	COEF IMPEM (%)	VOLUME ADASA (m ³)
Subcentro	22.25	0.22	62.00	6,489.41
Centro Urbano	49.49	0.49	85.00	17,839.56
Quadras Recanto*	61.00	0.61	89.00	23,050.42

Quadras 401, 404, 405, 406, 601 e 801 a 805 do Recanto das Emas, apesar da área de contribuição total corresponder a 375 há, essa área fica limitada a 61 há devido a capacidade máxima de condução do canal conforme pode ser visto no Anexo 1. Nesse sentido, optou-se por adotar essa área de contribuição inclusive para ser outorgada

5.1.3. Subcentro

Foi proposto a construção uma bacia de qualidade e outra de quantidade.

As figuras 11, apresenta de forma esquemática no HEC-HMS, o resultado da disposição da rede 1 e do conjunto das Bacias de Detenção do Subcentro.

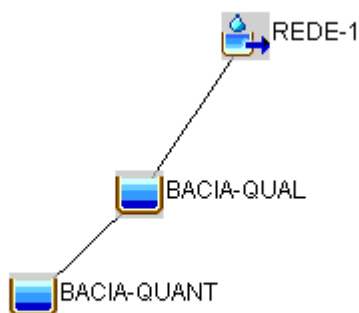


Figura 11 - Representação esquemática no HEC-HMS para a rede 1 e as bacias do Subcentro

Para tanto, as informações contidas na tabela 11 foram utilizadas no HEC-HMS para calcular as bacias de qualidade e quantidade. Todas essas informações foram obtidas diretamente das planilhas hidráulicas das redes calculadas, e das tabelas 6 e 7 do cálculo do CN.

A duração da chuva adotada para a modelação de todas as bacias de retenção no HEC-HMS foi de 60 minutos.

Tabela 11 - Dados Hidrológicos e Hidráulicos de cada rede

Rede	Chega	Área		Vazão		Tempo de Concentração			CN Adotado
		Rede	Rede	Rede	Rede	Rede	Rede	Lag Time (60% x tc)	
		(Hec)	(Km ²)	(l/s)	(m ³ /s)	(min)	(hora)	(min)	
1	Bacia Qualidade Subcentro	22.25	0.222	1,200.00	1.20	4.55	0.08	2.73	89
2	Bacia Quantidade Subcentro	2.44	0.024	556.90	0.56	17.14	0.29	10.28	89
3	Bacia 1	18.22	0.182	3,493.06	3.49	19.86	0.33	11.92	89
4	Bacia 2	7.82	0.078	1,624.24	1.62	16.97	0.28	10.18	89
5	Canal Existente	61.00	0.610	19,948.58	19.95	21.08	0.35	12.65	89
6	Bacia Qualidade Centro Urbano	30.16	0.302	7,790.49	7.79	21.81	0.36	13.09	93
7	Bacia Qualidade Centro Urbano	19.33	0.193	5,243.51	5.24	19.90	0.33	11.94	93
8	Bacia Quantidade Centro Urbano	11.59	0.116	1,097.50	1.10	21.08	0.35	12.65	93
9	Canal Existente	11.59	0.116	2,234.79	2.23	21.08	0.35	12.65	93

O primeiro passo é determinar os respectivos volumes e áreas para a bacia a cada 0,50 m de altura por meio do traçado, no Autodesk Civil 3D®, do contorno dos seus taludes a cada 1,00 m. Isto se deve ao talude padrão adotado para a bacia de 1V:2H, ou seja, para cada 0,50 m de altura da bacia, a distância entre cada linha de talude é de 1,00 metro.

Nesse sentido foram anotados nas tabelas 12 e 13 para as bacias de qualidade e quantidade respectivamente, o perímetro e as áreas equivalentes para cada 0,50 m de altura. O Volume Total, foi obtido a partir da subtração do Volume 1 (retângulo em magenta) dos Volumes 2 (volume dos dois triângulos retângulos em azul). O Volume 1 considerou a bacia um retângulo perfeito e os Volumes 2 foram calculados a partir da área de um triângulo retângulo multiplicado pelo perímetro de contorno da bacia na respectiva altura conforme pode ser exemplificado na figura 12 a seguir apresentada.



Figura 12 - Representação esquemática dos volumes 1 e 2

5.1.3.1. Bacia de qualidade

A Tabela 12 apresenta a relação cota x volume x área para a Bacia de Detenção de Qualidade do Subcentro.

Tabela 12 - relação cota x volume x área para a Bacia de Detenção de Qualidade

TABELA COTA X VOLUME X ÁREA BACIA DE QUALIDADE DO SUBCENTRO										
Rede	1									
Área (ha)	22.25	Área de contribuição somadas da rede 1								
Área (km²)	0.222461									
Cota de Fundo - Descarga de Qualidade (m)	1,191.00									
Cota da - Descarga de Quantidade (m)	1,191.50									
Cota do Vertedor (m)	1,193.50									
Cota de coroamento (m)	1,194.00									
Volume Útil (m³)	6160									
Volume Total (m³)	7663									
Diâmetro da Descarga de Fundo de Qualidade (mm)	100									
Área da Descarga Qualidade (m²)	0.008									
Descarga de Quantidade (m)	0.30									
Quantidade de Tubos de Descarga de Quantidade (un)	2									
Área de cada Descarga de Quantidade (m²)	0.07									
Comprimento do Vertedor (m)	20.000									
Talude	Profundidade (m)	Cota (m)	Talude (m)	Perímetro (m)	Área (m²)	Volume1 (m³)	Volume 2 (m³)	Volume Total (m³)	Volume HMS (m³ x 1000)	Área HMS (m² x 1000)
2.00	-	1,191.00	0.000	180.566	2012.566	0.0	0.0	0.0	0.000	2.013
	0.50	1,191.50	1.000	186.850	2196.274	1098.1	46.7	1051.4	1.051	2.196
	1.00	1,192.00	2.000	193.133	2386.265	2386.3	193.1	2193.1	2.193	2.386
	1.50	1,192.50	3.000	199.416	2582.540	3873.8	448.7	3425.1	3.425	2.583
	2.00	1,193.00	4.000	205.699	2785.097	5570.2	822.8	4747.4	4.747	2.785
	2.50	1,193.50	5.000	211.982	2993.938	7484.8	1324.9	6160.0	6.160	2.994
	3.00	1,194.00	6.000	218.265	3209.062	9627.2	1964.4	7662.8	7.663	3.209

Após a modelação hidrológica no HEC-HMS a vazão de saída da bacia de qualidade para lançamento na bacia de quantidade por meio da rede 2 foi de 0,557 m³/s.

A tabela com o routing dessa bacia pode ser encontrada no Anexo 2-1.

O gráfico 1 a seguir apresenta a relação do hidrograma de entrada x o hidrograma de saída da bacia de qualidade.

Logo, o dimensionamento resultou em uma bacia com as seguintes características:

- Área total – 3209 m²;
- Profundidade da lâmina d'água – 2,35 metros
- Profundidade útil (até vertedor) – 2,50 metros;
- Profundidade total (até coroamento) – 3,00 metros;
- Descarga de fundo de qualidade – 1 tubo em PEAD de 100 mm na cota 1191.00;
- Descarga de quantidade em dois tubos de concreto de 300 mm na cota 1191.50;
- Taludes de 1:2 com revestimento em gramíneas;
- Vertedor de segurança vertical em concreto de seção 20,0 x 1,0 m com 2,50 m de altura na cota 1193.50;
- Volume útil – 6160 m³; e
- Volume total – 7663 m³.

A bacia de qualidade atendeu ao seu propósito de controle de qualidade da água uma vez que nos primeiros 30 minutos de chuva a vazão de saída na sua descarga de fundo de qualidade foi da ordem de 0.004 m³/s, bem inferior a vazão definida pela coluna 3 da tabela 9 apresentada anteriormente.

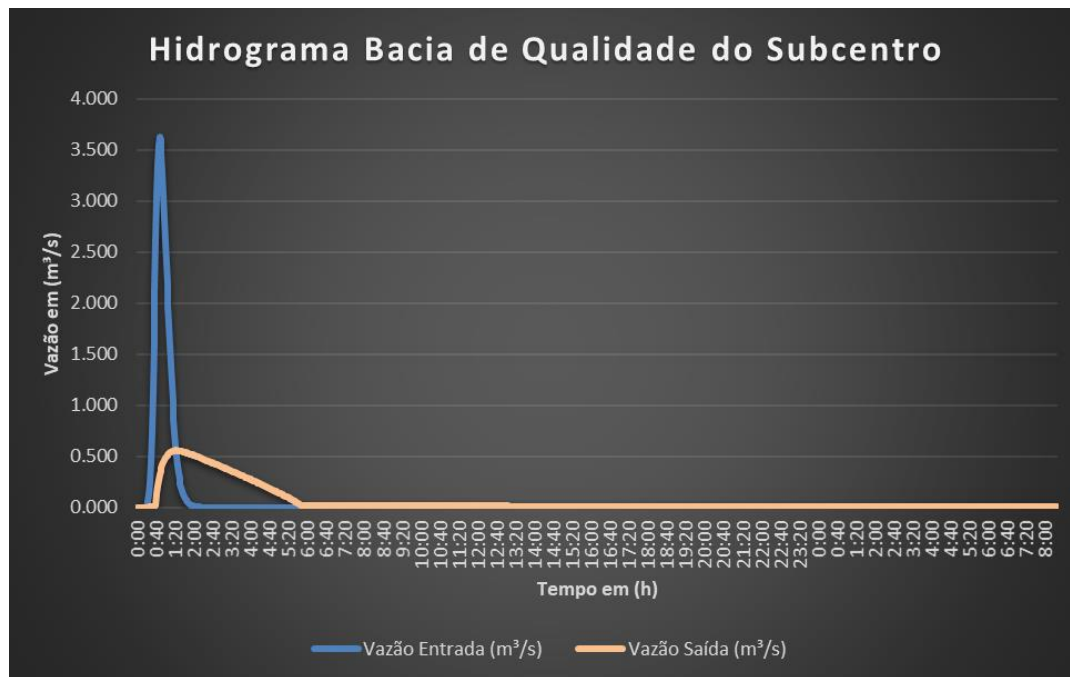


Gráfico 1 - Hidrograma de entrada e saída da Bacia de Qualidade do Subcentro

5.1.3.2. Bacia de quantidade

Foi utilizado o mesmo processo de dimensionamento descrito anteriormente para a bacia de quantidade.

A tabela 13 a seguir apresenta a relação cota x volume x área para a Bacia de Detenção de Quantidade.

Tabela 13 - Tabela cota x volume x área para a Bacia de Detenção de Quantidade

TABELA COTA X VOLUME X ÁREA BACIA QUANTIDADE DO SUBCENTRO										
Rede	1									
Área (ha)	22.25									
Área (km²)	0.222461									
Cota de Fundo (m)	1,188.00									
Cota do Vertedor (m)	1,190.50									
Cota de coroamento (m)	1,191.00									
Volume Útil (m³)	7593									
Volume Total (m³)	9422									
Descarga de Fundo (m)	0.30									
Quantidade de Tubos de Descarga (un)	2									
Área de cada Descarga (m²)	0.07									
Comprimento do Vertedor (m)	20.000									
Talude	Profundidade (m)	Cota (m)	Talude (m)	Perímetro (m)	Área (m²)	Volume1 (m³)	Volume 2 (m³)	Volume Total (m³)	Volume HMS (m³ x 1000)	Área HMS (m² x 1000)
2.00	-	1,188.00	0.000	204.960	2521.498	0.00	0.00	0	0.000	2.521
	0.50	1,188.50	1.000	212.960	2730.458	1365.23	53.24	1312	1.312	2.730
	1.00	1,189.00	2.000	219.243	2946.559	2946.56	219.24	2727	2.727	2.947
	1.50	1,189.50	3.000	225.526	3168.944	4753.42	507.43	4246	4.246	3.169
	2.00	1,190.00	4.000	231.810	3397.612	6795.22	927.24	5868	5.868	3.398
	2.50	1,190.50	5.000	238.093	3632.563	9081.41	1488.08	7593	7.593	3.633
	3.00	1,191.00	6.000	244.376	3873.797	11621.39	2199.38	9422	9.422	3.874

Após a modelação hidrológica no HEC-HMS a vazão de saída da bacia de quantidade para entrada na rede 3 foi de 0,332 m³/s.

A tabela com o routing dessa bacia pode ser encontrada no Anexo 2-2.

O gráfico 2 a seguir apresenta a relação do hidrograma de entrada x o hidrograma de saída da bacia de retenção de quantidade.

Logo, o dimensionamento resultou em uma bacia com as seguintes características:

- Área total – 3874 m²;
- Profundidade da lâmina d'água – 0,75 metros
- Profundidade útil (até vertedor) – 2,50 metros;
- Profundidade total (até coroamento) – 3,00 metros;
- Descarga de fundo de quantidade com dois tubos de concreto de 300 mm na cota 1188.00
- Taludes de 1:2 com revestimento em gramíneas;
- Vertedor de segurança vertical em concreto de seção 20,0 x 1,0 m com 2,50 m de altura na cota 1190.50;
- Volume útil – 7593 m³; e
- Volume total – 9422 m³.

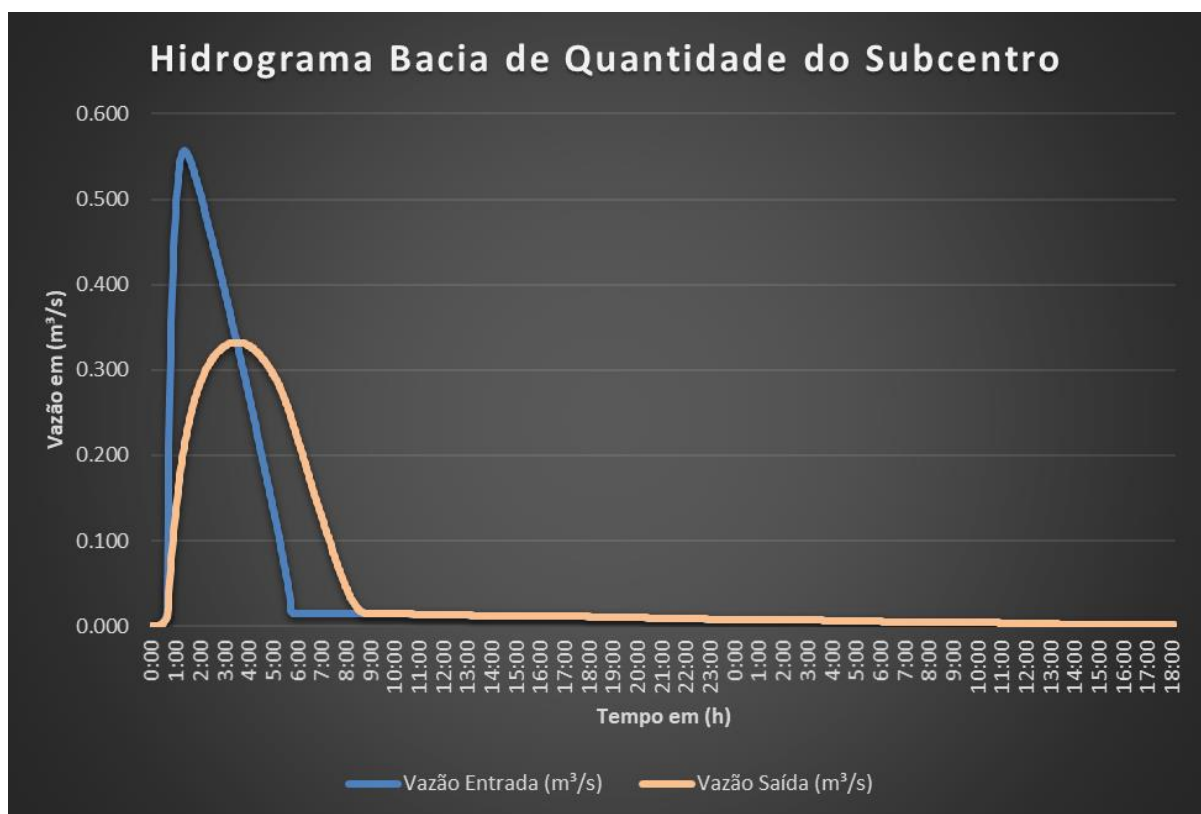


Gráfico 2 - Hidrograma de entrada e saída da Bacia de Quantidade do Subcentro

5.1.4. Centro Urbano

Foi proposto a construção uma bacia de qualidade e outra de quantidade.

O processo de dimensionamento foi o mesmo proposto para as bacias do Subcentro, tendo sido utilizado o método NRCS por meio do software HEC-HMS.

Este software transforma as redes 6 e 7 em subbacias e calcula suas chuvas-vazões, resultando no hidrograma de entrada da bacia de qualidade.

A figura 13, apresenta de forma esquemática no HEC-HMS, o resultado da disposição das redes e das duas bacias de detenção.

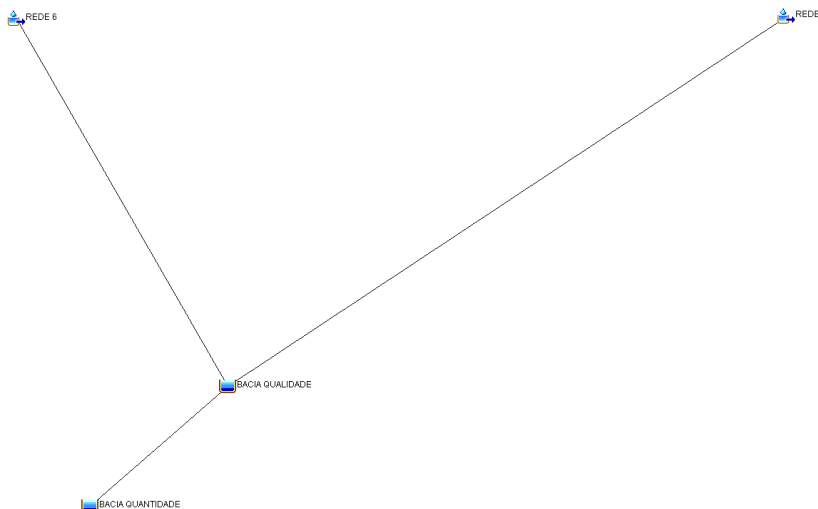


Figura 13 - Representação esquemática no HEC-HMS para a rede 6, rede 7 e as duas bacias

As informações contidas na tabela 11 apresentada anteriormente, foram utilizadas no HEC-HMS para calcular as duas bacias. Todas essas informações foram obtidas diretamente da planilha hidráulica das redes 6 e 7 e da tabela 7 do cálculo do CN.

Assim como foi descrito anteriormente, foram montadas as tabelas 14 e 15, para as bacias de qualidade e quantidade respectivamente, obtendo do Autocad Civil ® o perímetro e as áreas para cada 0,50 m de altura do talude.

5.1.4.1. Bacia de Detenção de Qualidade

A Tabela 14 apresenta a relação cota x volume x área para a bacia de qualidade.

Tabela 14 - Relação cota x volume x área para a bacia de qualidade

TABELA COTA X VOLUME X ÁREA BACIA DE QUALIDADE DO CENTRO URBANO										
Rede	6 e 7									
Área (ha)	49.49		Área de contribuição somadas das redes 6 e 7							
Área (km²)	0.494853									
Cota de Fundo - Descarga de Qualidade (m)	1,174.50									
Cota da - Descarga de Quantidade (m)	1,175.00									
Cota do Vertedor (m)	1,177.50									
Cota de coroamento (m)	1,178.00									
Volume Útil (m³)	13031									
Volume Total (m³)	15712									
Diâmetro da Descarga de Fundo de Qualidade (mm)	150									
Área da Descarga Qualidade (m²)	0.018									
Diâmetro da Descarga de Quantidade (m)	1.20									
Quantidade de Tubos de Descarga de Quantidade (un)	1									
Área de cada Descarga de Quantidade(m²)	1.131									
Comprimento do Vertedor (m)	20.000									
Talude	Profundidade (m)	Cota (m)	Talude (m)	Perímetro (m)	Área (m²)	Volume1 (m³)	Volume 2 (m³)	Volume Total (m³)	Volume HMS (m³ x 1000)	Área HMS (m² x 1000)
2.00	-	1,174.50	0.000	273.697	3471.024	0.00	0.00	0	0.000	3.471
	0.50	1,175.00	1.000	281.697	3757.306	1878.65	70.42	1808	1.808	3.757
	1.00	1,175.50	2.000	289.697	4051.588	4051.59	289.70	3762	3.762	4.052
	1.50	1,176.00	3.000	297.697	4353.87	6530.81	669.82	5861	5.861	4.354
	2.00	1,176.50	4.000	305.697	4664.152	9328.30	1222.79	8106	8.106	4.664
	2.50	1,177.00	5.000	313.698	4982.434	12456.09	1960.61	10495	10.495	4.982
	3.00	1,177.50	6.000	321.698	5308.717	15926.15	2895.28	13031	13.031	5.309
	3.50	1,178.00	7.000	329.698	5642.999	19750.50	4038.80	15712	15.712	5.643

Após a modelação hidrológica no HEC-HMS a vazão de saída da bacia de qualidade para o lançamento na bacia de quantidade por meio da rede 8 foi de 4,514 m³/s.

A tabela com o routing do reservatório pode ser encontrada no Anexo 2-3.

O gráfico 3 a seguir apresenta a relação do hidrograma de entrada x o hidrograma de saída da bacia de qualidade.

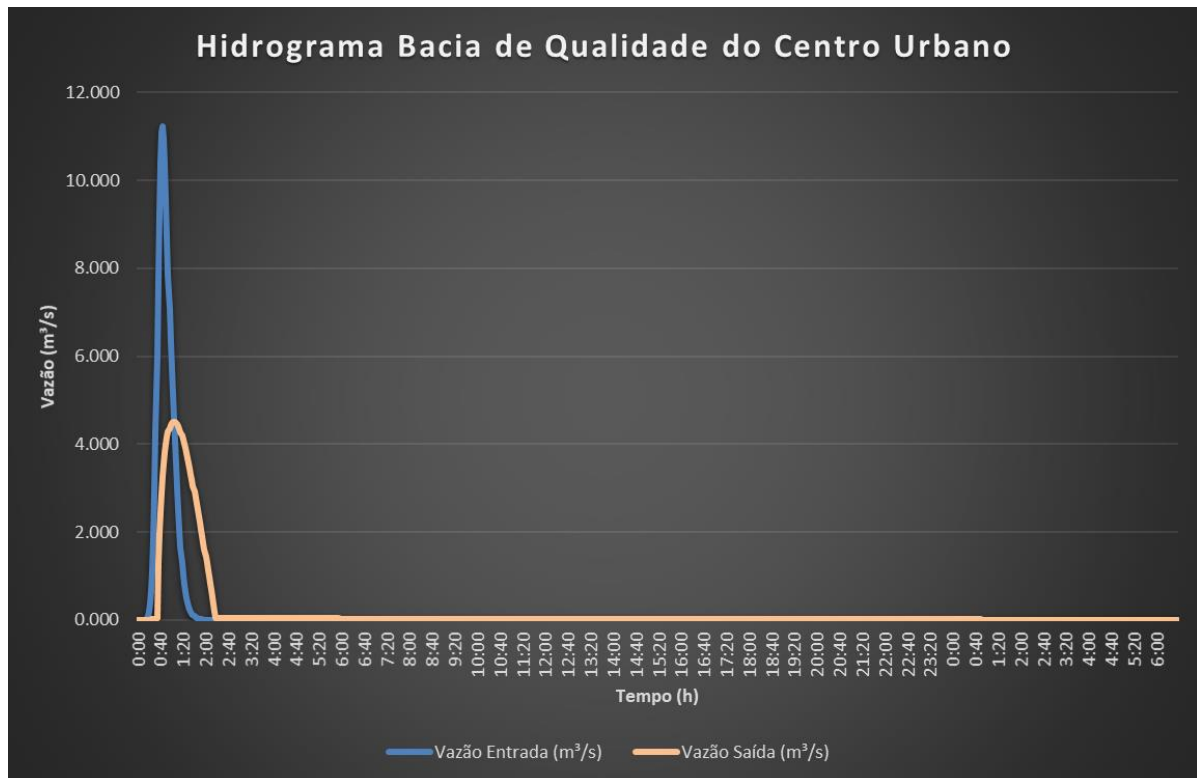


Gráfico 3 - Relação dos hidrograma de entrada e saída da bacia de qualidade

Logo, o dimensionamento resultou em uma bacia com as seguintes características:

- Área total – 5643 m²;
- Profundidade da lâmina d'água – 2,54 metros;
- Profundidade útil (até vertedor) – 3,00 metros;
- Profundidade total (até coroamento) – 3,50 metros;
- Descarga de fundo de qualidade – 1 tubo em PEAD de 150 mm na cota 1174.50;
- Descarga de quantidade - 1 tubo de concreto de 1200 mm na cota 1175.00;
- Taludes de 1:2 com revestimento em gramíneas;
- Vertedor de segurança vertical em concreto de seção 20,0 x 1,0 m com 3,00 m de altura na cota 1177.50;
- Volume útil – 13031 m³; e
- Volume total – 15712 m³.

A bacia de qualidade atendeu ao seu propósito de controle de qualidade da água uma vez que nos primeiros 18 minutos de chuva a vazão de saída na sua descarga de fundo de qualidade foi de 0.003 m³/s, bem inferior a vazão definida pela quarta coluna da tabela 9.

5.1.4.2. Bacia de Detenção de Quantidade

A Tabela 15 apresenta a relação cota x volume x área para a bacia de qualidade.

Tabela 15 - Relação cota x volume x área para a Bacia de Detenção de quantidade

TABELA COTA X VOLUME X ÁREA BACIA QUANTIDADE DO CENTRO URBANO										
Rede	6 e 7									
Área (ha)	49.49		Área de contribuição somadas das redes 6 e 7							
Área (km²)	0.494853									
Cota de Fundo (m)	1,170.00									
Cota do Vertedor (m)	1,173.50									
Cota de coroamento (m)	1,174.00									
Volume Útil (m³)	21573									
Volume Total (m³)	25438									
Diâmetro da Descarga de Fundo (m)	0.30									
Quantidade de Tubos de Descarga (un)	2									
Área de cada Descarga (m²)	0.071									
Comprimento do Vertedor (m)	20.000									
Talude	Profundidade (m)	Cota (m)	Talude (m)	Perímetro (m)	Área (m²)	Volume1 (m³)	Volume 2 (m³)	Volume Total (m³)	Volume HMS (m³ x 1000)	Área HMS (m² x 1000)
2.00	-	1,170.00	0.000	299.416	4818.540	0.00	0.00	0	0.000	4.819
	0.50	1,170.50	1.000	308.216	5162.180	2581.09	77.05	2504	2.504	5.162
	1.00	1,171.00	2.000	317.016	5515.500	5515.50	317.02	5198	5.198	5.516
	1.50	1,171.50	3.000	325.816	5878.500	8817.75	733.09	8085	8.085	5.879
	2.00	1,172.00	4.000	334.616	6251.180	12502.36	1338.46	11164	11.164	6.251
	2.50	1,172.50	5.000	343.416	6633.540	16583.85	2146.35	14438	14.438	6.634
	3.00	1,173.00	6.000	352.216	7025.580	21076.74	3169.94	17907	17.907	7.026
	3.50	1,173.50	7.000	361.016	7427.300	25995.55	4422.45	21573	21.573	7.427
	4.00	1,174.00	8.000	369.816	7838.700	31354.80	5917.06	25438	25.438	7.839

Após a modelação hidrológica no HEC-HMS a vazão de saída da bacia de quantidade para o lançamento na rede 9 foi de 0,63 m³/s.

A tabela com o routing do reservatório pode ser encontrada no Anexo 2-4.

O gráfico 4 a seguir apresenta a relação do hidrograma de entrada x o hidrograma de saída da bacia de quantidade.

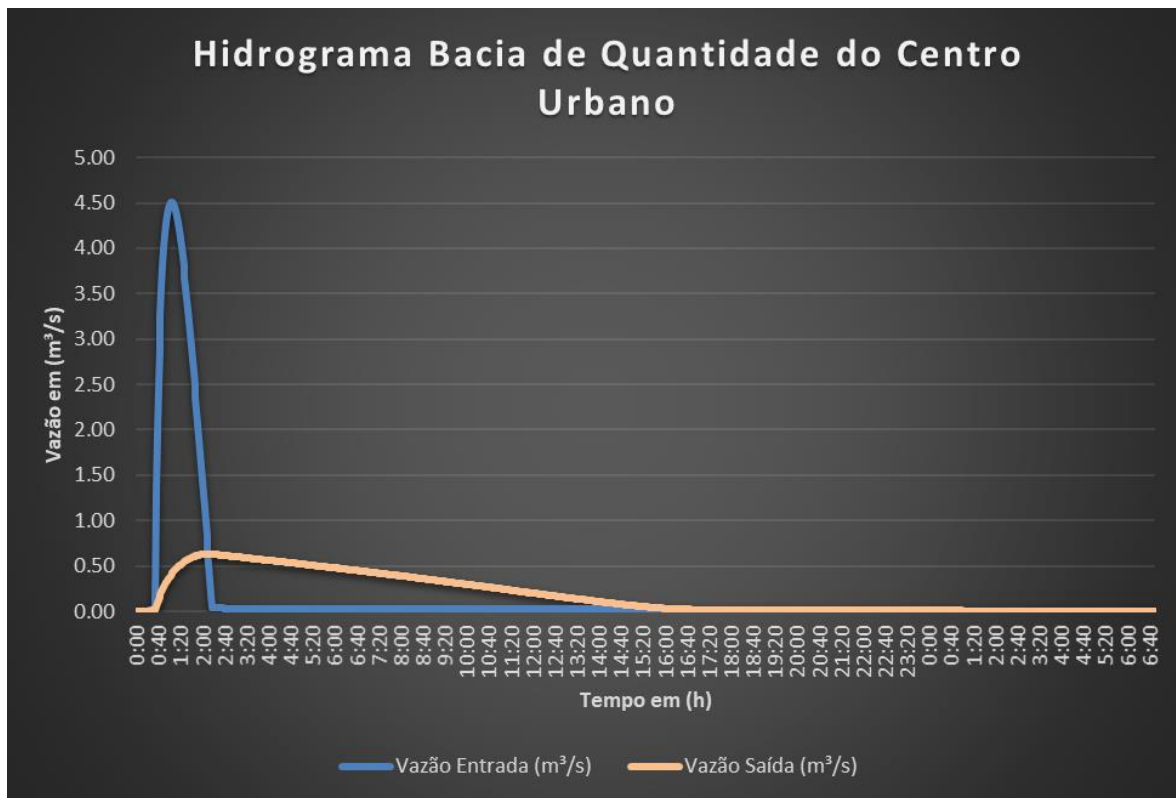


Gráfico 4 - relação do hidrograma de entrada x o hidrograma de saída da bacia de quantidade

Logo, o dimensionamento resultou em uma bacia com as seguintes características:

- Área total – 7839 m²;
- Profundidade da lâmina d’água – 2,62 metros;
- Profundidade útil (até vertedor) – 3,50 metros;
- Profundidade total (até coroamento) – 4,00 metros;
- Descarga de fundo – 2 tubos de concreto de diâmetro Ø 300 mm cada na cota 1170.00;
- Taludes de 1:2 com revestimento em gramíneas;
- Vertedouro de segurança vertical em concreto de seção 20,0 x 0,50 m com 4.00 m de altura na cota 1173.50;
- Volume útil – 21573 m³; e
- Volume total – 25438 m³.

5.1.5. Bacias de Detenção 1 e 2

As duas bacias de detenção hoje existentes cada uma com volume de 3625,2 m³ encontram-se assoreadas e tomadas por vegetação, logo, é proposto neste projeto a construção de duas novas bacias (1 e 2) a montante deste local, permanecendo as bacias existentes em funcionamento, ou seja, após o amortecimento da vazão nas duas novas bacias que serão construídas a vazão de pré-desenvolvimento será lançada no canal existente por meio das redes 5 e 9 que por fim despejará essa vazão já amortecida no conjunto das duas bacias existentes do lançamento 7 do Recanto das Emas.

O trecho da galeria existente de seção 2,0 x 2,0 m de 50,00 m destacado na planta de demolições em azul ciano tracejado e o trecho de canal existente de 151,00 m destacado em verde tracejado deverão ser demolidos.

Para o dimensionamento das novas bacias (1 e 2) foi considerado a capacidade de escoamento do canal existente a uma lâmina de 90%.

Foi elaborado uma planilha hidráulica de verificação, Anexo 1, no qual foi constatado que a vazão máxima de escoamento no canal existente é de 19,95 m³/s.

Nesta verificação priorizou-se a segurança do funcionamento do canal sendo adotado os parâmetros atuais de projeto como chuva de 10 anos e tempo de concentração de 15 minutos.

O resultado encontrado foi que alguns trechos apresentaram velocidades acima de 6,0 m/s, uma vez que a época do dimensionamento do mesmo, o Termo de Referência da NOVACAP para elaboração de projetos de drenagem pluvial no DF, permitia velocidades na rede de até 8,0 m/s.

A vazão de 19,95 m³/s foi transformada em área por meio da equivalência de áreas conforme tabela 4 e encontrado o valor de A = 61 hectares.

A este valor foi somado também o valor da área de contribuição equivalente a vazão de saída da bacia de quantidade do Subcentro Urbano, 1.46 hectares, uma vez que essa contribui por meio da rede 3 para as duas novas bacias de retenção que serão construídas para o lançamento 7. A tabela 16 a seguir apresenta as áreas equivalentes.

Tabela 16 - Vazão de saída de cada bacia transformada em áreas equivalentes

Rede nº	LOCAL	VAZÃO		C	I l/s/hec	ÁREA EQUIVALENTE
		m ³ /s	l/s			hec
2	Saída da Bacia de Qualidade do Subcentro	0.56	557.0	0.62	367.44	2.445
3	Saída da Bacia de Quantidade do Subcentro	0.33	332.0	0.62	367.44	1.457
8	Saída da Bacia de Qualidade do Centro	6.68	6680.0	0.85	367.44	21.388
9	Saída da Bacia de Quantidade do Centro	0.78	780.0	0.85	367.44	2.497
4	Saída da Bacia 1	4.16	4164.0	0.9	367.44	12.592
5	Saída da Bacia 2	1.11	1111.0	0.9	367.44	3.360
Canal Existente	Canal Existente	19.95	19948.0	0.89	367.44	61.00

O processo foi o mesmo adotado anteriormente, o dimensionamento das bacias pelo método do NRCS por meio do software HEC-HMS.

A representação esquemática no HEC-HMS pode ser vista na figura 14.

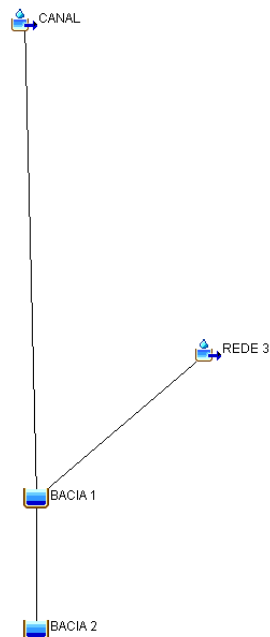


Figura 14 - Representação esquemática no HEC-HMS para a rede 3 ou canal e as duas bacias a serem construídas

5.1.5.1. Bacia de Detenção 1

A Tabela 17 apresenta a relação cota x volume x área para a bacia de detenção 1

Tabela 17 - Relação cota x volume x área para a bacia 1

TABELA COTA X VOLUME X ÁREA BACIA 1										
Rede	Canal + Rede 3									
Área (ha)	62.46									
Área (km²)	0.625									
Cota de Fundo - Descarga de Qualidade (m)	1,181.50									
Cota da - Descarga de Quantidade (m)	1,182.00									
Cota do Vertedor (m)	1,184.50									
Cota de coroamento (m)	1,185.00									
Volume Útil (m³)	23346									
Volume Total (m³)	28705									
Quantidade de Tubos de Descarga de Qualidade (un)	1									
Diâmetro da Descarga de Fundo de Qualidade (mm)	0.60									
Área da Descarga Qualidade (m²)	0.283									
Quantidade de Tubos de Descarga de Quantidade (un)	1									
Diâmetro da Descarga de Quantidade (m)	0.80									
Área de cada Descarga de Quantidade (m²)	0.785									
Comprimento do Vertedor (m)	20.000									
Talude	Profundidade (m)	Cota (m)	Talude (m)	Perímetro (m)	Área (m²)	Volume1 (m³)	Volume 2 (m³)	Volume Total (m³)	Volume HMS (m³ x 1000)	Área HMS (m² x 1000)
2.00	-	1,181.50	0.000	458.213	8189.529	0.00	0.00	0	0.000	8.190
	0.50	1,182.00	1.000	466.166	8651.718	4325.86	116.54	4209	4.209	8.652
	1.00	1,182.50	2.000	472.449	9121.026	9121.03	472.45	8649	8.649	9.121
	1.50	1,183.00	3.000	478.732	9596.616	14394.92	1077.15	13318	13.318	9.597
	2.00	1,183.50	4.000	485.015	10078.49	20156.98	1940.06	18217	18.217	10.078
	2.50	1,184.00	5.000	491.299	10566.647	26416.62	3070.62	23346	23.346	10.567
	3.00	1,184.50	6.000	497.582	11061.088	33183.26	4478.24	28705	28.705	11.061
	3.50	1,185.00	7.000	503.865	11561.811	40466.34	6172.35	34294	34.294	11.562

Após a modelação hidrológica no HEC-HMS a vazão de saída da bacia 1 para o lançamento na bacia 2 por meio da rede 4 foi de 4,164 m³/s.

A tabela com o routing do reservatório pode ser encontrada no Anexo 2-5.

O gráfico 5 a seguir apresenta a relação do hidrograma de entrada x o hidrograma de saída da bacia 1.

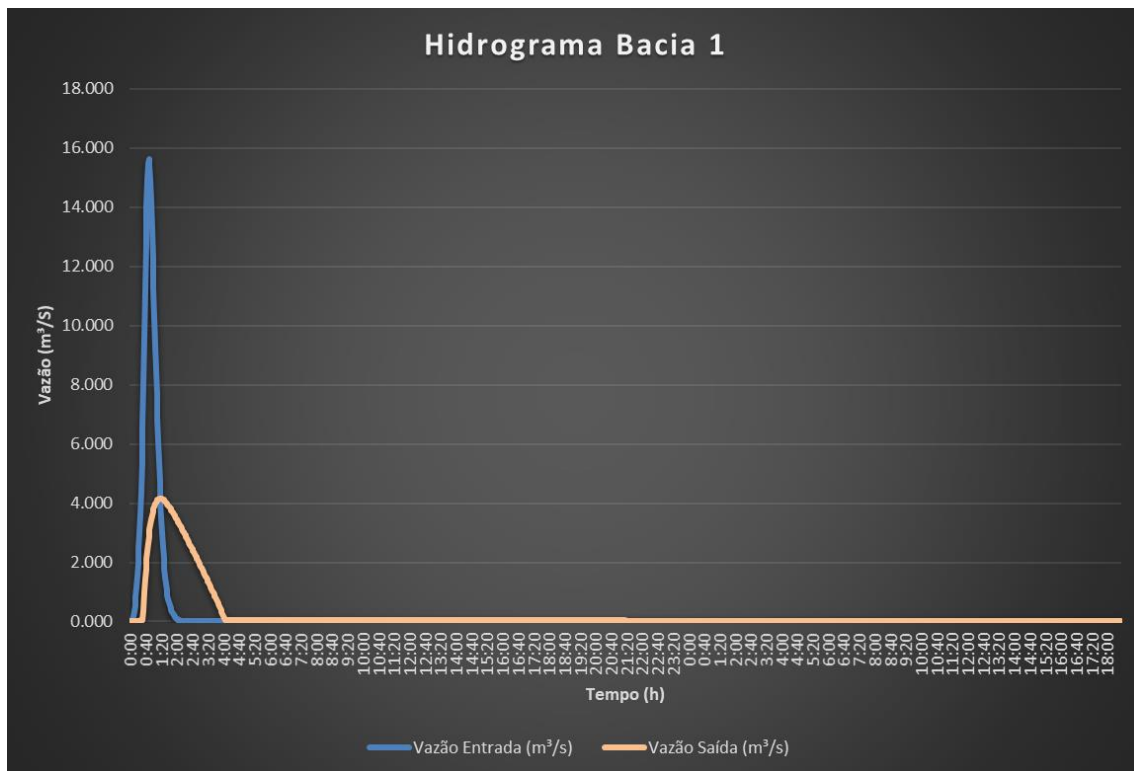


Gráfico 5 - Relação do hidrograma de entrada x o hidrograma de saída da bacia 1

Logo, o dimensionamento resultou em uma bacia com as seguintes características:

- Área total – 11562 m²;
- Profundidade da lâmina d'água – 2,62 metros;
- Profundidade útil (até vertedor) – 3,00 metros;
- Profundidade total (até coroamento) – 3,50 metros;
- Descarga de fundo de qualidade – 1 tubos de concreto de diâmetro Ø 600 mm na cota 1181.50;
- Descarga de fundo de quantidade – 1 tubo de concreto de diâmetro Ø 800 mm
- Taludes de 1:2 com revestimento em gramíneas;
- Vertedouro de segurança vertical em concreto de seção 20,0 x 0,50 m com 3,50 m de altura na cota 1184.50;
- Volume útil – 28705 m³; e
- Volume total – 34294 m³.

5.1.5.2. Bacia de Detenção 2

2. A Tabela 18 apresenta a relação cota x volume x área para a bacia de detenção

Tabela 18 - Relação cota x volume x área para a bacia 2

TABELA COTA X VOLUME X ÁREA BACIA 2 Existente										
Rede	Canal + Rede 3									
Área (ha)	62.46									
Área (km²)	0.625									
Cota de Fundo (m)	1,177.00									
Cota do Vertedor (m)	1,180.50									
Cota de coroamento (m)	1,181.00									
Volume Útil (m³)	30965									
Volume Total (m³)	36283									
Diâmetro da Descarga de Fundo (m)	0.50									
Quantidade de Tubos de Descarga (un)	2									
Área de cada Descargal (m²)	0.196									
Comprimento do Vertedor (m)	20.000									
Talude	Profundidade (m)	Cota (m)	Talude (m)	Perímetro (m)	Área (m²)	Volume1 (m³)	Volume 2 (m³)	Volume Total (m³)	Volume HMS (m³ x 1000)	Área HMS (m³ x 1000)
2.00	-	1,177.00	0.000	442.306	7289.011	0.00	0.00	0	0.000	7.289
	0.50	1,177.50	1.000	450.259	7735.293	3867.65	112.56	3755	3.755	7.735
	1.00	1,178.00	2.000	458.213	8189.529	8189.53	458.21	7731	7.731	8.190
	1.50	1,178.50	3.000	466.166	8651.718	12977.58	1048.87	11929	11.929	8.652
	2.00	1,179.00	4.000	472.449	9121.026	18242.05	1889.80	16352	16.352	9.121
	2.50	1,179.50	5.000	478.732	9596.616	23991.54	2992.08	20999	20.999	9.597
	3.00	1,180.00	6.000	485.015	10078.49	30235.47	4365.14	25870	25.870	10.078
	3.50	1,180.50	7.000	491.299	10566.647	36983.26	6018.41	30965	30.965	10.567
	4.00	1,181.00	8.000	497.582	11061.088	44244.35	7961.31	36283	36.283	11.061

Após a modelação hidrológica no HEC-HMS a vazão de saída da bacia 2 para o lançamento no canal existente por meio da rede 9 foi de 1,111 m³/s.

A tabela com o routing do reservatório pode ser encontrada no Anexo 2-6.

O gráfico 5 a seguir apresenta a relação do hidrograma de entrada x o hidrograma de saída da bacia 2.

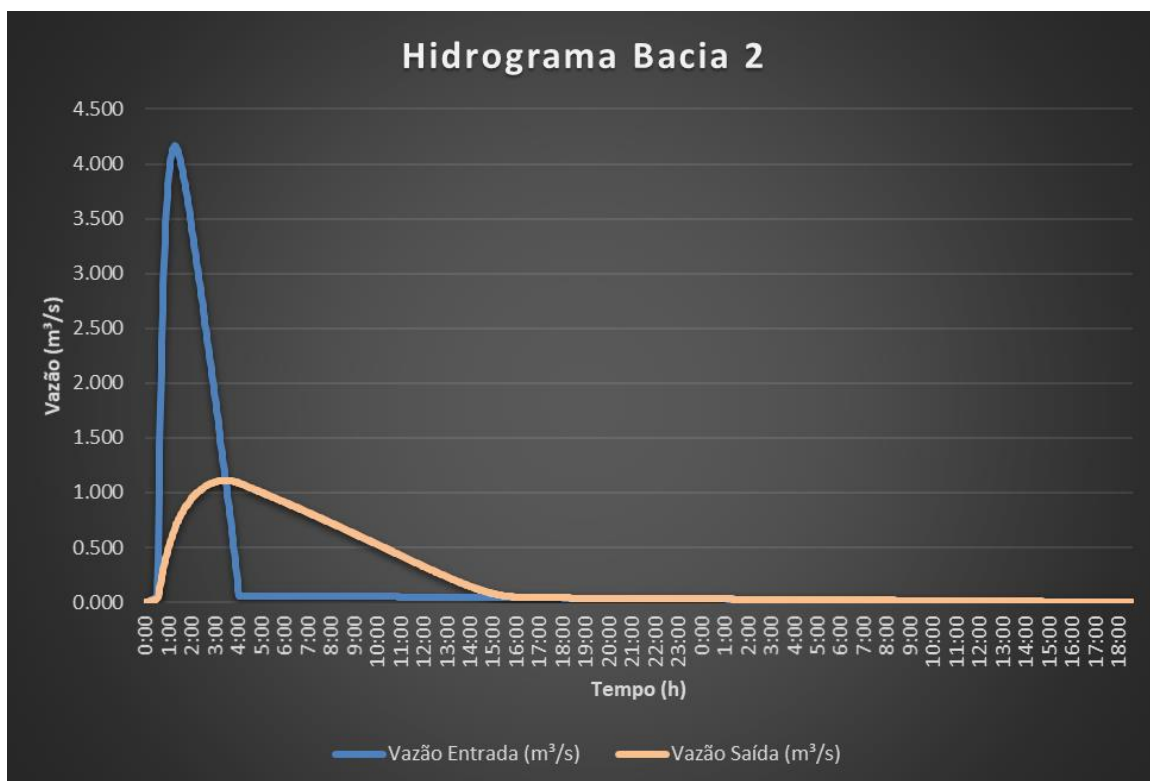


Gráfico 6 - Relação do hidrograma de entrada x o hidrograma de saída da bacia 2

Logo, o dimensionamento resultou em uma bacia com as seguintes características:

- Área total – 11061 m²;
- Profundidade da lâmina d'água – 2,58 metros;
- Profundidade útil (até vertedor) – 3,50 metros;
- Profundidade total (até coroamento) – 4,00 metros;
- Descarga de fundo – 2 tubos de concreto de diâmetro Ø 500 mm na cota 1177.00;
- Taludes de 1:2 com revestimento em gramíneas;
- Vertedouro de segurança vertical em concreto de seção 20,0 x 0,50 m com 3,50 m de altura na cota 1180.50;
- Volume útil – 30965 m³; e
- Volume total – 36283 m³.

5.2. Lançamento Final

O lançamento final se dará em canal existente de concreto de seção 2.80 x 1,40 m. Esse canal receberá a vazão de 1,11 m³/s da rede 5 proveniente da bacia de detenção 2 e de 0,63 m³/s da rede 9 proveniente da bacia de quantidade do Centro Urbano .

Esse canal existente tem no seu ponto de lançamento dissipador de energia de alto impacto no Córrego Monjolo.

Em vistoria de campo realizada, o canal de concreto existente apresenta boas condições de funcionamento com o indicativo de pequenos processos erosivos principalmente nos pontos de curva deste canal. Isto se deve a extravasão da vazão nestes locais.

Neste sentido esta projetista propõe o alteamento em 1,5 m das paredes do canal nos pontos de curva a partir de 10 metros antes do início da curva até os 10 metros após a curva e o aterro destes pontos erodidos.

O trecho da galeria existente de seção 2,0 x 2,0 m de 50,00 m destacado na Planta de Demolição nº 01/01 em azul ciano tracejado e o trecho de canal existente de 151,00 m destacado em verde tracejado deverão ser demolidos.

A vazão de lançamento final está bem abaixo da capacidade do canal conforme já descrito anteriormente.

As informações do cadastro do canal foram obtidas junto a SEAU da NOVACAP e permitiram a elaboração da verificação da capacidade hidráulica do canal que pode ser encontrada no Anexo 1.

5.3. Dissipadores de Energia

Os dissipadores de energia que serão adotados para o lançamento tanto nas bacias de detenção do Centro Urbano quanto do Subcentro bem como nas bacias 1 e 2, serão padrão NOVACAP, já analisados pelo prof. Coimbra, em 2002, no Parecer Técnico sobre a utilização de Bacia de Dissipação por Impacto no Lançamento Final dos Sistemas de Drenagem Urbana; onde concluiu-se que este tipo de dissipação é mais eficiente na redução de energia do fluxo à superfície livre, do que àqueles que funcionam com base no ressalto hidráulico, sendo, portanto, o mais recomendado.

Algumas considerações importantes sobre o dissipador de energia por impacto:

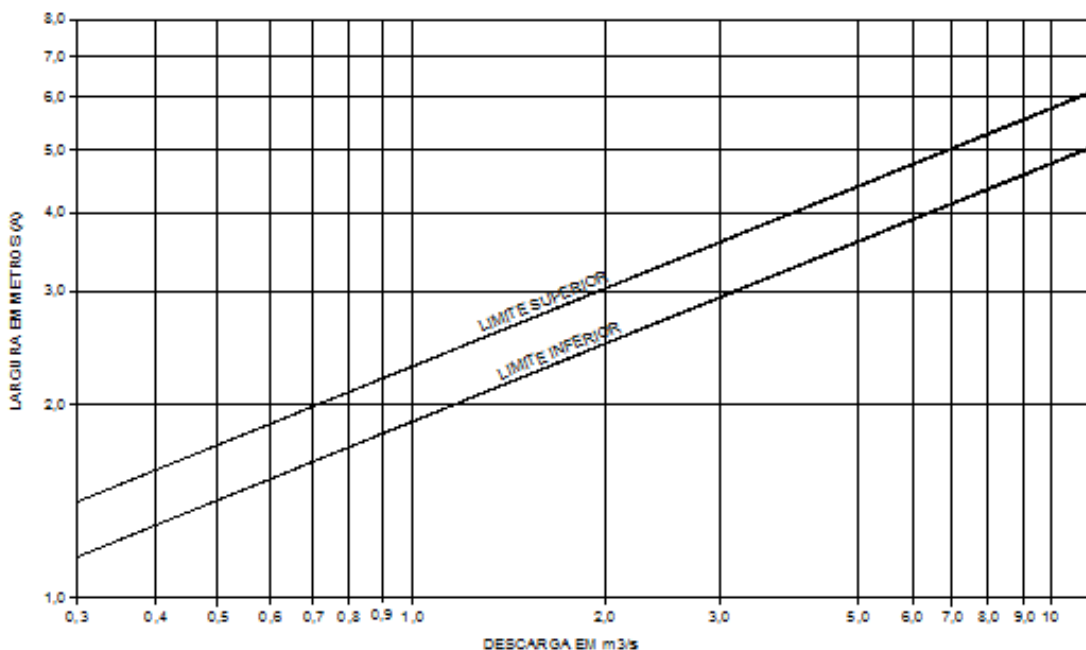
- Baixo custo, podendo ser utilizada para pequenas descargas;
- Em condições médias de operação, suporta vazões até $9,60\text{m}^3/\text{s}$ e velocidades de até $9,14\text{ m/s}$;
- Para vazões maiores que $9,60\text{m}^3/\text{s}$ poderão, eventualmente, ser utilizados múltiplos dissipadores assentados em paralelo; e
- Podem ser utilizadas na saída, tanto de canais a céu aberto como de condutos fechados.

São quatro os tipos de dissipadores padrão NOVACAP, a saber:

- A1
- A2
- A3
- A4

No dimensionamento desses dissipadores deve-se levar em consideração a elevada solicitação das estruturas por parte das forças dinâmicas e turbulências. A estrutura deverá ser suficientemente estável para resistir aos esforços de arrancamento provocados pela carga de impacto sobre a parede defletora. O arranjo geral do dissipador e as dimensões requeridas para várias descargas estão mostrados no Ábaco 01, nas Figuras 14 e 15 e na tabela 19

No Ábaco 01 entra-se com o valor da vazão (m^3/s) e obtém-se a dimensão, em metros, da largura do dissipador (A). Com o valor da largura (A), têm-se as demais dimensões do dissipador na tabela 19.



Ábaco 1 - Dimensionamento da bacia de dissipação por impacto.

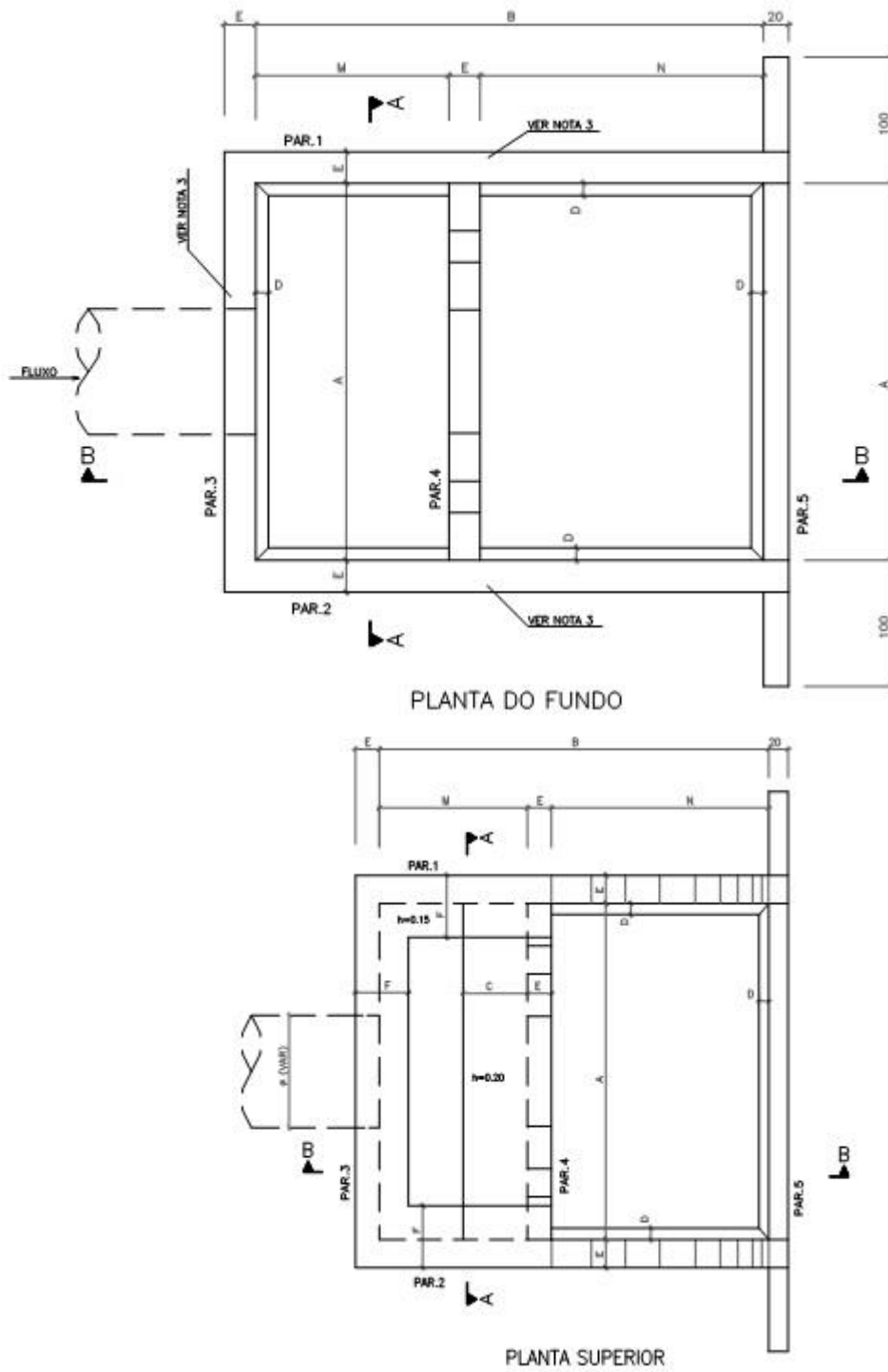


Figura 15 - Detalhes das plantas de fundo e superior do dissipador de impacto

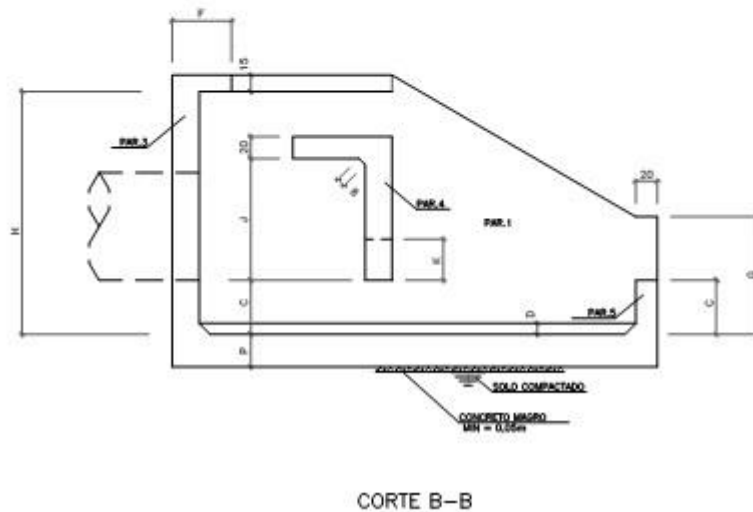
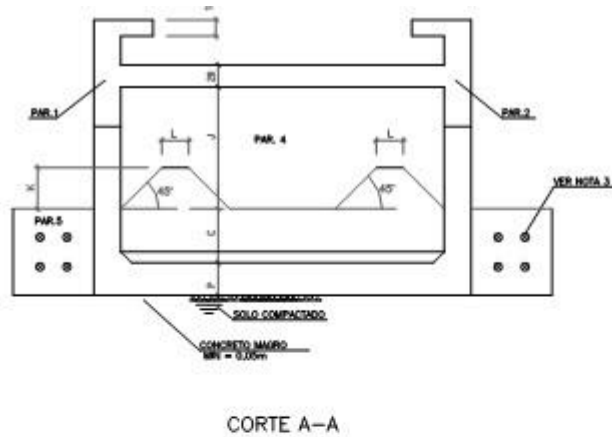


Figura 16 - Detalhes dos cortes do dissipador de impacto

Tabela 19 - Dimensões padronizadas dos dissipadores de impacto, usadas pela NOVACAP.

	A (m)	B (m)	C (m)	D (m)	E (m)	F (m)	G (m)	H (m)	J (m)	K (m)	L (m)	M (m)	N (m)	P (m)	Ø (m)
DISSIPADOR A.1	3,00	4,00	0,50	0,08	0,20	0,45	1,26	2,25	1,13	0,38	0,25	1,54	2,26	0,20	0,80
DISSIPADOR A.2	4,00	5,33	0,67	0,10	0,25	0,55	1,68	3,00	1,50	0,50	0,33	2,07	3,01	0,30	1,00
DISSIPADOR A.3	5,00	6,67	0,83	0,15	0,30	0,65	2,10	3,75	1,88	0,63	0,42	2,60	3,77	0,30	1,20
DISSIPADOR A.4	5,50	7,33	0,92	0,15	0,30	0,70	2,31	4,13	2,06	0,69	0,46	2,89	4,14	0,35	1,50

NOTAS

1-MEDIDAS EM METROS

2-CONCRETO ESTRUTURAL $f_{ck} > 15$ MPa

MAGRO $f_{ck} > 9$ MPa

3-EXECUTAR A DRENAGEM DO TERRENO EM TORNO DA LATERAL DA ESTRUTURA

E DESCARREGAR OS DRENOS NA BACIA DE JUSANTE ATRAVES DOS TUBOS

ATRAVESSANDO A PAR.5

O resultado da seleção dos dissipadores pode ser encontrado na tabela 20 a seguir apresentada:

Tabela 20 - Seleção de dissipadores

LOCAL	BACIA	REDE	DISSIPADOR
Subcentro	Qualidade	1	A2
Subcentro	Quantidade	2	A1
Centro urbano	Qualidade	6	A4
Centro urbano	Qualidade	7	A4
Centro urbano	Quantidade	8	A3
Bacias Existentes	1	3	A1
Bacias Existentes	2	4	A3
Bacias Existentes	1	Canal Existente	A3
Canal Existente	-	9	A1

Todos os ábacos com a seleção dos dissipadores podem ser encontrados no Anexo 3.

O lançamento da rede 5 ocorre diretamente no canal de concreto existente.

5.4. Outorga de Lançamento da ADASA

Foi preenchida o formulário padrão para obtenção da outorga prévia.

O mesmo pode ser encontrado no Anexo 4.

6. PLANILHA HIDRÁULICA DE DIMENSIONAMENTO

Todos os cálculos, conforme dito anteriormente, foram realizados pelo software C3DRENESG que roda dentro do Autodesk Civil 3D ®.

A explicação de cada coluna se encontra abaixo.

- Coluna 1 – Representação dos trechos entre dois poços de visita, com o PV a montante e a jusante;
- Coluna 2 e 3 - Cota do terreno, em metros, do poço de visita a montante e a jusante do trecho;
- Coluna 4 - Área de contribuição para a captação efetuada a montante do trecho considerado, em hectares;
- Coluna 5 - Área de contribuição total (somatório das colunas 4 + 5), em hectares;
- Coluna 6 - Coeficiente de escoamento superficial para a área de contribuição;
- Coluna 7 - Coeficiente de Manning, correspondendo a 0,015 para tubos circulares e 0,013 para galerias e canais;
- Coluna 8 - Tempo de concentração, em minutos, determinado;
- Coluna 9 - Intensidade de chuva, mm/hora;
- Coluna 10 - Comprimento entre PVs (trecho), em metros;
- Coluna 11 - Vazão calculada que passa pelo trecho em l/s;
- Coluna 12 e 13 – Seção da rede (diâmetro) ou da galeria (altura x largura), em milímetros, é função da vazão calculada, da declividade do terreno e da relação Y/D;
- Coluna 14 – Declividade da galeria adotada para o projeto em %;
- Coluna 15 - Velocidade de escoamento no trecho, em metros por segundo;
- Coluna 16 - Relação entre a altura da lâmina d'água e a seção da galeria, em porcentagem;
- Colunas 17e 18 – Profundidade dos PVs de montante e jusante respectivamente em metros;
- Coluna 19 e 20 - Cota da geratriz inferior da galeria a montante e a jusante, em metros;
- Coluna 21 – Degrau em metros

A planilha encontra-se no Anexo 5.

7. ESTRUTURAS DE CONTROLE NA FONTE

Conforme orientação da ADASA, em reunião realizada na sede desta Agência em 22/02/2018, para a implantação de estruturas de controle da vazão na fonte foi proposto o rebaixamento em 0,30 m de todas as praças do empreendimento Centro Urbano e Subcentro com vistas a permitir a infiltração da precipitação sobre as mesmas.

Além disso é proposto que a Avenida Central no trecho que atravessa o Centro Urbano e a Avenida Copaíba no Subcentro Urbano apresente o seu canteiro central rebaixado em 0,30 m, revestido em grama, com caimento transversal de ambas as avenidas para os canteiros e sem a implantação de meio fios.

Esta proposta permitirá que as águas pluviais não captadas pelas bocas e lobo nestes trechos se direcionarão para o canteiro a fim de infiltrar. É importante destacar que neste trecho as bocas e lobo deverão ser implantadas exclusivamente no formato de grelhas.

Essas estruturas de controle na fonte não foram consideradas no cálculo das vazões de projeto.

ANEXO 1 – PLANILHA DE VERIFICAÇÃO HIDRÁULICA DO CANAL

ANEXO 2 – PLANILHA DE ROUTINGS DAS BACIAS

ANEXO 3 – ÁBACO DE DIMENSIONAMENTO DOS DISSIPADORES

ANEXO 4 – FORMULÁRIO DE SOLICITAÇÃO DE OUTORGA PRÉVIA

ANEXO 5 – PLANILHA HIDRÁULICA

ANEXO 6 – COMPLEMENTAÇÃO TOPOGRAFIA TERRACAP

ANEXO 7 – ARTs

ANEXO 8 – TABELAS DOS Nº DA CURVA DO NRCS

ANEXO 9 - PLANTAS