

UNIVERSIDADE DO GRANDE RIO - UNIGRANRIO

CAMPUS DUQUE DE CAXIAS - RJ

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

A MITIGAÇÃO DOS ALAGAMENTOS E INUNDAÇÕES NA VILA
URUSSAÍ, EM DUQUE DE CAXIAS
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – TCC 2

Aluno(a): Thiago Silva Cid Do Nascimento

Matrícula: 6101750

Duque de Caxias - RJ

2020

A MITIGAÇÃO DOS ALAGAMENTOS E INUNDAÇÕES NA VILA URUSSAÍ, EM DUQUE DE CAXIAS

Thiago Silva Cid do Nascimento – t.cid@unigranrio.br
Universidade do Grande Rio Prof. José de Souza Herdy - Unigranrio
Rua Professor José de Souza Herdy, 1160 - Jardim Vinte e Cinco de Agosto
25070-000 – Duque de Caxias – Rio de Janeiro

Rachel Sampaio – engrachelsam@gmail.com
Universidade do Grande Rio Prof. José de Souza Herdy - Unigranrio
Rua Professor José de Souza Herdy, 1160 - Jardim Vinte e Cinco de Agosto
25070-000 – Duque de Caxias – Rio de Janeiro

Resumo: *É altamente comum, a ocorrência de fenômenos naturais, como inundações e alagamentos, ao longo dos cursos d'água, geralmente ocasionados por precipitações intensas e rápidas ou de longa duração. Tais eventos, se tornam prejudiciais, quando se trata de corpos de água fluentes, localizados em áreas urbanizadas, como ocorre no sub-bairro Vila Urussaí, em Saracuruna, localizado no município de Duque de Caxias, com área total de 2.60 km² e com aproximadamente 45.580 habitantes. Sendo imprescindível, elaborar uma medida eficaz para mitigação das recorrentes inundações, ocorridas no local.*

Palavras-chave: *Chuvas, Enchentes, Inundações, Canalização, afluente.*

Área do Conhecimento: *Engenharias / Engenharia Civil.*

1. INTRODUÇÃO

Inundação ou enchente é o transbordamento de águas sobre um território seco. Desde os tempos antigos, cidades brasileiras são erguidas às margens dos rios, para facilitar o uso de suas águas na irrigação de plantações, consumo próprio e navegação. (VALENTE, 2009).

Os leitos fluviais se referem a uma feição morfológica com uma dinâmica própria, que podem ser identificados ao longo dos perfis longitudinais e transversais. Considerando a frequência das descargas e a consequente topografia dos canais, os leitos fluviais são classificados de acordo com o nível que ocupam na seção transversal (CUNHA, 2009). Considerando os espaços ocupados pelo escoamento das águas ao longo do curso fluvial, podem ser individualizados os seguintes leitos: vazante, menor (cheia) e maior (inundação). Na Figura 1, é possível notar por meio do perfil transversal, a maneira como estão dispostos os leitos no sistema fluvial (TRICART, 1966; ENOMOTO, 2004; ECKHARDT, 2008; CUNHA, 2009).

Um estudo do Instituto Mundial de Recursos (2015) concluiu que as enchentes provocam prejuízos de R\$ 9 bilhões para o Brasil todos os anos. Principalmente por causa da falta de planejamento urbano. As enchentes atingem em média 265 mil pessoas todos os anos no país. (Estudo da organização WRI).

O Brasil, é um país tropical, com regiões de grandes faixas litorâneas. Dentre essas regiões, podemos destacar o estado do Rio de Janeiro, onde a criação de massas úmidas favorece a formação de chuvas fortes, que ocasionam enchentes.

Esse fenômeno, é bem antigo no estado, há registros do padre José de Anchieta, em 1575, através de carta: “sobre a força das chuvas em terras cariocas: ”[...]Choveu tanto que se encheu e arrebentaram as fontes[...]”

Na cidade de Duque de Caxias, não é diferente, pode-se destacar como umas das cheias históricas, a do Rio Saracuruna ocorrida em 02 de janeiro de 2013, quando uma chuva intensa e duradoura no distrito de Xerém, deixou cerca de 200 pessoas desabrigadas e óbitos, segundo último censo realizado no local no ano de 2010 do IBGE, a população residente era de 61.129 pessoas.

No atual município de Duque de Caxias, por exemplo, a partir de 1566, começaram a chegar os primeiros colonos, localizando-se inicialmente nos vales dos rios Meriti, Sarapuí, Iguaçu e Estrela e também na orla praiana, com o objetivo de explorar o solo e as riquezas naturais. Tal ocupação, foi incentivada pelo interesse dos governos do Rio de Janeiro em colonizar e cultivar as terras em torno da Baía de Guanabara. As plantações de cana-de-açúcar, milho, feijão, mandioca e arroz, foram importantes durante esse período e abasteceram a cidade do Rio de Janeiro, assim como a lenha retirada da região.

A destruição das matas, erosão do solo e assoreamento dos rios, que geravam transbordamento dos mesmos, possibilitaram a formação de regiões de pântanos, que criavam um cenário favorável a multiplicação do mosquito transmissor da malária, criando uma epidemia, que tornou o lugar inabitável, promovendo o abandono das terras.

A situação, só foi revertida através do combate à doenças endêmicas, obras de saneamento, limpeza de rios e abertura de canais e da Rodovia Rio-Petrópolis, em 1928.

Em 1943, foi criado o Distrito de Duque de Caxias, sendo elevado à categoria de município através do Decreto-Lei Nº 1055, que outrora era denominado Meriti, que compreendia as áreas dos atuais municípios de Caxias, São João de Meriti, Nilópolis e Nova Iguaçu.

Segundo o último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), realizado em 2019, a população do município é estimada em 919.596 pessoas, motivo pelo qual as cheias dos rios, fenômenos recorrentes, afetam um grande número de pessoas, com uma extensão territorial de aproximadamente 467,620 km². (IBGE, 2019).

Tabela 1: Principais Sub-bacias Hidrográficas que cortam o Município de Duque de Caxias.

Sub-bacia hidrográfica	Principais cursos de água	Municípios pertencentes	Área (km ²)
Rios Acari - Pavuna - Meriti	Arroio do Afonsos, Rio Acari, Rio Anchieta, Rio Caldeireiro, Rio Calogi, Rio Cambuí, Rio Caranguejo, Rio Catarino, Rio das Pedras, Rio do Cabral, Rio do Pau, Rio dos Cachorros, Rio Fontinha, Rio Lucas, Rio Marangá, Rio Meirinho, Rio Ninguém, Rio Orfanato, Rio Piraquara, Rio Sanatório, Rio São João de Meriti, Rio Sapopemba, Rio Timbó Superior, Rio Valqueire, Vala da Favela Acari, Vala do Comendador Guerra, Rio Pavuna.	Rio de Janeiro, São João de Meriti e Duque de Caxias.	154,26
Rios Iguaçu - Sarapuí	Rio Iguaçu, Rio Pilar, Rio Bandeira, Rio Pati, Rio Tinguá, Rio da Bota, Rio Capivari, Rio Sarapuí, Rio das Tintas, Rio das Sardinhas, Rio do Lúcio, Rio Viegas, Rio do Registro, Riacho Cabral, Córrego da água Azul, Córrego do Socorro, Rio Dona Eugênia.	Belford Roxo, Mesquita, Rio de Janeiro, Nilópolis, São João de Meriti, Nova Iguaçu e Duque de Caxias.	716,72
Rio Estrela - Inhomirim -Saracuruna	Rio Estrela, Rio Caioba-Mirim, Rio Saracuruna, Rio Inhomirim, Vala da Olaria, Córrego Tibiriça, Rio Cachoeira, Canal Caioaba, Córrego da Taquara, Canais de Santo Antônio e Mato Alto.	Duque de Caxias, Magé e Petrópolis.	348,88

Fonte: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, SEMADS

O presente mapa apresenta os limites das bacias hidrográficas contempladas no escopo dos Estudos Regionais da Baixada Fluminense em relação aos Municípios envolvidos nesta área de estudo.

Foram identificadas sub-áreas de planejamento para cada bacia hidrográfica, sendo que alguns Municípios estão inseridos em mais de uma Bacia.

Legenda

Bacias Hidrográficas

- 1 Pavuna
- 2 São João de Meriti
- 3 Iguaçu

Municípios

- 1 Duque de Caxias
- 2 Nilópolis
- 3 Rio de Janeiro
- 4 São João de Meriti
- 5 Duque de Caxias
- 6 Rio de Janeiro
- 7 São João de Meriti
- 8 Belford Roxo
- 9 Mesquita
- 10 Nova Iguaçu
- 11 Duque de Caxias
- 12 Mage
- 13 Petrópolis

Localização

MG

SP

OCCEAN ATLANTIC

Escala Gráfica

0 2,5 5 10 Km

Projeto Universal Transverso de Mercator - UTM

Datado Horizontal: WGS 84

Origem de coordenadas: Quilômetros e Metros de Gr. Unidades de Ângulo: Graus

Projeto

Estudos Regionais de Saneamento Básico dos Municípios da Baixada Fluminense

Título do Mapa

Relação entre as Bacias Hidrográficas e Municípios na área de interesse dos ERSBs

Fonte

Base Cartográfica: CEPERJ (1996)

Elaboração

GOVERNO DO RIO DE JANEIRO

Secretaria do Ambiente

Escala: 1:160.000

Data: Dezembro 2012

Sendo as principais bacias problemáticas, Rio Iguaçu/Sarapui, Rio Estrela.

Desde os tempos antigos, Duque de Caxias, sofre com esse fenômeno, principalmente nos períodos mais chuvosos do ano, devido ao grande contingente de habitantes, que com suas construções mal planejadas, alteram as características do solo, interferem no curso de rios e poluem, obstruindo os mesmos, todos esses fatores somados ao escoamento inadequado dos esgotos e águas pluviais, contribuem para a ocorrência de inundações.

6

graves decorrentes do grande número de núcleos habitacionais de baixa renda ocupando terrenos marginais de cursos d'água. (PEM / CAXIAS, 2017)

Mas, a partir do ano de 2017, a Lei Nº 2.881 de 28 de dezembro, que instituiu o PMSB, Programa da Secretaria Municipal de Obras (disponível para leitura no site da Câmara Municipal) levou infraestrutura a muitos bairros dos quatro distritos, dentre essas obras, destaca-se o trabalho de macrodrenagem, expansão e urbanização do Canal Farias, que está em andamento, a instalação das peças de concreto da galeria que medem 4 m x 3 m x 1 m possuindo 20 centímetros de espessura que pretende ampliar a capacidade de escoamento da rede de drenagem.

Foram reunidos alguns dados do local, para ser conhecido assim um panorama geral do sub-bairro.

Tabela 2 – Dados do local

Dados econômicos do sub-bairro	
Número aproximado de habitantes	45.580
Valor aproximado da renda Per capita	R\$ 592,81
Idade média dos residentes	40 anos
Transporte mais utilizado pela população	Ônibus
Ensino médio da população com 18 anos ou mais concluído	58,41 %
Esperança de vida ao nascer	75 anos

Fonte: IBGE, 2010

Figura 2 – Construção da galeria no Canal Farias



Fonte: Secretaria Municipal de Obras, 2019.

1.1 JUSTIFICATIVA

Em decorrência da grande incidência de chuvas, faz-se necessário a elaboração de um estudo, com o objetivo de mitigar as inundações e alagamentos que segundo relatos de moradores ocorrem com frequência no local, onde pode-se citar a rua Descartes, que de acordo com a variação da precipitação que ocorre no local já chegou a registrar 1 metro de água acima do nível de projeto de pavimentação.

Pode-se citar um trecho de uma reportagem publicada, que relata os transtornos que ocorrem no local, sempre que ocorre uma precipitação, a reportagem relata também, o esforço da prefeitura municipal Duque de Caxias em reparar os danos e minimizar as enchentes, “*As chuvas dos últimos dias em Duque de Caxias afetaram vários bairros, causaram alagamentos e transtornos à população. Ciente dos problemas causados pelos temporais, a Secretaria Municipal de Obras está trabalhando com equipes de desobstrução de ralos e bueiros em todos os distritos e na limpeza e desassoreamento de canais no segundo distrito. Homens e máquinas da prefeitura estão trabalhando há vários dias na limpeza dos canais Divisa, no bairro Ana Clara, e Farias, no trecho que corta o bairro Vila Urussaí. As regiões mais afetadas, segundo os técnicos da Secretaria de Obras, são bairros e localidades que contam com coleta de lixo domiciliar regular, mas os*

moradores insistem em colocar lixo nas ruas no dia anterior a passagem do caminhão coletor. ”
(ANDRÉ UCHÔA, 2020)

2. OBJETIVOS

Objetivo Geral

Mitigar as inundações que ocorrem na Vila Urussaí.

Objetivos Específicos

- Determinar a vazão de chuva;
- Determinar a área de contribuição e índice pluviométrico do local.
- Análise de eficiência da microdrenagem
- Propor melhorias no projeto de drenagem da Vila Urussaí.

3. METODOLOGIA

Para estudo hidrológico da área do sub-bairro Vila Urussaí e sua contribuição no Canal Farias, faz-se necessário:

Identificar a área de contribuição através do Google Earth. Conhecendo-se a vazão da chuva, cobertura do solo e índice pluviométrico, determina-se a vazão a ser drenada de chuva. Comparando-se a vazão de chuva com a capacidade de drenagem do sistema de transporte de águas pluviais, para então propor uma solução.

4. ESTUDO DE CASO

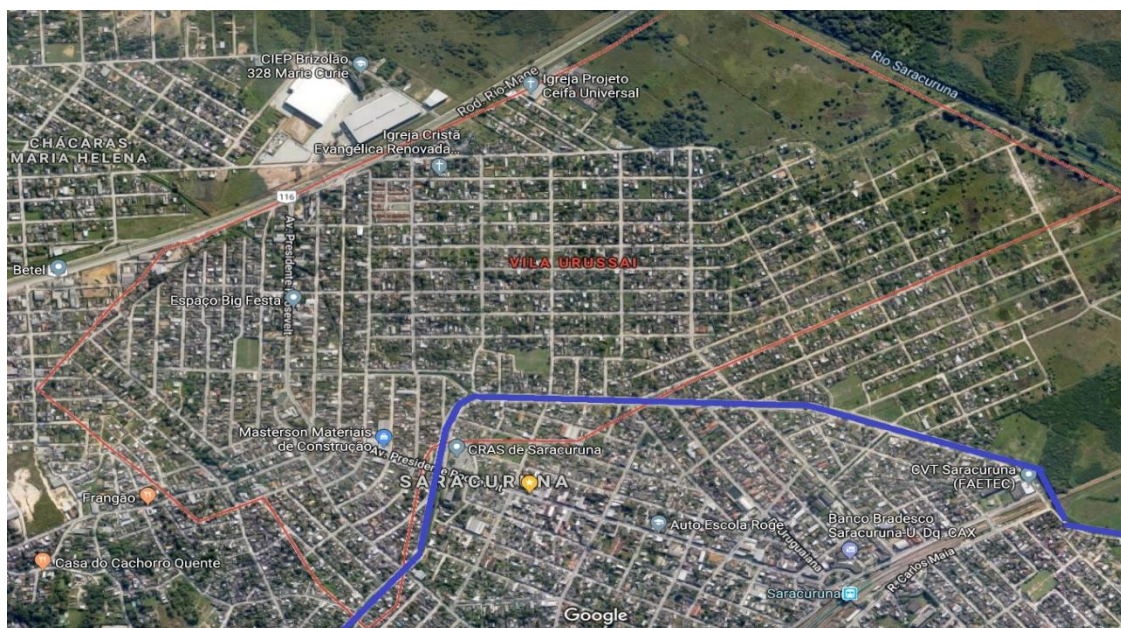
O sub-bairro Vila Urussaí, é palco de enchentes e cheias ao longo dos anos, ocasionando danos materiais e obrigando muitas vezes os moradores a ficarem aprisionados em suas residências. Ao longo de sua existência foram realizadas obras de drenagem e pavimentação, entretanto os problemas persistem.

Figura 3: Vista do sub-bairro inundado – Vila Urussaí



Fonte: Secretaria Municipal de Obras, 2019.

Figura 4: Vista aérea do sub-bairro e trecho do Canal Farias - Vila Urussaí



Fonte: Google Earth, 2019

4.1 DESENVOLVIMENTO

- **Índice Pluviométrico**

O pluviômetro é um reservatório responsável por medir a quantidade em milímetros de chuva, granizo, orvalho, garoa ou neve durante um determinado tempo e local.

Sendo assim, é possível ter ciência da quantidade de água que caiu em determinado período e acompanhar essas medidas durante um tempo, acompanhar as médias das chuvas no decorrer dos meses e anos, ajudando a identificar períodos chuvosos e de estiagens, apontando riscos de secas e inundações.

O órgão responsável por prover informações meteorológicas à sociedade brasileira, o INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), elabora e divulga diariamente a previsão do tempo das regiões, estados e cidades, emite avisos e boletins meteorológicos especiais; promove a execução de estudos e levantamentos meteorológicos e climatológicos aplicados à agricultura e outras atividades correlatas; coordena, elabora e executa programas e projetos de pesquisas agro meteorológicas e de acompanhamento das modificações climáticas e ambientais.

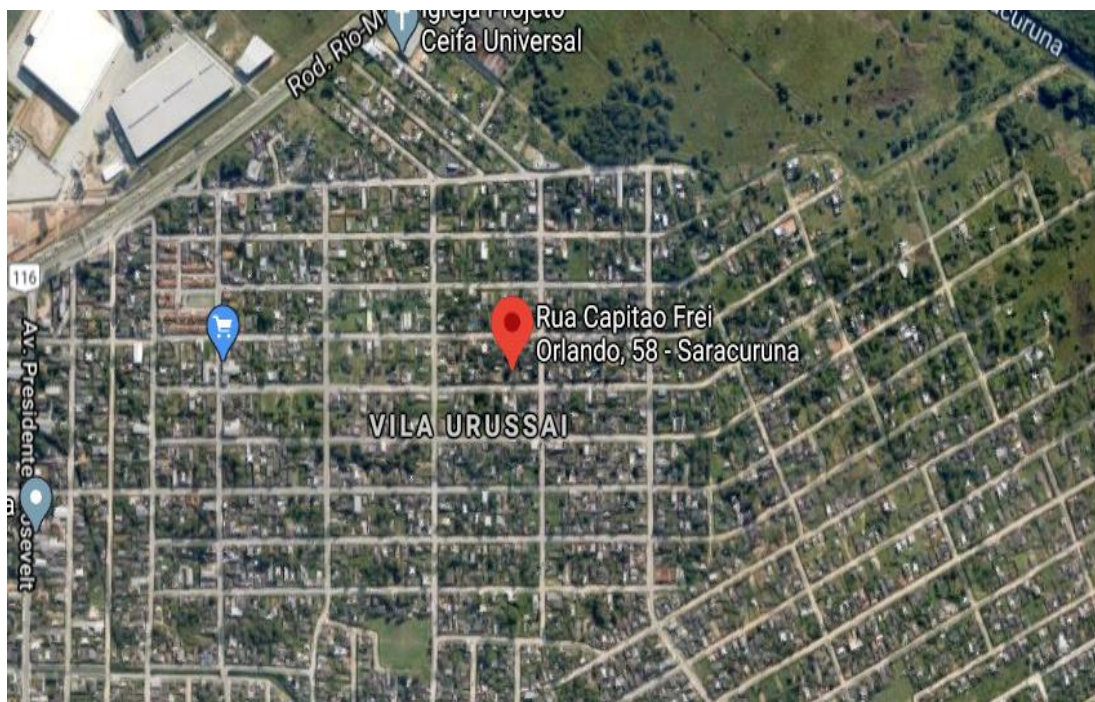
Porém, considerando, todas as possibilidades, inclusive a ocorrência de chuvas isoladas (quando as nuvens ficam mais carregadas em uma ou outra localidade), fez-se necessário a criação de um pluviômetro caseiro, disposto ao ar livre, junto à elaboração de uma tabela com data e horários fixados entre 20:00 às 21:00 horas, para registrar os dados coletados.

Figura 5: Vista do pluviômetro



Fonte: Autor, 2020

Figura 6: Vista aérea da localização do pluviômetro



Fonte: Google Earth, 2020

O Pluviômetro está instalado, na Rua Capitão Frei Orlando, nº: 58.

Tabela 3 - Tabela Pluviométrica

Tabela índice Pluviométrico (mm)				
DIA	HORA	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO
1	21:00	--	3,00	32,40
2	21:00	5,10	22,10	31,70
3	21:00	33,00	18,00	7,80
4	21:00	2,70	19,20	--
5	21:00	3,00	34,00	--
6	21:00	0,50	--	--
7	21:00	--	--	--
8	21:00	2,00	--	--
9	21:00	--	--	--
10	21:00	--	71,90	--
11	21:00	--	15,00	--
12	21:00	16,00	11,90	--
13	21:00	--	4,00	--
14	21:00	--	--	--
15	21:00	--	--	--
16	21:00	6,10	7,00	--
17	21:00	9,90	--	0,5
18	21:00	--	--	--
19	21:00	--	--	--
20	21:00	--	--	4,00
21	21:00	--	6,30	22,80
22	21:00	--	2,50	--
23	21:00	13,00	0,70	--
24	21:00	--	4,00	--
25	21:00	--	--	--
26	21:00	--	5,80	--
27	21:00	--	12,40	--
28	21:00	--	10,10	--
29	21:00	--	14,20	3,50
30	21:00	4,10	--	1,70
31	21:00	--	--	

Fonte: Autor, 2020

Para conhecer a média mensal de precipitação que atinge o local, foi realizado um estudo através de um pluviômetro caseiro.

Com os dados obtidos e acompanhando os dias que ocorreram enchentes no local, foi gerado uma nova tabela com os dias que ocorrem enchentes e sua precipitação em 1 hora.

Tabela 4 – Tabela dos dias que ocorreram enchentes

Tabela Pluviométrica (mm)			
DIA	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO
1	--	--	32,40
2	--	--	31,70
3	33,00	--	--
4	--	--	--
5	--	34,00	--
6	--	--	--
7	--	--	--
8	--	--	--
9	--	--	--
10	--	71,90	--
11	--	--	--
12	--	--	--
13	--	--	--
14	--	--	--
15	--	--	--
16	--	--	--
17	--	--	--
18	--	--	--
19	--	--	--
20	--	--	--
21	--	--	--
22	--	--	--
23	--	--	--
24	--	--	--
25	--	--	--
26	--	--	--
27	--	--	--
28	--	--	--
29	--	--	--
30	--	--	--
31	--	--	--

Fonte: Autor, 2020

O índice pluviométrico (i), foi obtido através das precipitações captadas pelo pluviômetro, sendo a precipitação de 71,90 mm/h a maior obtida e será a utilizada para cálculo de pior situação.

- **Coefficiente de escoamento superficial**

O coeficiente de deflúvio ou coeficiente de escoamento artificial é definido como a relação entre o volume total de escoamento superficial e o volume total precipitado.

Os referidos coeficientes variam numa mesma bacia, de acordo com o ano e com o evento, em função da intensidade, distribuição temporal e espacial da precipitação, condições de umidade do solo e retenções (Tucci,1993).

Levando em consideração, que a região em estudo, trata-se de uma área urbanizada e pavimentada. O valor utilizado para coeficiente de Run off ou escoamento artificial foi **C= 0,60**.

Tabela 5: Tabela de Coeficiente de Permeabilidade (Run off)

Tipologia da área de drenagem	Coeficiente de escoamento superficial
Áreas Comerciais	0,70 – 0,95
áreas centrais	0,70 – 0,95
áreas de bairros	0,50 – 0,70
Áreas Residenciais	
residências isoladas	0,35 – 0,50
unidades múltiplas, separadas	0,40 – 0,60
unidades múltiplas, conjugadas	0,60 – 0,75
áreas com lotes de 2.000 m2 ou maiores	0,30 – 0,45
áreas suburbanas	0,25 – 0,40
áreas com prédios de apartamentos	0,50 – 0,70
Áreas Industriais	
área com ocupação esparsa	0,50 – 0,80
área com ocupação densa	0,60 – 0,90
Superfícies	
asfalto	0,70 – 0,95
concreto	0,80 – 0,95
blocket	0,70 – 0,89
paralelepípedo	0,58 - 0,81
telhado	0,75 – 0,95
solo compactado	0,59 - 0,79
Áreas sem melhoramentos ou naturais	
solo arenoso, declividade baixa < 2 %	0,05 – 0,10
solo arenoso, declividade média entre 2% e 7%	0,10 – 0,15
solo arenoso, declividade alta > 7 %	0,15 – 0,20
solo argiloso, declividade baixa < 2 %	0,15 – 0,20
solo argiloso, declividade média entre 2% e 7%	0,20 – 0,25
solo argiloso, declividade alta > 7 %	0,25 – 0,30
grama, em solo arenoso, declividade baixa < 2%	0,05 - 0,10
grama, em solo arenoso, declividade média entre 2% e 7%	0,10 - 0,15

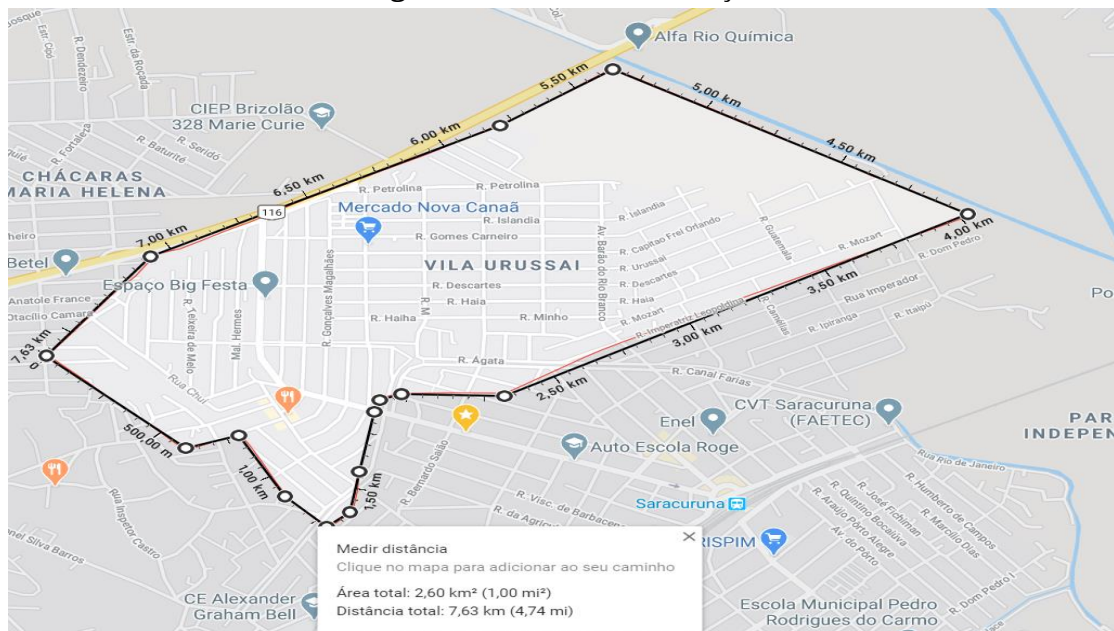
- **Área de contribuição**

É denominada área de contribuição, a superfície do terreno que contribui com o escoamento de água em um determinado ponto.

Área na qual se acumula a água, resultante de toda precipitação recaída sobre as ruas, praças, telhados, quintais até o momento do deságue. O valor da área representa o **A** na fórmula da vazão, **A** área da bacia.

A = 2602713,2412m² 2,60 km²; 260 ha.

Figura 8: Área de contribuição



Fonte: Google Earth, 2020

Com o projeto de drenagem em mãos, pode-se saber a dimensão do tubo de concreto implementado no local, esse de medida de DN 400, com declividade de 0,008 m/m.

De acordo com a secretaria de obras de Duque de Caxias, a vazão de esgoto para esse trecho do sub-bairro é de **$Q = 0,05 \text{ m}^3/\text{s}$** , sendo a coleta de esgoto, realizada por um sistema unitário, esgoto doméstico e pluvial processado em um único coletor.

Através da planilha de cálculo, foi encontrada a vazão de **$Q = 0,18 \text{ m}^3/\text{s}$** , para tubulação de DN 400, considerando a seção a com utilização em 80% do DN disponível.

Figura 10: Planilha de cálculo com vazão de DN 400

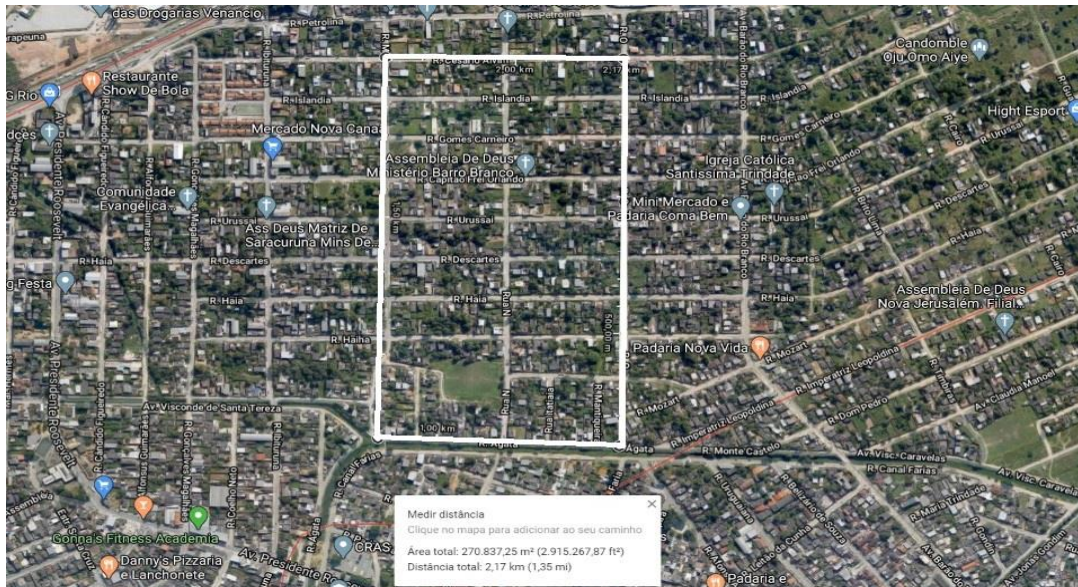
I = 0,008 m/m						
D (mm)	A (m ²)	P (m)	R (m)	C	V(m/s)	Q (m ³ /s)
150	0,015155	0,332145	0,045629	41,5	0,79	0,01
200	0,026943	0,442860	0,060839	45,0	0,99	0,03
250	0,042098	0,553574	0,076048	47,8	1,18	0,05
300	0,060622	0,664289	0,091258	50,1	1,35	0,08
400	0,107772	0,885719	0,121677	53,7	1,68	0,18
450	0,136399	0,996434	0,136887	55,2	1,83	0,25
500	0,168394	1,1071487	0,152097	56,5	1,97	0,33
600	0,242487	1,3285785	0,182516	58,7	2,24	0,54
700	0,330051	1,5500082	0,212935	60,6	2,50	0,82
800	0,431088	1,7714379	0,243355	62,1	2,74	1,18
900	0,545595	1,9928677	0,273774	63,5	2,97	1,62
1000	0,673574	2,2142974	0,304193	64,7	3,19	2,15
1100	0,815025	2,4357272	0,334613	65,8	3,41	2,78

Fonte: Autor, 2020

- **Análise de eficiência da microdrenagem e Vazão da chuva**

Para a Análise de eficiência da microdrenagem, foi necessário realizar o cálculo da vazão da chuva para uma área delimitada do sub-bairro, foi reduzida a área de 2,60 km² para: 0,27 km².

Figura 11: Vista da nova área de contribuição para estudo



Fonte: Google Earth, 2020

Foram calculadas 4 vazões.

Obteve-se então:

- Para precipitação de 71,90 mm

$$Q = 0,027 \times C \times I \times A$$

$$Q = 0,027 \times 0,60 \times 71,90 \times 0,27$$

$$Q = 0,31 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Para precipitação de 34,00 mm

$$Q = 0,027 \times C \times I \times A$$

$$Q = 0,027 \times 0,60 \times 34,00 \times 0,27$$

$$Q = 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Para precipitação de 33,00 mm

$$Q = 0,027 \times C \times I \times A$$

$$Q = 0,027 \times 0,60 \times 33,00 \times 0,27$$

$$Q = 0,14 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Para precipitação de 32,40 mm

$$Q = 0,027 \times C \times I \times A$$

$$Q = 0,027 \times 0,60 \times 32,40 \times 0,27$$

$$Q = 0,14m^3/s$$

- Para precipitação de 29,80 mm

$$Q = 0,027 \times C \times I \times A$$

$$Q = 0,027 \times 0,60 \times 29,80 \times 0,27$$

$$Q = 0,13m^3/s$$

- Para precipitação de 22,10 mm

$$Q = 0,027 \times C \times I \times A$$

$$Q = 0,027 \times 0,60 \times 22,10 \times 0,27$$

$$Q = 0,10m^3/s$$

Sabendo que o sistema coletor é unitário, basta somar as vazões de chuvas e águas residuais, para analisar a capacidade das tubulações utilizadas no local.

- Para precipitação de 71,90 mm

$$0,31 + 0,05 = 0,36, \text{ sendo } 0,36 > 0,18 \text{ (vazão da tubulação instalada no local).}$$

- Para precipitação de 34,00 mm

$$0,15 + 0,05 = 0,20, \text{ sendo } 0,20 > 0,18 \text{ (vazão da tubulação instalada no local).}$$

- Para precipitação de 33,00 mm

$$0,14 + 0,05 = 0,20, \text{ sendo } 0,19 > 0,18 \text{ (vazão da tubulação instalada no local).}$$

- Para precipitação de 32,40 mm

$$0,14 + 0,05 = 0,19, \text{ sendo } 0,19 > 0,18 \text{ (vazão da tubulação instalada no local).}$$

- Para precipitação de 29,80 mm

$$0,13 + 0,05 = 0,18, \text{ sendo } 0,18 = 0,18 \text{ (vazão da tubulação instalada no local).}$$

- Para precipitação de 22,10 mm

$0,10 + 0,05 = 0,15$, sendo $0,15 < 0,18$ (vazão da tubulação instalada no local).

Foi observado que com precipitações acima de 29,80 mm/h, a tubulação instalada no local não consegue comportar a vazão gerada.

- **Proposta de melhoria no projeto de drenagem.**

Verificação de eficiência para troca da tubulação, observando-se a largura da Rua Straus, foi constatado que a mesma possui dimensão de 7 metros, sendo possível a troca do DN para um maior, foi realizado a verificação para a tubulação com DN 600, retirando a vazão da planilha de cálculo, utilizando *seção com utilização em 80% do DN disponível*, obtém-se, **$Q = 0,54 \text{ m}^3/\text{s}$** .

Figura 12: Vista da planilha com cálculo das vazões em função da declividade da tubulação.

I = 0,008 m/m						
D (mm)	A (m²)	P (m)	R (m)	C	V(m/s)	Q (m³/s)
150	0,015155	0,332145	0,045629	41,5	0,79	0,01
200	0,026943	0,442860	0,060839	45,0	0,99	0,03
250	0,042098	0,553574	0,076048	47,8	1,18	0,05
300	0,060622	0,664289	0,091258	50,1	1,35	0,08
400	0,107772	0,885719	0,121677	53,7	1,68	0,18
450	0,136399	0,996434	0,136887	55,2	1,83	0,25
500	0,168394	1,1071487	0,152097	56,5	1,97	0,33
600	0,242487	1,3285785	0,182516	58,7	2,24	0,54
700	0,330051	1,5500082	0,212935	60,6	2,50	0,82
800	0,431088	1,7714379	0,243355	62,1	2,74	1,18
900	0,545595	1,9928677	0,273774	63,5	2,97	1,62
1000	0,673574	2,2142974	0,304193	64,7	3,19	2,15
1100	0,815025	2,4357272	0,334613	65,8	3,41	2,78

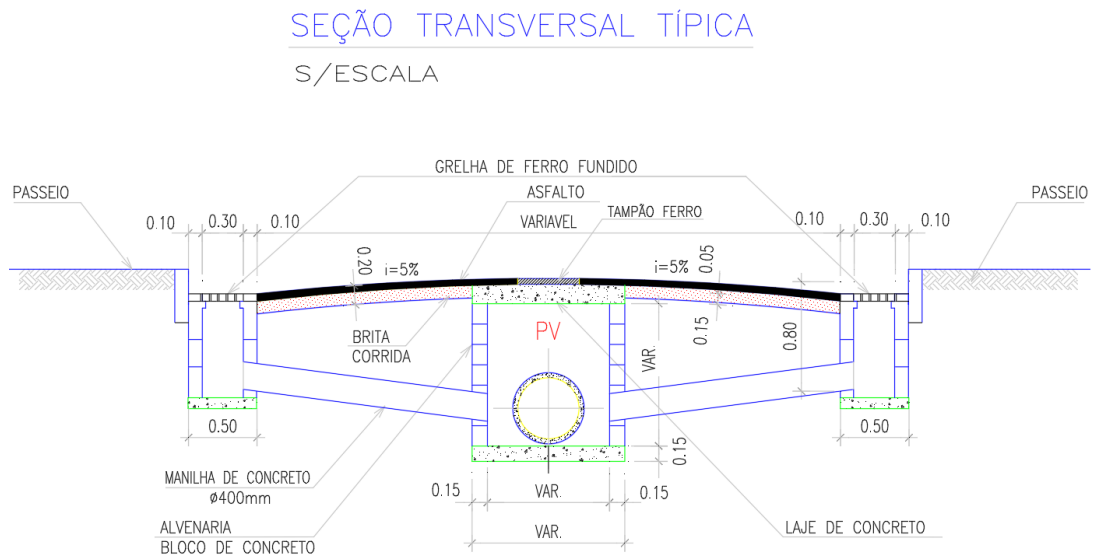
Fonte: Autor, 2020

- Para precipitação de 71,90 mm

$0,31 + 0,05 = 0,36$, sendo $0,36 < 0,54$ (vazão da tubulação proposta).

Uma resolução para esse fluxo de águas, que se torna sobressalente a tubulação, seria o aumento do DN da tubulação, por outra com maior capacidade para suportar a demanda.

Figura 13: Vista da seção típica proposta para solução das enchentes do sub-bairro



Fonte: Secretaria Municipal de Obras, 2020

5. CONCLUSÃO

O cálculo adequado para dimensionamento dos sistemas de drenagem, associado à manutenção preventiva, são cruciais para mitigar os impactos negativos, consequências de eventos de chuvas fortes, principalmente sobre áreas urbanas, onde as alterações no solo, durante o processo de urbanização, acarretam na formação de áreas impermeabilizadas, ocasionando mudanças na dinâmica hídrica do local e aumento do escoamento superficial.

Sendo assim, a inexistência de sistemas de microdrenagem e o mau desempenho das redes existentes, favorecem a ocorrência de eventos de alagamentos.

A obra de canalização do Canal Farias, situado no sub-bairro, auxiliará no aumento da vazão do mesmo, porém, não solucionará o problema por completo.

Mediante os resultados obtidos, conclui-se que a vazão da tubulação contida no projeto da Secretaria Municipal de Obras de Duque de Caxias, não é capaz de mitigar as recorrentes inundações que ocorrem no sub-bairro Vila Urussaí.

Por se tratar de uma área urbanizada, é de extrema importância, a implementação de medidas que solucionem as recorrentes inundações, que ocasionam prejuízos para a população.

Como medida de mitigação das inundações que ocorrem no local, é proposto então, o aumento do DN da tubulação, alterando de DN 400, para DN 600, visto que a Rua Straus, possui largura adequada, para realização da obra proposta.

$$\mathbf{Qtubulação\ DN\ 400 < Qchuva + Qesgoto\ (pior\ caso)}$$

$$\mathbf{0,18m^3/s < 0,36m^3/s}$$

$$\mathbf{Qtubulação\ DN\ 600 > Qchuva + Qesgoto\ (pior\ caso)}$$

$$\mathbf{0,54m^3/s > 0,36m^3/s}$$

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
PEM	Plano de Emergência da cidade de Duque de Caxias
SEA	Secretaria de Estado do Ambiente
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
UFV	Universidade Federal de Viçosa

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

VALENTE, O.F. Reflexões hidrológicas sobre inundações e alagamentos urbanos. Minha Cidade, São Paulo, ano 10, n. 109.01, Vitruvius, ago. 2009. Disponível em: <<https://www.vitruvius.com.br/revistas/read/minhacidade/10.109/1839>>. Acesso em: 29 de Fevereiro de 2019.

INUNDAÇÃO. IN BRITANNICA ESCOLA. WEB, 2019. Disponível em: <<https://escola.britannica.com.br/artigo/inundacao/481292>>. Acesso em: 19 de agosto de 2019.

TRICART, Jean. OS TIPOS DE LEITOS FLUVIAIS. NOTÍCIAS GEOMORFOLÓGICAS, 6 (11): p. 41-49, 1966. CUNHA, Sandra Baptista da. Geomorfologia Fluvial. In Guerra, Antônio José Teixeira e CUNHA, Sandra Baptista da (orgs.). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 9ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

IBGE. Panorama. <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/duque-de-caxias/panorama>>. Acessado em: 17 de agosto de 2019.

DEFESA CIVIL DE DUQUE DE CAXIAS. Plano de Emergência da cidade de Duque de Caxias, 2016/2017.

OBRA DE CANALIZAÇÃO DO CANAL FARIAS AVANÇA EM SARACURUNA. Disponível em: <<https://istoe.com.br/obra-de-canalizacao-do-canal-farias-avanca-em-saracuruna/>>. Acesso em: 17 de agosto de 2019.

DEFESA CIVIL IDENTIFICA ÁREAS DE RISCO EM CAXIAS. Disponível em: <<https://extra.globo.com/noticias/defesa-civil-identifica-areas-de-risco-em-caxias-2847126.html>>. Acesso em: 18 de agosto de 2019.

MORADORES DE BAIRRO DA BAIXADA FLUMINENSE FICAM ILHADOS APÓS TEMPORAL. Disponível em: <<https://noticias.r7.com/rio-de-janeiro/rj-no-ar/videos/moradores-de-bairro-da-baixada-fluminense-ficam-ilhados-apos-temporal-20102015/>>. Acesso em: 18 de agosto de 2019.

A CIDADE. Disponível em: https://www.cmdc.rj.gov.br/?page_id=1155/>. Acesso em: 19 de agosto de 2019.

ESTUDO DIZ QUE ENCHENTES PROVOCAM PREJUÍZOS DE R\$ 9 BILHÕES PARA O BRASIL. Disponível em: <http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2015/03/estudo-diz-que-enchentes-provocam-prejuizos-de-r-9-bilhoes-para-o-brasil.html>>. Acesso em: 02 de outubro de 2019.

CHUVA PROVOCA MORTE E DEIXA DESALOJADOS NA BAIXADA FLUMINENSE. Disponível em: <http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2013/01/chuva-deixa-cem-desalojados-em-xerem-no-rj.html>>. Acesso em: 18 de agosto de 2019.

DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Disponível em: http://www1.dnit.gov.br/anexo/Relat%C3%B3rio/Relat%C3%B3rio_edital0484_12-08_0.pdf. Acessado em 21 de agosto de 2019.