

Análise de sistemas de microdrenagem – as built e as possíveis interferências em áreas urbanas

DOI: 10.20396/labore.v13i0.8655745

Submetido 19 jun. 2019.

Aceito 18 set. 2019.

Publicado 25 set. 2019.

Georgia Dutra de Oliveira Bonavita

<<https://orcid.org/0000-0003-2414-3017>>

Universidade Federal Fluminense /Niterói [RJ] Brasil

Paulo Luiz da Fonseca

<<https://orcid.org/0000-0002-4287-0157>>

Universidade Federal Fluminense/Niterói [RJ] Brasil

RESUMO

O dimensionamento adequado dos sistemas de drenagem e consequente manutenção preventiva são de suma importância para mitigar os impactos negativos advindos de eventos de chuvas intensas, principalmente sobre áreas urbanas consolidadas. É fundamental que o dimensionamento das galerias de águas pluviais atenda aos critérios e parâmetros estabelecidos em manuais e instruções técnicas, de forma a garantir seu bom funcionamento, bem como o atendimento à programação de manutenção preventiva e à pesquisa de possíveis interferências de redes de concessionárias com o sistema de drenagem urbana. O presente artigo tem como proposta discorrer sobre a importância de um cadastro fidedigno visando análise hidráulica e consequente desempenho de sistemas de microdrenagem, além do planejamento de execução da manutenção preventiva e da avaliação de possíveis interferências das redes de concessionárias com as galerias de águas pluviais. Em um estudo de caso, foi verificada a atual suficiência hidráulica da rede de microdrenagem de um condomínio situado no bairro de Realengo, zona oeste da cidade do Rio de Janeiro, e analisadas possíveis interferências da rede de esgotamento sanitário do condomínio sobre o sistema pluvial implantado. Não foram identificadas interferências da rede de esgoto sobre a rede de drenagem e, para um tempo de recorrência de 10 anos, o sistema de microdrenagem funciona como conduto livre, com vazão de 202,7 L/s no trecho correspondente ao deságué no rio Piraquara.

PALAVRAS-CHAVE

Manejo de águas pluviais. Interferências. Cadastro. Manutenção de redes.

Analysis of microdrainage systems – as built and possible interferences in urban areas

ABSTRACT

The proper design of drainage systems and consequent preventive maintenance are extremely important to mitigate the negative impacts of intense rainfall events, especially on consolidated urban areas. In this way, it is fundamental that the design of the rainwater galleries meets the criteria and parameters established in technical manuals and instructions, in order to ensure its proper functioning, as well as attending to preventive maintenance programming and to investigate possible network interferences concessionaires with the urban drainage system. The present article aims to discuss the importance of a reliable built for hydraulic analysis and the consequent performance of microdrainage systems, as well as the planning of execution of preventive maintenance and evaluation of possible interferences of the concessionaires' networks with rainwater galleries. In a case study, it was verified the current hydraulic sufficiency of the micro-drainage network of a condominium located in Realengo neighborhood, west zone of Rio de Janeiro city, and analyzed possible interferences of the sanitary sewage network of the condominium on the water galleries performed. No interferences of the sewage network were identified on the drainage network and, for a 10-year recurrence time, the microdrainage system functions as a free surface flow conduit, with flow of 202.7 L / s in its outlet in Piraquara river.

KEYWORD

Stormwater management. Interferences. As built. Network maintenance.

1. Introdução

Os sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais, bem como os sistemas de esgotamento sanitário, abastecimento de água potável e o manejo de resíduos sólidos integram o conjunto de serviços e infraestruturas que constituem o saneamento básico de um local. (Lei n. 11.445, 2007).

Os sistemas de microdrenagem, constituídos por bacias locais e geralmente por áreas contribuintes não superiores a 1km², contemplam sarjetas, estruturas de captação, poços de visita, tubos de ligação e galerias de águas pluviais, as quais transportam os deflúvios até os respectivos deságuas. Apesar de haver estudos sobre o tema, ainda não é prática usual, no Brasil, o tratamento das águas pluviais captadas antes da sua disposição final. O deságue de um sistema de microdrenagem pode ser feito em um corpo d'água receptor, ou em canais de maiores dimensões, os quais já integram os sistemas de macrodrenagem. Esses são constituídos pelos rios, que drenam naturalmente a bacia hidrográfica na qual integram, bem como canais artificiais dimensionados para transportarem vazões superiores àquelas suportadas pelos sistemas de microdrenagem.

O enfoque da pesquisa refere-se aos sistemas de microdrenagem, de suma importância, principalmente em áreas urbanas consolidadas, nas quais houve uma mudança no uso do solo durante seus processos de ocupação e conseqüentemente um aumento das áreas impermeabilizadas, ocasionando alteração da dinâmica hídrica do local e um aumento do escoamento superficial. Dessa forma, a ausência de sistemas de microdrenagem ou o mau funcionamento das redes existentes tornam essas áreas mais suscetíveis a episódios de alagamentos, impactando negativamente a vida da população. Os alagamentos, além de trazerem transtornos para a locomoção das pessoas que residem ou trabalham nas áreas afetadas, podem trazer prejuízos materiais, econômicos e, inclusive, expor a população a doenças de veiculação hídrica.

Diversos fatores, contudo, podem ocasionar o mau funcionamento do sistema de microdrenagem. Dentre esses fatores destacam-se o dimensionamento incorreto dos componentes do sistema; a sua obsolescência diante do incremento no escoamento superficial de uma região, resultado do processo de impermeabilização do solo; os resíduos sólidos descartados de maneira inadequada que se acumulam nas estruturas de captação, como bocas de lobo e ralos, impedindo a passagem da água para as galerias; e a possível interferência de outras redes de concessionárias nas redes de microdrenagem.

2. Planejamento de execução de manutenção preventiva em sistemas de manejo de águas pluviais

O funcionamento adequado do sistema de manejo de águas pluviais prevê ações de manutenção periódicas de forma a garantir a limpeza e o desassoreamento das redes de microdrenagem e a dragagem dos canais de macrodrenagem. As obstruções nas galerias decorrentes do acúmulo de resíduos sólidos no interior das mesmas devem ser retiradas a fim de evitar refluxos e permitir o bom funcionamento da rede de microdrenagem. A desobstrução das galerias de microdrenagem pode ser feita através dos seguintes equipamentos: *sewer jet*, *vac-all* e o *bucket machine*. O *sewer jet* desobstrui a galeria aplicando jatos d'água de alta pressão na tubulação, enquanto que o *vac-all* consiste em um sistema de aspiração composto por turbina de sucção. O *bucket machine* é um equipamento com “braço” e “balde” em sua extremidade, com capacidade de alcançar o material a ser removido e direcioná-lo ao posterior transporte e destino final.

Durante a execução da manutenção preventiva também podem ser verificadas possíveis ligações irregulares de esgoto na galeria pluvial, interferências de redes de concessionárias nas galerias de microdrenagem, e as condições internas das mesmas. Para tanto utiliza-se a vídeo inspeção por circuito fechado de televisão, também conhecido por CFTV.



Na vídeo inspeção por CFTV, a câmera, acoplada a um suporte capaz de se deslocar ao longo da galeria, é introduzida na mesma através dos poços de visita. As imagens capturadas pela câmera são observadas em tempo real. A Figura 1 ilustra um modelo de equipamento utilizado. As Figuras 2 e 3 ilustram ligações irregulares de esgoto em galeria do sistema pluvial.

Figura 1. Equipamento para vídeo inspeção por CFTV. Fonte: http://www.sondeq.com.br/pt/nd_insptubulacao_robos.php recuperado em 12 de junho, 2019.



Figura 2. Ligação irregular de esgoto em galeria pluvial circular, localizada em rua da cidade de Fortaleza [CE].
Fonte: Bezerra (2008).



Figura 3. Ligação irregular de esgoto na parte superior da galeria circular, localizada em rua da cidade de Fortaleza [CE].
Fonte: Bezerra (2008).

Em um planejamento de execução de manutenção preventiva, destacam-se ações nos serviços de manutenção e prevenção no âmbito dos sistemas de microdrenagem tais como a aquisição de novos equipamentos, o treinamento para operadores e a integração dos cronogramas de limpeza e treinamentos específicos. A elaboração de um planejamento de manutenção preventiva do sistema de manejo de águas pluviais urbanas deve prever o levantamento das principais áreas prioritárias, bem como contemplar a estrutura necessária para atendimento e a elaboração de cronograma para execução dos serviços.

3. Interferências de redes de concessionária no sistema de microdrenagem

Segundo Cabral, Cartaxo, Antonio, Borba e Santos (2009), os sistemas de drenagem são um dos mais sensíveis aos problemas causados pela urbanização, tanto no que se refere a mudanças no ciclo hidrológico quanto às interferências com os demais sistemas de infraestrutura urbana.

Stuchi (2005) elenca os sistemas que constituem a infraestrutura urbana, sendo eles: sistema viário; de esgotamento sanitário; de abastecimento de água; de drenagem; de energia elétrica; de comunicações e o sistema de energia a gás. De acordo com o autor, esses sistemas podem ser categorizados segundo sua localização no espaço urbano, o qual é dividido em nível aéreo, nível de superfície e nível subterrâneo.

No Brasil ainda é comum que as redes de energia elétrica e de comunicações se situem em nível aéreo, apesar de haver algumas localidades que já transferiram essas redes para o nível subterrâneo. Em nível de superfície, estão contemplados os sistemas viários e parte dos elementos dos sistemas de microdrenagem (sarjetas e estruturas de captação). Já em nível subterrâneo encontram-se os demais elementos constituintes dos sistemas de microdrenagem, assim como os sistemas de esgotamento sanitário, abastecimento de água e as redes de gás encanado. Ainda segundo Stuchi (2005), o nível subterrâneo é o mais difícil de ser organizado implicando em interferências recíprocas entre os sistemas.

Possíveis interferências podem ser observadas pela interseção das representações das redes em um determinado local. A ocorrência de interferências pode estar associada à falta de cadastro técnico das redes de concessionárias já existentes no local, durante a elaboração dos projetos executivos das redes a serem implantadas.

Segundo definição da Lei 8.666 de 21 de junho de 1993, que regulamenta o artigo 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências, o projeto executivo é definido como sendo:

O conjunto dos elementos necessários e suficientes à execução completa da obra, de acordo com as normas pertinentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (Brasil, Lei n. 8.666, 1993).

Já o cadastro técnico, também conhecido como *as built*, é o levantamento dos dados (posicionamento, dimensões, profundidades e cotas) da obra após finalizada, ou seja, com todas as alterações que possam ter sofrido, em relação ao projeto executivo, durante a sua execução.

A elaboração dos cadastros técnicos do sistema de abastecimento de água e de esgotamento sanitário é norteadas pela ABNT segundo a NBR 12.586/92, que fixa as condições exigíveis para a elaboração de cadastro de sistema de abastecimento de água e a NBR 12.587/92, que fixa as condições exigíveis para a elaboração de cadastro de sistema de esgotamento sanitário.

O cadastro técnico das redes já instaladas é de suma importância para a elaboração do projeto executivo das redes a serem implantadas no mesmo local. Segundo Rocco (2006), a ausência do cadastro dos elementos das redes de infraestrutura dificulta a elaboração do projeto executivo, podendo ocasionar muitas vezes a sua inviabilização ou até mesmo sua alteração, elevando os custos das obras.

As alterações do projeto executivo de redes subterrâneas durante a sua execução devido a obstáculos não previstos, justamente pela falta do *as built* de redes, por vezes se manifestam como práticas não recomendadas que podem ocasionar interferências entre redes e seu mau funcionamento.

No que tange às redes de microdrenagem, as interferências na galeria pluvial por tubulações de redes de concessionárias ocasionam a diminuição da sua seção hidráulica, dimensionada para atender a vazão de projeto calculada. Além disso, as interferências contribuem na retenção dos resíduos sólidos no interior das galerias facilitando a sua obstrução.

Segundo Bezerra (2008), as interferências na rede de microdrenagem ocasionadas pela falta de planejamento integrado entre os diferentes órgãos responsáveis pela infraestrutura urbana obstruem as galerias causando refluxo na rede. A Figura 4 ilustra uma interferência entre a rede de esgotamento sanitário e a galeria de águas pluviais. Já a Figura 5 contempla uma interferência entre a rede de abastecimento de água e a galeria de águas pluviais.



Figura 4. Rede de esgoto de 200 mm na seção interna da galeria de microdrenagem localizada em rua da cidade de Fortaleza [CE]. Fonte: Bezerra (2008).

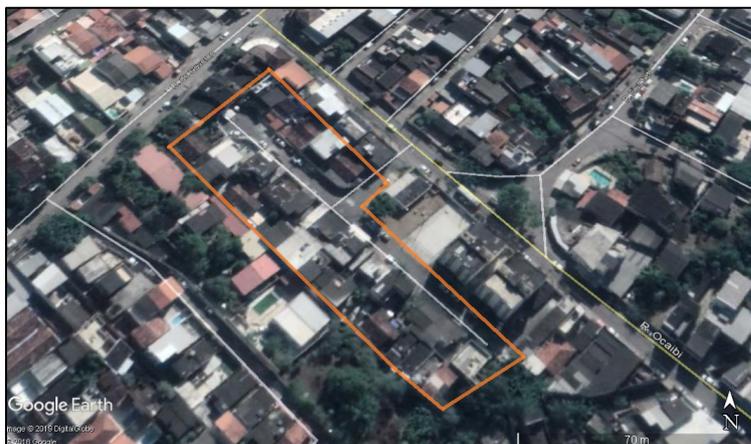


Figura 5. Adutora de 400 mm na seção interna da galeria de microdrenagem localizada em rua da cidade de Fortaleza [CE]. Fonte: Bezerra (2008).

4. Estudo de caso

Em um estudo de caso, realizou-se a análise dos cadastros das redes de esgotamento sanitário e de microdrenagem de um condomínio residencial no bairro de Realengo, no município do Rio de Janeiro, a fim de efetuar a análise hidráulica de rede de microdrenagem e também verificar uma possível interferência sobre a mesma.

4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO



A área de estudo selecionada está situada em Realengo, bairro que integra a Área de Planejamento 5 (AP5) do município do Rio de Janeiro. O local escolhido é um condomínio residencial constituído por 27 casas, localizado na Rua Ocaibi, número 563 (Figura 6).

Figura 6. Imagem aérea do local de estudo, circundado de cor laranja. Fonte: Google Earth.

A rede de esgotamento sanitário presente no condomínio foi projetada para coletar o esgoto doméstico de parte das casas do mesmo, e conduzi-lo à rede pública de esgotamento sanitário presente na Rua Ocaibi. O serviço público de esgotamento sanitário em Realengo, assim como nos outros 20 bairros da AP5, é realizado pela concessionária Zona Oeste Mais Saneamento, e é regulado e fiscalizado pela Fundação Instituto das Águas do Município do Rio de Janeiro (Rio-Águas).

A ligação da rede particular à rede pública de esgotamento sanitário é realizada pela concessionária após a análise e aprovação do seu cadastro. Já a rede de microdrenagem implantada no condomínio apresenta deságue diretamente no rio Piraquara, o qual possui trecho adjacente ao condomínio.

4.2. METODOLOGIA

Para realizar a análise hidráulica de rede de microdrenagem e a análise de possível interferência entre a rede de esgotamento sanitário e a de microdrenagem do condomínio, foram obtidos os cadastros técnicos das mesmas através do acervo técnico da Rio-Águas.

O cadastro técnico da rede de esgoto integra duas planilhas. Em uma das planilhas, há dados apenas dos poços de visita enquanto em outra há também dados específicos dos trechos das redes. As informações de ambas estão presentes nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. Nas duas Tabelas foram ocultadas apenas algumas informações, presentes na planilha original, utilizadas para controle interno dos cadastros e que não interferem na correta interpretação das redes de esgoto.

Na Tabela 2, foram ocultadas as coordenadas dos poços de visita por já terem sido apresentadas na Tabela 1. Nos cadastros das redes de esgoto, a rua do condomínio, paralela à rua Ocaibi, foi nomeada de rua “1ª Paralela”.

Tabela 1. Cadastro técnico dos poços de visita da rede de esgoto do condomínio e de parte da rede da rua Ocaibi.

Ref	Subbacia	PV / PI	PV	Rua	C_Topo	C_Fundo	Prof
MG08-828PI	MG08	PI	828	Rua Ocaibi	50,579	49,645	0,93
MG08-831PI	MG08	PI	831	Rua Ocaibi	50,457	49,28	1,18
MG08-830PV	MG08	PV	830	Rua Ocaibi	50,214	48,988	1,23
MG08-829PV	MG08	PV	829	Rua Ocaibi	50,181	48,087	2,09
MG08-701PV	MG08	PV	701	Rua Ocaibi	49,641	47,908	1,73
MG08-1836PI	MG08	PI	1836	Rua 1ª Paralela	50,719	49,064	1,66
MG08-836PV	MG08	PV	836	Rua 1ª Paralela	50,419	48,346	2,07
MG08-731PI	MG08	PI	731	Rua Ocaibi	49,325	48,314	1,01

Ref	Gi_e1	Gi_e2	Gi_s	Coord_X	Coord_Y
MG08-828PI	0	0	49,6	659692,397	7467199,69
MG08-831PI	49,3	0	49,25	659712,541	7467177,49
MG08-830PV	49	0	49	659735,195	7467153
MG08-829PV	48,04	48,75	48,04	659744,298	7467142,65
MG08-701PV	47,87	48,15	48,06	659787,88	7467094,75
MG08-1836PI	0	0	49,07	659677,352	7467158,24
MG08-836PV	48,87	48,87	48,34	659719,08	7467117,72
MG08-731PI	0	0	48,31	659820,196	7467059,59

Fonte: Adaptado do acervo técnico da Rio-Águas (2018).

Tabela 3. Compilação dos dados cadastrais da rede de microdrenagem do condomínio.

PV	Cota do terreno (m)	Cota de fundo montante (m)	Cota de fundo jusante (m)	Declividade galeria de jusante (m/m)	Comprimento galeria de jusante (m)	Diâmetro galeria de jusante (m)
3	50,531		49,501	0,0063	60,0	0,4
2	50,289	49,119	49,119	0,0069	60,0	0,4
1	49,622	48,532	48,532	0,0085	15,2	0,4
Cota de saída da galeria jusante ao PV 1 (m)		Cota de fundo (m)				
Rio		48,402			47,466	

Fonte: Autoria própria.

Para traçar a rede de esgoto, foram utilizadas as coordenadas, expostas na Tabela 1, dos poços de visita tanto da rede do condomínio quanto dos trechos da rede pública na rua Ocaibi. Os pares de coordenadas foram abertos como pontos no *software* AutoCad, através da elaboração de um *script*. Cada ponto corresponde ao centro de um PV cadastrado. Com os poços de visita localizados em planta, as redes foram traçadas com o auxílio da Figura 7.

Por não haver coordenadas dos poços de visita da rede de microdrenagem, o lançamento dessa rede, em planta, foi realizado observando visualmente a localização do primeiro PV no desenho técnico cadastrado e localizando os demais a partir do comprimento da galeria entre os poços de visita, apresentado na Tabela 3.

Além dos poços de visita cadastrados, a rede de microdrenagem possui 4 captações ligadas diretamente à galeria em dois pontos: no trecho PV3-PV2, e no trecho PV2-PV1, cada ponto ligando duas captações à galeria. Essas ligações diretas também foram representadas em planta, e para tanto foi estimado que cada ligação estaria no meio do trecho correspondente.

As redes de esgoto e de microdrenagem foram lançadas na planta disponível do local de estudo, obtida através do acervo técnico da Rio-Águas.

A Figura 8 apresenta o recorte da planta original no qual consta a área de estudo, com as redes de esgoto tanto do condomínio quanto dos trechos da rede pública situada na rua Ocaibi lançadas, bem como a rede de microdrenagem.

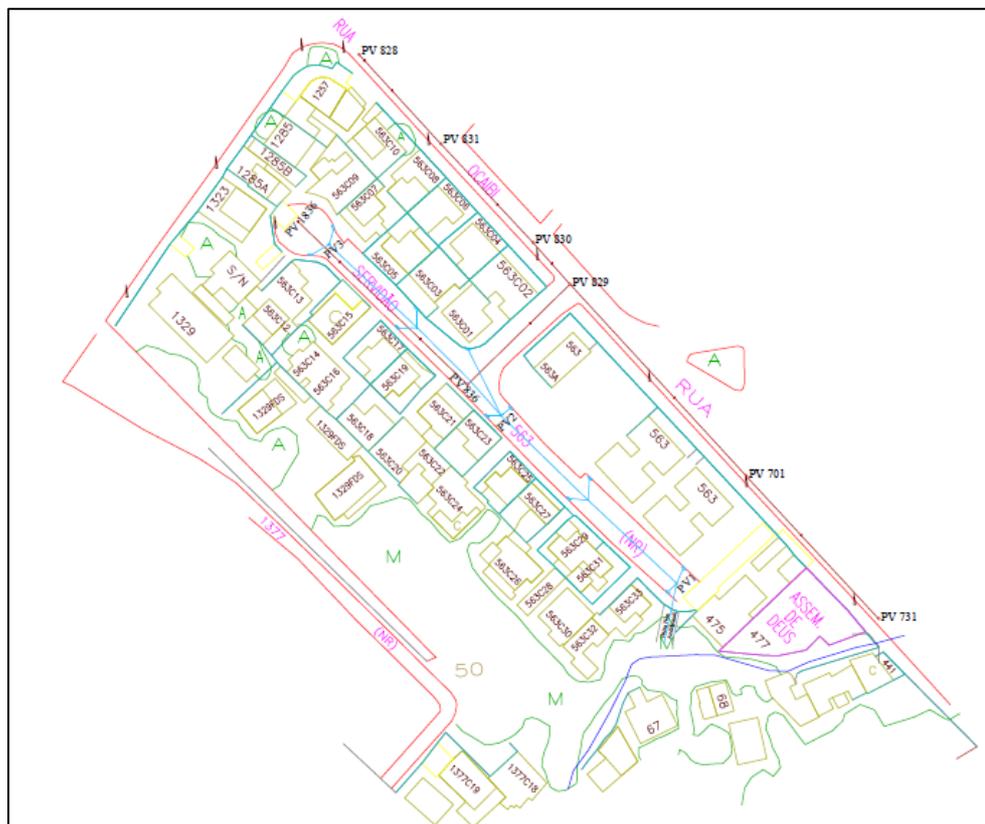


Figura 8. Planta da área de estudo com as redes de esgotamento sanitário e de microdrenagem. Fonte: Autoria própria (adaptação).

4.2.1. ANÁLISE HIDRÁULICA DA REDE DE MICRODRENAGEM

A análise da rede foi realizada a fim de avaliar a atual suficiência hidráulica da mesma, de acordo com parâmetros preconizados em Rio-Águas (2010). Foram delimitadas as bacias locais de contribuição da área de estudo. A Figura 9 apresenta o recorte da planta original no qual consta a área de estudo, com a rede de

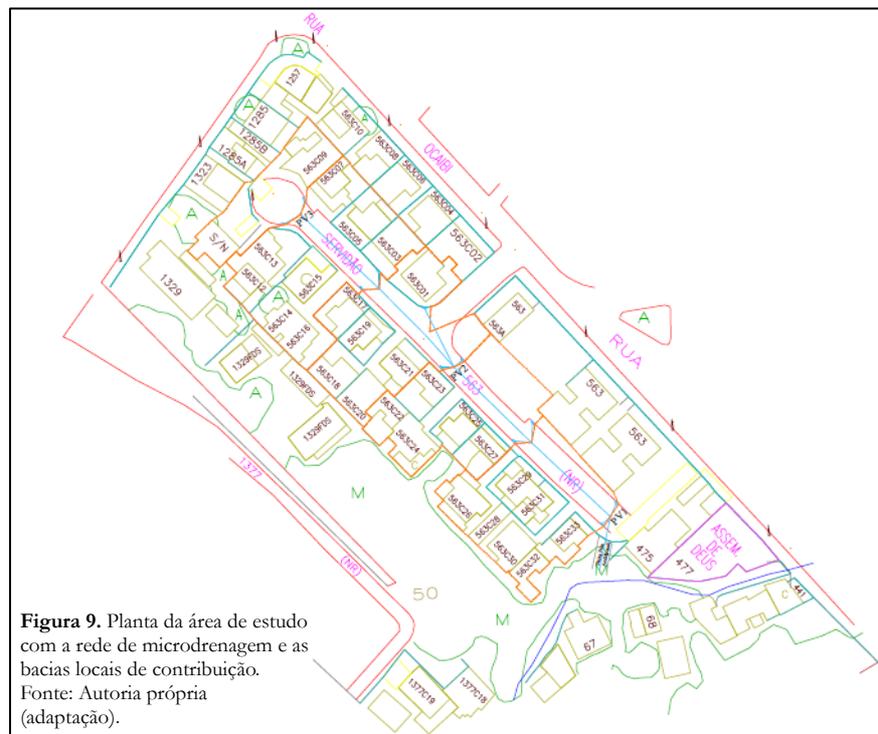


Figura 9. Planta da área de estudo com a rede de microdrenagem e as bacias locais de contribuição.
Fonte: Autoria própria (adaptação).

microdrenagem lançada e as bacias locais que contribuem para cada poço de visita, assim como para as captações ligadas diretamente na galeria.

Para elaborar a planilha foram utilizadas as informações presentes no cadastro técnico da rede de microdrenagem, relativas aos poços de visita e ao deságue da rede. Foram calculadas as cotas de terreno nos pontos onde há ligação direta das captações à galeria pluvial a partir do cálculo prévio da declividade média de greide entre os poços de visita do trecho no qual se encontra o ponto de ligação.

De forma análoga, foram calculadas as cotas de fundo, a montante e a jusante, nos pontos onde há ligação direta das captações à galeria a partir do cálculo prévio da declividade da galeria no trecho no qual se encontra o ponto de ligação.

Para o cálculo da intensidade da chuva incidente em cada bacia local, foi utilizada a equação (1) de chuvas intensas (IDF).

$$I = \frac{a \cdot TR^b}{(t_d + c)^d} \quad (1)$$

Onde:

I = intensidade da chuva (mm/h)

TR = tempo de retorno (anos)

t_d = duração da precipitação (minutos)

a, b, c, d = parâmetros característicos da IDF de cada região

No cálculo foi utilizado o tempo de retorno igual a 10 anos, de acordo com o que consta em Rio-Águas (2010) para projetos de microdrenagem, e os parâmetros característicos do pluviômetro de Realengo, apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Parâmetros característicos do pluviômetro de Realengo.

Pluviômetro	a	b	c	d
Realengo	1.164	0,14	6,96	0,769

Fonte: Adaptado de Rio-Águas (2010).

Para o cálculo da vazão escoada em cada bacia local, foi utilizado método racional modificado por Ulysses Alcântara, o qual é o modelo hidrológico utilizado pela cidade do Rio de Janeiro para o cálculo do deflúvio em bacias com até 100 hectares, segundo Rio-Águas (2010)

A equação (2) apresenta a fórmula para o cálculo da vazão por esse método.

$$Q = 0,00278 \cdot n \cdot i \cdot f \cdot A \quad (2)$$

Onde:

Q = vazão gerada (m^3/s)

n = coeficiente de distribuição

i = intensidade da chuva (mm/h)

f = coeficiente de deflúvio (Fantolli)

A = área da bacia de contribuição (ha)

A Tabela 5 apresenta os dados da planilha produzida para análise hidráulica da rede de microdrenagem.

Tabela 5. Dados da planilha elaborada para análise hidráulica da rede de microdrenagem.

PV Localização	Cotas terreno (m)	Cotas fundo montante jusante (m)	Profundidade montante jusante (m)	N.A. montante jusante (m)	Área bacia local (ha)	Coef. Imper.	Área total (ha)
3	50,531	49,501	1,03	49,60	0,063	0,80	0,063
1º ponto ligação direta	50,410	49,310	1,10	49,41	0,149	0,80	0,212
		49,310	1,10	49,50			
2	50,289	49,119	1,17	49,31	0,124	0,80	0,336
		49,119	1,17	49,34			
2º ponto ligação direta	49,956	48,826	1,13	49,04	0,117	0,80	0,453
		48,826	1,13	49,09			
1	49,622	48,532	1,09	48,80	0,126	0,80	0,579
		48,532	1,09	48,88			
Rio	48,950	48,402	0,55	48,75			

PV Localização	Coefficiente de distribuição	Tempo de concentração (min)	Intensidade pluviométrica (mm/h)	Coefficiente de deflúvio	Deflúvio local (l/s)
3	1,00	10,00	182,2	0,71	22,46
1º ponto ligação direta	1,00	10,54	177,8	0,72	52,71
2	1,00	10,94	174,8	0,72	43,44
2º ponto ligação direta	1,00	11,25	172,5	0,72	40,66
1	1,00	11,53	170,5	0,73	43,40
Rio					

Galeria de Jusante					
PV/Localização	Deflúvio a escoar (l/s)	Declividade média de greide (m/m)	Declividade da galeria (m/m)	Diâmetro da galeria (m)	Altura d'água normal (m)
3	22,46	0,0040	0,0064	0,40	0,10

1º ponto ligação direta	75,16	0,0040	0,0064	0,40	0,19
2	118,60	0,0111	0,0098	0,40	0,22
2º ponto ligação direta	159,26	0,0111	0,0098	0,40	0,26
1	202,66	0,0442	0,0086	0,40	0,34
Rio					

Galeria de Jusante					
PV/Localização	Y/D (%)	Velocidade (m/s)	Comprimento (m)	Tempo de percurso (min)	Tempo total percurso (min)
3	24	0,92	30,00	0,54	0,54
1º ponto ligação direta	47	1,25	30,00	0,40	0,94
2	54	1,64	30,00	0,30	1,25
2º ponto ligação direta	66	1,77	30,00	0,28	1,53
1	86	1,78	15,20	0,14	1,67
Rio					

Fonte: Autoria própria.

4.2.2. VERIFICAÇÃO DE POSSÍVEL INTERFERÊNCIA

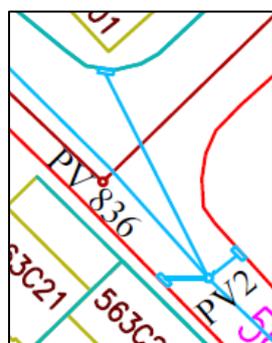


Figura 10. Detalhe da planta com o ponto de interseção entre a rede de esgoto e a rede de microdrenagem. Fonte: Autoria própria (adaptação).

Após o lançamento das redes, observou-se a existência de um ponto no qual a rede de esgoto do condomínio e a rede de microdrenagem se intersectam em planta, como mostrado no detalhe da Figura 10. Esse ponto foi então analisado para verificar a distância livre entre as tubulações no subsolo, e assim concluir se há ou não interferência entre as mesmas. Para o cálculo da distância livre entre as redes, foi necessário o cálculo da cota da geratriz superior externa da tubulação de esgoto e da cota da geratriz inferior externa da galeria de microdrenagem, no ponto analisado.

O cálculo da cota da geratriz superior externa da tubulação de esgoto foi obtido através da sua cota de fundo, que por sua vez foi calculada medindo a distância entre o ponto de interseção e o PV de montante, multiplicando o valor encontrado pela declividade do trecho, e diminuindo o resultado da cota de fundo do PV de montante. A cota da geratriz superior externa da tubulação de esgoto é igual à cota de fundo somado ao diâmetro da tubulação e à espessura da mesma, que corresponde, aproximadamente, à 5% do seu diâmetro. Para o cálculo da cota da geratriz inferior externa da galeria de microdrenagem também se calculou inicialmente a cota de fundo, medindo-se a distância entre o ponto de interseção e o primeiro ponto de ligação direta das captações à galeria, multiplicando o valor encontrado pela declividade do trecho, e diminuindo o resultado da cota de fundo no ponto de ligação direta. A cota da geratriz inferior externa da galeria foi então calculada diminuindo da sua cota de fundo no ponto de interseção o valor da espessura da galeria, que corresponde, aproximadamente, à 5% do seu diâmetro. Os valores das cotas calculadas encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6. Verificação de possível interferência entre tubulação de esgoto e galeria pluvial da área de estudo. Fonte: Autoria própria.

	Declividade (m/m)	Comprimento (m)	Cota de fundo a montante (m)	Cota de fundo na interseção (m)	Cota geratriz inferior externa (m)	Cota geratriz superior externa (m)
Galeria pluvial	0,0064	18,69	49,310	49,191	49,171	
Tubo de esgoto	0,00843	1,12	48,346	48,337		48,494

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em relação a análise hidráulica da rede de microdrenagem, podemos observar, através da planilha, que todos os trechos, exceto o trecho do deságue, atendem a profundidade mínima de 1 metro para tubos de concreto de 400 mm de diâmetro, na classe PA1, estabelecida pela Rio-Águas (2010). É importante salientar, entretanto, que a declividade calculada para o trecho a jusante do PV1, indica um terreno com declive bem acentuado, além de estar implantado fora da pista de rolamento, o que poderia explicar a pouca profundidade, igual a 0,55 m, da tubulação.

A velocidade do fluxo em todos os trechos se encontra dentro da faixa de velocidades admitida pela Rio-Águas (2010), sendo esta de 0,8 m/s a 5 m/s.

Observou-se também um pequeno remanso, ou seja, diferença entre a altura da lâmina d'água a montante e a jusante superior a 5 centímetros, tanto no primeiro ponto de ligação direta das captações à galeria, no qual essa diferença foi de 9 cm, quanto no PV1, no qual essa diferença foi de 8 cm.

Para um tempo de recorrência de 10 anos, exceto o trecho a jusante do PV1, todos os demais trechos tiveram a relação Y/D inferior a 85%, limite máximo recomendado para galerias pluviais de seção circular, conforme Rio-Águas (2010). Contudo, o valor calculado para o trecho mencionado, igual a 86%, está muito próximo ao máximo preconizado e a galeria funciona como conduto livre.

Com relação à verificação de uma possível interferência entre as redes, foi calculada a distância livre entre a galeria pluvial e a tubulação de esgoto, no ponto de interseção em planta, diminuindo o valor encontrado para a cota da geratriz superior externa do tubo de esgoto da cota da geratriz inferior externa da galeria de microdrenagem, cujos valores encontram-se na Tabela 6.

A partir desse cálculo concluiu-se que a distância livre entre as redes, no ponto de interseção, é igual a 0,68 metro, conforme desenho esquemático da Figura 11.

Portanto, não se verifica interferência entre as redes, visto que, a folga mínima entre a geratriz externa da galeria de águas pluviais e as demais redes de concessionária, deve ser igual a 0,20 m, Rio-Águas (2010).

6. Conclusão

Através do presente artigo, procurou-se discorrer sobre as possíveis interferências das redes de concessionária sobre os sistemas de microdrenagem localizados em áreas urbanas consolidadas. Como visto, tais interferências podem ocorrer, muitas vezes, pela ausência do *as built* das redes implantadas em determinada localidade.

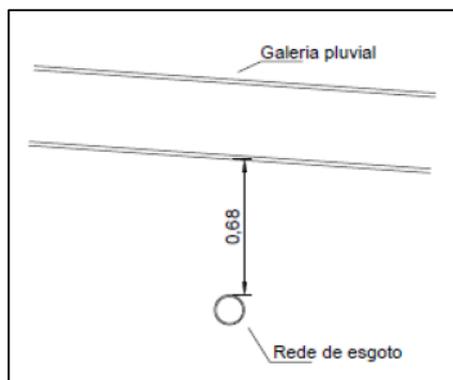


Figura 11. Desenho esquemático da galeria pluvial e da tubulação de esgoto no subsolo, no ponto de interseção em planta. Fonte: Autoria própria.

Dessa forma, torna-se imprescindível uma base integrada de cadastros técnicos fidedignos, que expressem com exatidão a disposição das redes do subsolo, para a correta elaboração de projetos executivos futuros, a fim de evitar a oneração dos projetos das novas redes e as possíveis interferências.

Como também exposto, as redes de microdrenagem que possuem interferências de outras redes de concessionárias são mais propensas a obstruções e refluxos. Sendo assim, é fundamental inspecionar as galerias de microdrenagem já implantadas, através de diagnóstico por vídeo inspeção a fim de identificar interferências, pontos de obstrução e resíduos sólidos acumulados.

Portanto, a manutenção periódica, com a retirada dos resíduos sólidos no interior das galerias, através dos equipamentos de *sewer jet* e *vac all* é de suma importância para manter o bom funcionamento das redes de microdrenagem.

No estudo de caso apresentado, buscou-se analisar hidráulicamente a rede de microdrenagem da área de estudo, assim como investigar uma possível interferência da rede de esgotamento sanitário sobre a rede de microdrenagem analisada.

A partir das análises feitas, conclui-se que a rede de microdrenagem funciona como conduto livre, para um tempo de recorrência de 10 anos e utilizando-se o posto pluviométrico de Realengo. Verifica-se que não há interferência entre a rede de esgoto e a rede de microdrenagem e recomenda-se que sejam instalados

poços de visita nos dois pontos onde as captações estão ligadas diretamente à galeria de forma a viabilizar uma manutenção adequada da rede, principalmente por ter sido verificado um pequeno remanso em um dos pontos onde as captações estão ligadas na galeria sem o poço de visita.

Como sugestão, recomenda-se a verificação do *as built* de diversas redes de concessionárias em uma área a ser analisada. Na constatação de possível interferência entre as redes de concessionárias e o sistema de microdrenagem, torna-se fundamental a inspeção das galerias através de diagnóstico por vídeo inspeção.

7. Referências

ABNT NBR 12586, de 30 de abril de 1992. Cadastro de sistema de abastecimento de água – Procedimento. São Paulo: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ABNT NBR 12587, de 30 de abril de 1992. Cadastro de sistema de esgotamento sanitário – Procedimento. São Paulo: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Bezerra, F.A.C. (2008). Interferências com o sistema de drenagem urbana e outras redes de serviços urbanos. In: V.M. Zanta (Coord), *Esgotamento sanitário: Projetos e construção de sistemas de esgotamento sanitário: guia do profissional em treinamento: nível 2*. Salvador: ReCesa.

Bonavita, G.D.O. (2018). *Microdrenagem em áreas urbanas - uma abordagem sistêmica com estudo de caso em área da cidade do rio de janeiro* (Trabalho de conclusão de curso). Escola de Engenharia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, Brasil.

Cabral, J.J.S.P, Cartaxo, A.L., Antonio, A.C.D., Borba, B.F.L, Fº & Santos, L.L. (2009). Microrreservatório de detenção em logradouro público. In: A.M. Righetto (Coord), *Manejo de Águas Pluviais Urbanas* (pp. 256 - 286) Rio de Janeiro: ABES. Recuperado de https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosab5_tema_4.pdf

Fundação Instituto das Águas do Município do Rio de Janeiro- Rio-Águas. (2010). *Intruições Técnicas para Elaboração de Estudos Hidrológicos e Dimensionamento Hidráulico de Sistemas de Drenagem Urbana*. Rio de Janeiro.

Fundação Instituto das Águas do Município do Rio de Janeiro – Rio-Águas. (2018). *Acervo Técnico*.

Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm

Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8666cons.htm

Rocco, J. (2006). *Métodos e procedimentos para a execução e o georreferenciamento de redes subterrâneas da infra-estrutura urbana* (Dissertação de Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. Recuperado de <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-19042007-162037/publico/DissertacaoJeffersonRocco.pdf>

Stuchi, E.T. (2005). *Interferências de obras de serviços de água e esgoto sobre o desempenho de pavimentos urbanos* (Dissertação de Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil. Recuperado de <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp034462.pdf>