



Alerta: Os artigos publicados nesta seção não são avaliados por pares e não são indexados. A intenção da seção ECNT é prover um espaço para divulgação de dados e estudos de interesse local, sem caráter científico. Sendo assim, a Revista Águas Subterrâneas não se responsabiliza pelo conteúdo publicado.

Disclaimer: Articles published in this section are not peer-reviewed and are not indexed. The intention of the ECNT section is to provide a space for the dissemination of data and studies of local interest, with no scientific character. Therefore, Revista Águas Subterrâneas is not responsible for this content.

Proposta de drenagem sustentável para uma municipalidade de pequeno porte – Estudo de caso

Proposal for sustainable drainage for a small municipality - Case study

Flávia Cauduro¹; Christiane Ribeiro Müller²; Gustavo Guimarães Rosa³ ✉

1 Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina.

2 Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

3 Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, Santa Catarina.

✉ flavia.cauduro@unesc.net, christiane@unesc.net, guimaraesrosag@gmail.com.

Resumo

Palavras-chave:

Infraestrutura urbana.
Manejo pluvial.
Recarga de manancial.
Estudo de caso.

A atual preocupação com relação a renovação e preservação dos recursos naturais promove estudos que relacionam a redução, reuso e reciclagem destes recursos. A Engenharia Civil, em específico o setor de Infraestrutura Urbana, tem responsabilidade pela preservação do ecossistema das áreas urbanizadas e em processo de urbanização. A urbanização deve ser realizada de forma a promover a redução do impacto ambiental e a aplicação de medidas que preservam as Áreas de Preservação Permanentes, usam adequadamente o solo, preservam os mananciais, manejam as águas pluviais e permitem a recarga das águas subterrâneas, tratam os efluentes, entre outras. Neste contexto, o objetivo deste estudo é propor um sistema de drenagem sustentável para a área central de uma municipalidade de pequeno porte. O objeto do estudo de caso tem área de 280,8 km² e foram estudados dois cenários de drenagem urbana, convencional e sustentável. O desenvolvimento considerou o emprego de medidas que preservem e reusem os recursos hídricos, reduzem a poluição difusa e promovem a recarga das águas subterrâneas. A conclusão do estudo é que ao adotar medidas sustentáveis para a drenagem urbana há a redução do coeficiente de deflúvio das áreas e da vazão pluvial lançada no sistema de drenagem. Por consequência destas reduções a metodologia adotada alcança seus objetivos.

Abstract

Keywords

Urban infrastructure.
Rain management.
Source of recharge.
Case study.

Currently the concern regarding the renewal and preservation of natural resources promotes studies that relate the reduction, reuse and recycling of these resources. Civil Engineering, specifically the Urban Infrastructure sector, has responsibility for the preservation of ecosystem of urbanized areas and in process of urbanization. Urbanization should be carried out in a way that promotes the reduction of environmental impact and the application of measures that preserve the Permanent Preservation Areas, use the areas properly, preserve the water sources, handle rainwater and allow groundwater recharge, treat effluents, among others. In this context, the aim at this study is to propose a sustainable drainage system for downtown area of a small municipality. Case study has an area of 280.8 km² and two scenarios of urban, conventional and sustainable drainage. Development has seen the use of measures that preserve and reuse water resources, reduce diffuse pollution and promote the recharge of groundwater. Concluded that when adopting sustainable measures for urban drainage there is a reduction of runoff's coefficient areas and of the rainfall released in the drainage system.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14295/ras.v33i2.29553>

1. INTRODUÇÃO

Nas regiões urbanas, sejam elas de grande, médio ou pequeno porte, são observadas alterações no comportamento pluvial e hidrológico natural. Estas alterações estão relacionadas, principalmente, ao acelerado e desordenado processo de urbanização, a ocupação irregular do solo, a alteração dos cursos da água, as sobreposições em áreas de preservação permanente (APP), descarte irregular de efluentes urbanos poluentes ao meio ambiente, entre outros (Andrade, 2014, Bastos, 2009; Samuel, 2011).

As áreas urbanas têm seu solo impermeabilizado devido a mudança da cobertura original do solo para coberturas com revestimentos cerâmicos, concretos e asfálticos. Estes revestimentos causam a redução da infiltração pluvial e, conseqüente, o aumento do escoamento superficial e da vazão de pico, aumento da poluição das águas pluviais e dos corpos receptores, e aumento dos riscos de inundações e enchentes (Alexander et al, 2013; Andrade, 2014; Bastos, 2009; Samuel, 2011; Zychowski, 2014)

A estrutura da microdrenagem urbana convencional é composta pela bacia de captação, sarjetas, bueiros, tubulações, galerias e poços de visita (Linard, 2017). O corpo receptor, normalmente, é retificado e canalizado com propósito de redução da área ocupada e arrancho urbano. Esta retificação e canalização aumentam a velocidade do fluxo fluvial e transportam as águas com maior velocidade (Bastos, 2009).

O conceito da drenagem urbana convencional, ou higienista, é retirar o esgoto pluvial das ruas e lançá-lo, o mais breve possível, para o corpo receptor mais próximo (National Disaster Education Coalition, 2004). As metodologias de drenagem foram aprimoradas ao longo dos anos e novas técnicas são adotadas com propósito de amortecer a velocidade do escoamento superficial; aumentar a infiltração; preservar o tempo e vazão de pico, reter e deter o fluxo drenado antes de ser lançado nas galerias (Linard, 2017).

No alcance destes propósitos a drenagem sustentável adota pavimentos permeáveis, valas e poços de infiltração, bacias de detenção ou retenção, dissipadores de energia, canais e rampas dentadas ou com degraus, o uso das águas pluviais em edificações familiares e nos setores industrial, pecuário e agrícola (Fernandes et al, 2008; Linard, 2017).

A realidade da infraestrutura urbana com relação ao descaso e baixos investimentos destinados a drenagem urbana justificam o estudo de técnicas de drenagem complementares e alternativas para a solução e contenção de inundações e enchentes. E o fato dos arranjos populacionais brasileiros terem em sua maioria, 64,3%, até 100.000 habitantes (IBGE, 2016) justifica a necessidade de estudos em pequenas municipalidades. Com base nisto, esta pesquisa tem o objetivo de propor um cenário sustentável para a drenagem da área central de uma municipalidade de pequeno porte.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Delimitação da Área de Estudo

O objeto de estudo compreende uma municipalidade de 26.626 habitantes com área territorial de 142,745 km², dentre o perímetro urbano e rural. O município é localizado no Sul do Estado de Santa Catarina, a 240 km da capital do Estado, Florianópolis.

A área de estudo, Figura 1, com área total de 280.781,86 m² e declividade média de 0,0156 m/m foi delimitada a partir da densidade demográfica e com auxílio do projeto planialtimétrico da cidade. A zona central da cidade tem ocupação do solo mista, entre comercial e residencial.

O fluxo da macrodrenagem central do município é da direção nordeste à sudoeste com foz em um rio local e posterior desagüe no mar.

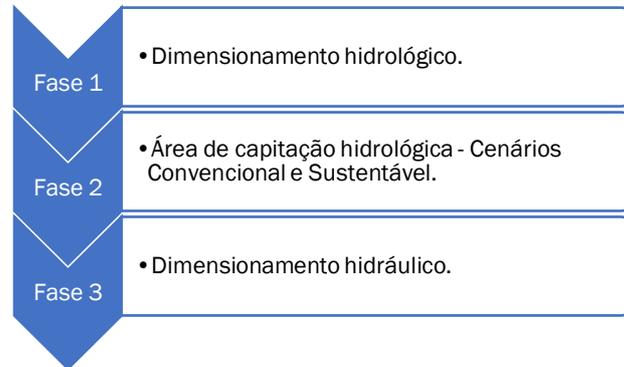
Figura 1: Área de estudo (vermelho), área de contribuição (azul) e sentido do fluxo de escoamento superficial (amarelo).



2.2. Metodologia do Estudo

O desenvolvimento deste estudo foi organizado em 3 fases, conforme o fluxo apresentado na Figura 2.

Figura 2: Fluxo das etapas do desenvolvimento do estudo.



2.2.1. Dimensionamento Hidrológico

O dimensionamento hidrológico iniciou com a definição do tempo de concentração da chuva, Equação 1, e da intensidade da chuva, Equação 2.

Os dados pluviométricos foram coletados da Estação Pluviométrica localizada na cidade do objeto do estudo e operada pela Agência Nacional de Águas - ANA.

$$tc = 57 \left(\frac{L^3}{Dh} \right)^{0,385} \quad (1)$$

Onde: tc é o tempo de concentração da chuva, em minutos; L é o comprimento do Talvegue da área de contribuição, em quilômetros; Dh é a diferença de cotas entre o ponto inicial e o final do Talvegue, em metros.

$$i = \frac{kT^m}{(tc+b)^n} \quad (2)$$

Onde: i é a intensidade média máxima da chuva, em mm/h; T é o Período de retorno da chuva, em anos; tc é o tempo de concentração da chuva, em minutos - conforme Equação 1; K , m , b e n são parâmetros da equação determinadas para o local de coleta dos dados.

Neste estudo os valores dos parâmetros de acordo com a municipalidade de estudo são $k=812,17$; $m=0,161$; $b=8,94$; e $n=0,7$, conforme Back (2013).

Conforme Tomaz (2002) o período de retorno indicado para drenagem urbana é de 10 a 25 anos, adotado neste estudo 25 anos.

A vazão de cada área foi determinada através do Método Racional, conforme Equação 3, a partir dos valores da área de contribuição, o coeficiente de deflúvio de cada cenário pré-estabelecido e a intensidade da chuva da região de estudo para o período de retorno de 25 anos, também pré-estabelecida.

$$Q=CiA \quad (3)$$

Onde: Q é a vazão máxima de escoamento, em m^3/s ; C é o coeficiente de deflúvio, adimensional; i é a intensidade média máxima da chuva, em mm/h; A é a área de contribuição da bacia, em ha.

2.2.2. Área de Capitação Hidrológica

Neste estudo foi delimitado dois cenários para o estudo de caso, conforme Tabela 1 - cenário convencional (CC) e cenário sustentável (CS).

Estes cenários têm particularidades distintas com relação ao material da cobertura da superfície urbana e do percentual de ocupação destas coberturas. Além disto, foi realizada distinção no manejo das águas pluviais entre os dois cenários.

Tabela 1: Cenários do estudo.

Cenário Convencional (CC)	Cenário Sustentável (CS)
Área não construída - brita	Área não construída - brita
Passeios - pedra ou cerâmica	Passeios - 50% paver e 50% gramado
Estacionamentos - paver	Estacionamentos - brita
Avenidas - asfalto	Avenidas - asfalto
Ruas - asfalto	Ruas - lajota sextavada
Canteiro central das avenidas - gramado	Canteiro central das avenidas - gramado
Área construída - telhado	Área construída - 80% telhado e 20% captação pluvial para uso na edificação

Os dados para determinação do coeficiente de deflúvio (C) dos cenários foram baseados nos valores da Tabela 2.

Tabela 2: Coeficientes de deflúvio - (C).

Superfície	C	Fonte
Asfalto	0,95	LEED Existing Buildings, 2009
Lajota sextavada	0,70	Manual of Practice- Design and Construction of Sanitary and Storm Sewers,1970 da ASCE in Wanielista,1997 p. 206.
Calçada c/ Paver	0,50	Wilken, 1978
Gramado plano	0,15	Manual of Practice- Design and Construction of Sanitary and Storm Sewers,1970 da ASCE in Wanielista,1997 p. 206.
Área não construída c/ Brita	0,10	Manual of Practice- Design and Construction of Sanitary and Storm Sewers,1970 da ASCE in Wanielista,1997 p. 206.
Telhado	0,85	Goldenfum e TUCCI, 1996.
Calçada c/ Pedra ou cerâmica	0,75	LEED Existing Buildings, 2009

Com base nos cenários delimitados, Tabela 1, e nos coeficientes de deflúvio (C), Tabela 2, foram determinados os coeficientes de deflúvio médio para cada cenário, conforme Tabelas 3 e 4.

Tabela 3: Coeficiente de deflúvio médio - CC.

Superfície	Área (m ²)	C	%
Terreno não construído c/ Brita	10.504,34	0,10	7,93
Calçada c/ Pedra ou cerâmica	13.213,44	0,75	9,97
Estacionamento c/ Paver	5.018,76	0,50	3,79
Avenidas c/ Asfalto	6.914,13	0,95	5,22
Ruas c/ Asfalto	10.760,81	0,95	8,12
Canteiro central das avenidas	2.768,43	0,15	2,09
Área construída (Telhado)	83.332,12	0,85	62,89
Cenário Convencional	132.512,03	0,77	100,00

Tabela 4: Coeficiente de deflúvio médio - CS.

Superfície	Área (m ²)	C	%
Terreno não construído c/ Brita	10.504,34	0,10	7,93
50% Calçada c/ Paver	6.606,72	0,50	4,99
50% Calçada c/ Gramado	6.606,72	0,15	4,99
Estacionamento c/ Brita	5.018,76	0,10	3,79
Avenidas c/ Asfalto	6.914,13	0,95	5,22
Ruas c/ Lajota sextavada	10.760,81	0,70	8,12
Canteiro central das avenidas	2.768,43	0,15	2,09
80% da área construída (Telhado)	66.665,70	0,85	50,31
20% da área construída (Telhado c/ captação pluvial)	16.666,42	0,00	12,58
Cenário Sustentável	132.512,03	0,58	100,00

2.2.3. Dimensionamento Hidráulico

O dimensionamento do sistema hidráulico foi realizado de acordo com as Leis da Hidráulica.

A determinação da velocidade e vazão da sarjeta e tubulação, e do diâmetro da tubulação foram determinados a partir da Fórmula de Manning, Equação 4 e 5, respectivamente.

$$V = \frac{1}{n} Rh^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

Onde: V é velocidade, em m/s; n é número de Manning da superfície do canal; Rh é o raio hidráulico do canal, em m; I é a declividade longitudinal do canal, em m/m.

$$Q = \frac{A}{n} Rh^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

Onde: Q é vazão, em m³/s; A é a área transversal do canal, em m²; n é número de Manning da superfície do canal; Rh é o raio hidráulico do canal, em m; I é a declividade longitudinal do canal, em m/m.

A inclinação aplicada para as tubulações foi determinada com base na declividade do terreno. Nas ruas que não alcançou a velocidade mínima indicada para águas pluviais, 0,75m/s (Azevedo Neto, 1998), a declividade da tubulação foi aumentada para atingir a velocidade mínima.

Segundo Neves (1989) a máxima velocidade indicada para tubulações de concreto é 6,00 m/s. Tal velocidade não ocorreu em nenhuma rua do dimensionamento.

O dimensionamento foi realizado com auxílio do software Excel-Pacote Office 2016.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para facilitar a explicação e compreensão dos resultados, os mesmos serão apresentados em tabelas segmentadas.

A Tabela 5 apresenta os resultados com relação a vazão pluvial da área de estudo. A vazão total da área de estudo é 5,3826 m³/s.

Tabela 5: Vazão pluvial.

Vazão pluvial	CC	CS
Lançada na drenagem	3,8499 m ³ /s	2,7400 m ³ /s
Absorvida na área	1,5327 m ³ /s	2,6427 m ³ /s

No CC 3,8499 m³/s, ou 71,52%, das chuvas que precipitam nesta área, irão escoar pela superfície da área, serão captadas pela drenagem pluvial e direcionadas ao corpo receptor.

As águas que escoam na superfície, por vezes, são contaminadas pela poluição difusa e esgotamento sanitário, e são desaguadas pelo sistema de drenagem, na maioria das vezes sem tratamento, nos mananciais superficiais (Samuel, 2011; Alexander et al, 2013).

A Tabela 5 mostra que no CC 28,48% da vazão pluvial irá ser absorvida na área precipitada através da infiltração pluvial no material de cobertura da área.

No CS 2,6427 m³/s, 49,1%, da vazão pluvial infiltrará na área de estudo ou será utilizada nos fins não potáveis das edificações. Ou seja, quase 50% da chuva não será lançada na drenagem pluvial, isto promove a redução da possibilidade de contaminação das águas, redução da vazão de pico e da probabilidade de ocorrer inundações ou enchentes.

Além disto, as águas que chegam a um manancial através da infiltração/percolação no solo, ao invés do lançamento direto em rios, lagos e mares; têm menor probabilidade de contaminação do corpo receptor, pois o solo atua como filtro das águas e bloqueia os contaminantes durante a percolação até o manancial subterrâneo (Alexander et al, 2013, Zychowski, 2014).

A diferença entre as vazões lançadas no sistema de drenagem pluvial de cada cenário promove alterações na quantidade de bueiro, no diâmetro das tubulações e, por consequência, nas velocidades máximas e mínimas que ocorrem nas sarjetas e nas tubulações.

Com relação ao número de bueiros necessários em cada cenário. O dimensionamento apresentou que o CC necessitará de 84 unidades e o CS 58 unidades. As medidas aplicadas para a drenagem sustentável reduziram 26 unidades de bueiro, o que representa economia na execução do sistema de 30,95%.

No total são 1.930 metros de drenos de concreto assentados. Os diâmetros variam entre 400 e 1.300 mm. Na Tabela 6, as medidas sustentáveis de drenagem mostram o aumento da quantidade de tubos de menores diâmetros, 400 e 500 mm, e a redução do quantitativo de tubos de diâmetros maiores.

Tabela 6: Quantitativo de dreno de concreto, em metros.

DN (mm)	400	500	600	700	800	900	1100	1300
CC	165	746	560	167	120	110	ND	62
CS	390	970	278	120	110	ND	62	ND
%	236,4	130,0	-50,4	-28,1	-8,3	-100	100	-100

O diâmetro de 400 mm, por exemplo, teve aumento em 236,4% da quantidade requerida no CS, quando comparado ao CC. O maior diâmetro requerido no CS foi de 1.100 mm, enquanto que no CC foi de 1.300 mm.

A velocidade do fluxo é influenciada com a alteração da vazão e do diâmetro das tubulações. Portanto, a alteração do cenário acarreta alterações das velocidades do fluxo no sistema.

As velocidades máximas do fluxo, Tabela 7, tenderam a ser menor no CS, exceto na sarjeta da avenida. Na avenida, a redução do número de bueiros necessários para engolir o fluxo da sarjeta provocou o aumento da velocidade máxima no CS.

Tabela 7: Velocidades máximas do fluxo pluvial.

Velocidade Máxima	CC	CS
Sarjeta (Avenidas)	1,2327 m/s	1,3367 m/s
Sarjeta (Ruas)	1,0978 m/s	0,8099 m/s
Tubulação	4,1965 m/s	3,8795 m/s

A velocidade mínima na sarjeta foi 0,75 m/s nos dois cenários, conforme recomendação bibliográfica. A velocidade mínima na tubulação foi 1,64 m/s no CC e 1,40 m/s no CS.

A redução da velocidade, observada de modo geral no dimensionamento, é benéfica ao sistema. Velocidades menores retardam a chegada do fluxo pluvial no corpo receptor, mantem a vazão de pico baixa e com tempo de concentração maior, como consequência há redução das ocorrências de inundações e enchentes.

Velocidades reduzidas aumentam a vida útil do sistema, pois reduzem erosões e atritos ao conjunto. E há maior segurança para os pedestres que trafegam nestas situações.

4. CONCLUSÕES

Este estudo de caso, com objetivo de propor um cenário de drenagem sustentável para uma municipalidade de pequeno porte do Estado de Santa Catarina, obteve resultados positivos com o uso do método e mostrou ser possível o emprego de sistemas sustentáveis para a drenagem pluvial.

O método do estudo foi baseado na escolha de coberturas com materiais permeáveis. Isto resultou na redução do coeficiente de deflúvio médio das áreas em 25%.

Os materiais aplicados no CS promoveram a infiltração de 49,1% da vazão pluvial.

A redução da demanda enviada ao sistema promoveu a redução de 26 unidades de bueiros ou 30,95% do total de bueiros utilizados no CC. Aumentou a quantidade de drenos de menores diâmetros, 400 e 500 mm; reduziu a quantidade requerida para os maiores diâmetros; e o maior diâmetro utilizado foi reduzido em 200 mm.

As velocidades máximas tenderam a ser menores e, assim, promover benefícios a vida útil do sistema e vazão de pico, segurança ao sistema e usuários, e redução da probabilidade de ocorrência de inundações e enchentes.

O uso da água pluvial nas edificações promoveu a redução da vazão enviada ao sistema de drenagem em 0,68 m³/s. Esta medida, reduz a demanda requerida do sistema de drenagem, promove o uso sustentável das águas pluviais e reduz o consumo de água potável para fins menos nobres.

Por fim, para perfeita execução e funcionamento desta proposta de drenagem sustentável. Não podem ser esquecidas as políticas públicas, Código de Obras e Plano Diretor da municipalidade que irá aplicar esta metodologia. Os órgãos e diretrizes do município devem estar harmonizados para garantir o sucesso do método.

REFERÊNCIAS

Alexander, C.; Ishikawa, S.; Silverstein, M. *Uma linguagem de padrões: a pattern language*. Tradução: Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2013.

American Society of Civil Engineers. *Design and construction of urban stormwater management systems*. Disponível em: <https://www.waterboards.ca.gov/rwqcb4/water_issues/programs/stormwater/municipal/AdminRecordOrder-NoR4_2012_0175/2001LAMS4_AR/Items%20532%20to%20553_reduced.pdf>. Acesso em: 15 out. 2018

Andrade, L. M. S. *Conexão dos padrões espaciais dos ecossistemas urbanos: a construção de um método com enfoque transdisciplinar para o processo de desenho urbano sensível à água no nível da comunidade e da paisagem*. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de Brasília. Brasília, 2014.

Back, Á.J. *Chuvvas intensas e chuva para o dimensionamento de estruturas de drenagem para o estado de Santa Catarina*. (Com programa HidroChuSC para cálculos). Florianópolis: Epagri, 2013. 193p.

Bastos, Patrícia Covre. *Efeitos da Urbanização sobre Vazões de Pico de Enchente*. Dissertação (mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2009.

BBC. *Mortos por enchente na Argentina sobem para 35*. 2013. Disponível em: <http://www.bbc.com/portuguese/ultimas_noticias/2013/04/130403_argentina_enchente_fn_rn>. Acesso em: 01 mai. 2018.

Fernandes, Marília; Kobayashi, Fabiana Y.; Faggion, Flávio H. M.; Bosco, Lara M. Del. *Drenagem Urbana Sustentável*. PHD 2537 - Água em Ambientes Urbanos. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2008. p. 8.

Florida Department of Transportation. *Drainage Manual*. Drainage manual. 2002. Disponível em: <<http://www.fdot.gov/roadway/drainage/files/drainagemanual.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2018.

Goldenfum, J.A. E Tucci, C.E.M. *Hidrologia de águas superficiais*. Brasília, DF: ABEAS; Viçosa, MG: UFV, Departamento de Engenharia Agrícola, 1996. 128p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Arranjos Populacionais e Concentrações Urbanas do Brasil*. Rio de Janeiro-RJ. 2a ed. IBGE, 2016.

Linard, Pedro Arthur Ribeiro Gomes. *Drenagem compensatória e sua aplicação em uma área da UFRN*. 2017. 71 f. Monografia (Bacharel

em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

Samuel, P. R. S. *Alternativas sustentáveis de tratamento de esgotos sanitários urbanos, através de sistemas descentralizados, para municípios de pequeno porte*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

Souza, Franciele Schmitz. *Análise histórica de inundação no município de Tubarão – Santa Catarina*. 2017. 83 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão.

Talking About Disaster: *Guide for Standard Messages*. Produced by the National Disaster Education Coalition, Washington, D.C., 2004.

Tomaz, P. *Cálculos Hidrológicos e Hidráulicos para Obras Municipais: Piscinões, Galerias, Bueiros, Canais. Métodos SCS*, Denver, Santa Bárbara, Racional, TR-55. São Paulo: Editora Navegar, 2002.

U.S. Green Building Council. *Leed 2009 for existing buildings operations and maintenance*. 2014. Disponível em: <<https://www.usgbc.org/resources/leed-new-construction-v2009-current-version>>. Acesso em: 16 out. 2018

Zychowski J. *Impact of cemeteries on groundwater bacteriological content*. An assessment based on the literature review. IGU Regional Conference, Kraków, Poland. 18-22 August 2014.

Wilken, p. S. (1978). *Engenharia de drenagem superficial*. São Paulo: CETESB p 477.