

# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

## **UTILIZAÇÃO DE INDICADORES FÍSICOS ASSOCIADOS A SISTEMA DE MICRODRENAGEM**

**Fernanda Kelley da Silva<sup>(1)</sup>; Leopoldo Uberto Ribeiro Junior<sup>(2)</sup>**

<sup>(1)</sup> Estudante; FEPI (Fundação de Ensino e Pesquisa de Itajubá); Itajubá – Minas Gerais; fernandakelley678@yahoo.com.br; Tel: (35)9 9714-3232; Endereço: Rua Francisca Rocha Faria, 259, apto 102- Bairro Varginha; <sup>(2)</sup> Professor pesquisador; FEPI (Fundação de Ensino e Pesquisa de Itajubá); Itajubá – Minas Gerais; leopoldo\_junior@yahoo.com.br; Tel: (35)3629-8400; Endereço: Rua Doutor Antônio Braga Filho, 687- Bairro Varginha.

**Eixo temático:** Gerenciamento de Recursos Hídricos e Energéticos

**RESUMO** – O objetivo desse estudo foi analisar as estruturas hidráulicas de um sistema de micro drenagem, padronizar algumas estruturas e conseqüentemente verificar se os mesmos estavam tendo eficiência hidráulica adequada. Várias referências bibliográficas foram estudadas, onde escolheu-se as melhores práticas a respeito de micro drenagem. A opção escolhida para fazer esse estudo foi através de comparações das estruturas hidráulicas entre si, que apresentou os determinadas defeitos e características do sistema. A relação entre os itens detectou pontos de falhas de suporte de vazão o que foi reforçado no desenvolvimento dos indicadores físicos. Essa bibliografia documenta os pontos de erros e acertos do sistema e relaciona a opção da tentativa de padronização dos sistemas de micro drenagem, onde os mesmos não possuem normas que os rege.

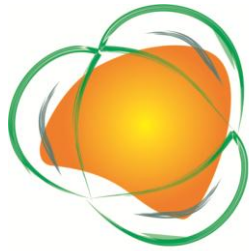
**Palavras-chave:** Itajubá. Drenagem urbana. Vazão.

**ABSTRACT** – Objective this study was to analyze the hydraulic structures of microdrainaging, standardize some structures and consequently verify if they were being efficient. Many bibliographic sources were studied from where it was chosen the best practices regarding the microdrainaging. The option to lead this study has been chosen through de comparisons among hydraulic structures, with the following failures and characteristics: the interrelation among the systems detected points of failure to bear the outflow, as testified by the development of the physical indicators. This bibliography documents the points of failure and positive points of the system and relates the attempt of standardizing the systems of microdrainaging, since there are no rules to establish them.

**Key words:** Itajubá. Urban drainaging. Outflow.

### **Introdução**

O sistema de micro drenagem é responsável pela captação e transporte das águas que caem e escoam pelas áreas públicas até o corpo da macrodrenagem. Sendo formado pelas: Galerias, poços de visita, bocas de lobo, sarjetas entre outros. (MOUTINHO, 2011)



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Trabalhar com micro drenagem ou até mesmo estudar a respeito exige um certo desafio, afinal sabe-se que o mesmo não possui normas que o rege, é o que (TOMAZ, 2010) diz “Uma das grandes dificuldades de se escrever sobre micro drenagem no Brasil, é que até o momento não temos normas da ABNT. As cidades, Estados, órgãos públicos, empreendedores adotam critérios muito diferentes um dos outros, sendo difícil e até impossível de se fazer uma padronização”. Assim o resultado da falta de padronização gera outros problemas, como são os casos das enchentes. A reportagem Globo (2014) mostra “Em meio à crise de falta d’água, cidades da grande São Paulo tem enchentes após temporal”. Esse problema de enchentes pode-se estar diretamente ligado com a falta de padronização, onde um problema vai encarretando a demais problemas.

Com isso, padronizar o sistema de micro drenagem pode ser fator para amenizar os problemas, a serem abordados neste trabalho, padronizando algumas estruturas hidráulicas, verificando seus locais de falhas e identificando alternativas para solução do mesmo, sendo esse o objetivo principal.

Assim é de mera importância dar-se início a padronização dos sistemas hidráulicos, pois sem regras e normas, fica difícil dizer ao certo e errado, e mais difícil ainda se ter uma homogeneização de micro drenagem, onde esse aspecto traz benéficos acontecimento: diminuição com gastos de impacto ambiental causados pelas enchentes, diminuição de doenças contraídas por águas contaminadas de doenças, avanço produtivo da população pelo fato da ausência de reconstrução causado pelas enchentes entre outros.

Por fim esse trabalho através de pesquisas bibliográficas desenvolve alguns aspectos da micro drenagem como: desde a vazão de projeto até a vazão suporte de uma boca de lobo, fatores esses que serão destrinchados no decorrer do estudo.

## **Material e Métodos**

### **Método Racional**

De acordo com Fernandes (2002) as obras de micro drenagem no Brasil e em toda parte ocidental é empregada pelo método racional, ele é muito útil por trazer resultados bastante aceitáveis para o estudo de pequenas bacias, como é o caso de uma determinada rua. O método racional relaciona as principais características de uma bacia, tais como área, permeabilidade, forma, etc, sendo a vazão de dimensionamento calculada pela fórmula:

$$Q = 166,67 * C * I * A$$

Onde:

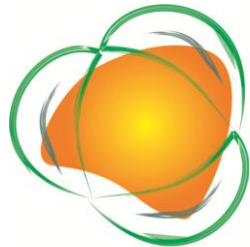
Q= vazão (m<sup>3</sup>/s)

C=coeficiente de escoamento superficial

I=intensidade de chuva (mm/h)

A=área da bacia de contribuição (m<sup>2</sup>)

encontrou-se a vazão de escoamento assemelhando a realidade presente em nossas pavimentações, onde essa vazão para o estudo de caso é resultante somente da área de influência da rua, onde engloba também suas respectivas



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

calçadas. Analisou-se a realidade vivenciada nas pavimentações e observou-se que são inúmeros tipos de cobertura, o qual está diretamente ligado ao escoamento superficial, tendo assim uma grande variedade de coeficiente de escoamento superficial. Com isso foi nosso intuito não padronizar apenas um tipo de cobertura, e sim analisar as vazões provenientes de um intervalo de coeficiente de escoamento superficial, observando seus diferentes picos de vazões e englobando os melhores casos. Para isso encontramos vários coeficientes, partindo desde o paralelepípedo com maior taxa de infiltração e mais usado, até o concreto com uma taxa de infiltração muito pequena, como recomenda-se a Tabela 1 (ARAÚJO; TUCCI; GOLDENFUM, 2000). Assim utilizou-se então o C variando entre 0,60 a 0,95.

Tabela 1. Resultado das simulações de chuva nas superfícies simuladas.

	<b>Solo compactado</b>	<b>Concreto</b>	<b>Bloco de Concreto</b>	<b>Paralelepípedo</b>	<b>Concreto poroso</b>	<b>Blocos vazados</b>
<b>Data</b>	03/06/1998	28/10/1998	29/07/1998	13/10/1998	13/04/1999	27/01/1999
<b>Hora inicio</b>	14h06min	15h15min	15h20min	11h20min	14h55min	10h08min
<b>Intensidade simulada (mm/h)</b>	112	110	116	110	120	110
<b>Chuva total (mm)</b>	18,66	18,33	19,33	18,33	20	18,33
<b>Escoamento total (mm)</b>	12,32	17,45	15	10,99	0,01	0,5
<b>Coeficiente de escoamento</b>	0,66	0,95	0,78	0,6	0,005	0,03
<b>Umidade inicial do solo (cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>)</b>	32,81	32,73	32,71	32,72	0,329	32,24

Fonte: ARAÚJO; TUCCI; GOLDENFUM, 2000.

Já referente a intensidade de chuva a formula que caracteriza segundo Ramos e Azevedo (2010) é:

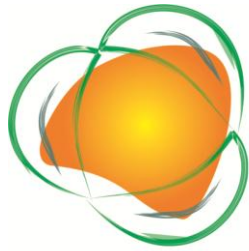
$$i = \frac{a \cdot T^b}{(t+c)^d}$$

i=intensidade de chuva (mm/h);

T=período de retorno (Anos);

t=duração da chuva (minutos);

a,b,c,d; parâmetros relativos a localidade.



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Para esse estudo referente a intensidade de chuva adotamos a cidade de Itajubá-MG. Assim através do PLUVIO conseguimos captar os seguintes valores:

a=1192,985;                      c=11,302;  
b=0,171;                         d=0,85.

Assim como a finalidade desse tópico é encontrar a vazão da rua, optou-se então por adotar uma rua padrão de 100m de comprimento, tendo uma declividade entre 0,5% à 10% é o que diz Paulo (2005). Nesse caso como o método racional necessita da área de drenagem, optou-se por escolher as dimensões de uma rua através do Plano urbanístico de Itajubá (ITAJUBÁ, 2015), onde a largura mínima de uma rua em uso predominante residencial é de 12 metros que gera uma área de drenagem de 0,0012km<sup>2</sup>, porém como todas as ruas tem-se uma declividade transversal, nos cálculos considerados essa mesma área foi dividida por dois.

Por fim através de levantamento dessas equações mostradas, consegue-se ter a vazão de uma rua através do método racional alternando sua declividade longitudinal e coeficiente de escoamento superficial, onde relacionam todas as vazões possíveis para o sistema escolhido.

### **Elementos de micro drenagem**

O sistema de micro drenagem é formado por: Galerias, Poço de visita, Trechos, Bocas de lobo, tubos de ligação, meios – fios, sarjetas, sarjetões, condutos forçados e estações de bombeamento (FERNANDES, 2007), porém nesse trabalho foi dimensionado somente sarjetas e bocas de lobo (Com grelha e simples).

### **Critérios para dimensionamento**

Sarjeta – A vazão direcionada para a sarjeta é tratada como escoamento livre. No Brasil o dimensionamento de conduto livre é caracterizado pela fórmula de Manning de 1891 (TOMAZ, 2010), dado pela seguinte equação:

$$Q = \frac{\sqrt{I} * A * Rh^{\frac{2}{3}}}{n} * 1000$$

Q=vazão suporte da sarjeta (l/s);

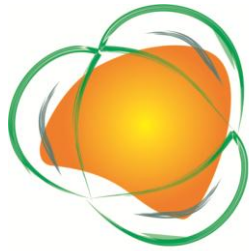
I=declividade longitudinal da rua (m/m);

A=Área da sarjeta (m<sup>2</sup>);

Rh= Raio hidráulico – Área/ Perímetro molhado (m);

N= coeficiente de rugosidade de manning.

Em relação a declividade longitudinal da rua, como citado anteriormente escolheu-se 0,5% a 10%. Já em relação da área da sarjeta, Tomaz (2010) diz que “No Brasil adotam-se a altura de 0,13m” para sarjeta e a largura de 0,45 m. No que diz respeito a rugosidade do canal, no Brasil as sarjetas são geralmente feitas de concreto pelo fato de ter um escoamento superficial maior, onde o principal objetivo desse sistema é direcionar toda água pluvial para as bocas de lobo, assim coeficiente de rugosidade adotado foi n=0,016. Assim após os cálculos acima serem realizados, encontrou-se a vazão suporte da sarjeta, porém sendo que a mesma será variável a medida que a declividade aumente.



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Boca de lobo simples e com grelha – De acordo com Lima (2007) as bocas de lobo são responsáveis por captar as águas derivadas das sarjetas, onde são as únicas responsáveis pela conexão desses dispositivos de drenagem a rede de galerias pluviais subterrâneas, com isso ainda de acordo com Lima (2007) a boca de lobo simples funciona como vertedouro e sua capacidade de captação é definida:

$$Q = L * 1,703 * y^{\frac{3}{2}} * 1000$$

Q= Vazão Máxima captada pela boca de lobo (l/s);

L= comprimento da altura na guia (m);

Y= altura da lamina d'água (m).

Hiroshi (2003) diz referente a boca de lobo simples onde o L=1,00 metro, porém também diz que a capacidade de captação da mesma equivale a 50l/s. Já a lamina de água adotou-se 0,10m pois essa altura deve ser inferior a altura do meio-fio que vem a ser de 0,15m. Mas decorrente ao resultado da expressão, verificou-se que a vazão ultrapassa de 50l/s, com isso reduziu-se o comprimento da boca de lobo para 0,80m, onde assim satisfaz a capacidade de vazão.

Lima (2007) nos diz mais ainda a boca de lobo com grelha possuindo lamina d'água de até 12 cm (que é o caso), funciona também como vertedouro e sua capacidade de captação é dado pela expressão:

$$Q = P * 1,655 * y^{\frac{3}{2}} * 1000$$

Onde:

Q= vazão máxima a ser captada pela boca de lobo com grelha (l/s);

P= perímetro da abertura da grelha, desconsiderando as barras internas e os lados que a água não entra (metros);

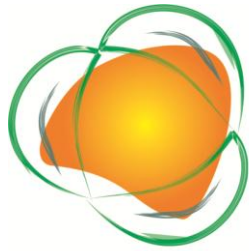
Y= a altura da lamina d'água (metros).

Para identificar o perímetro da boca de lobo com grelha, segundo Urbana (2011), o perímetro útil da boca de lobo com grelha vem a ser o somatório de todo vão livre da grelha. Assim o perímetro total da grelha é 2,02 metros e a altura de lamina d'água continua a mesma da boca de lobo simples de 0,10m.

## **Resultados e Discussão**

Mediante a ocorrência de uma precipitação, a água pluvial entra primeiramente em contato com as ruas e tem seu direcionamento em função da topografia do terreno, ocasionando vazões de projeto, que estão associados a diferentes declividades, coeficiente de escoamento superficial, tempo de concentração e tempo de retorno.

A vazão de projeto deve ser direcionada para as sarjetas, onde a capacidade suporte da sarjeta, definida pela formula de Manning, deve então conduzir o fluxo para as bocas de lobo. Contudo, a capacidade suporte da sarjeta necessita obrigatoriamente, suportar toda vazão proveniente das ruas para não ter a presença de alagamentos, conforme Gráfico 1.



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

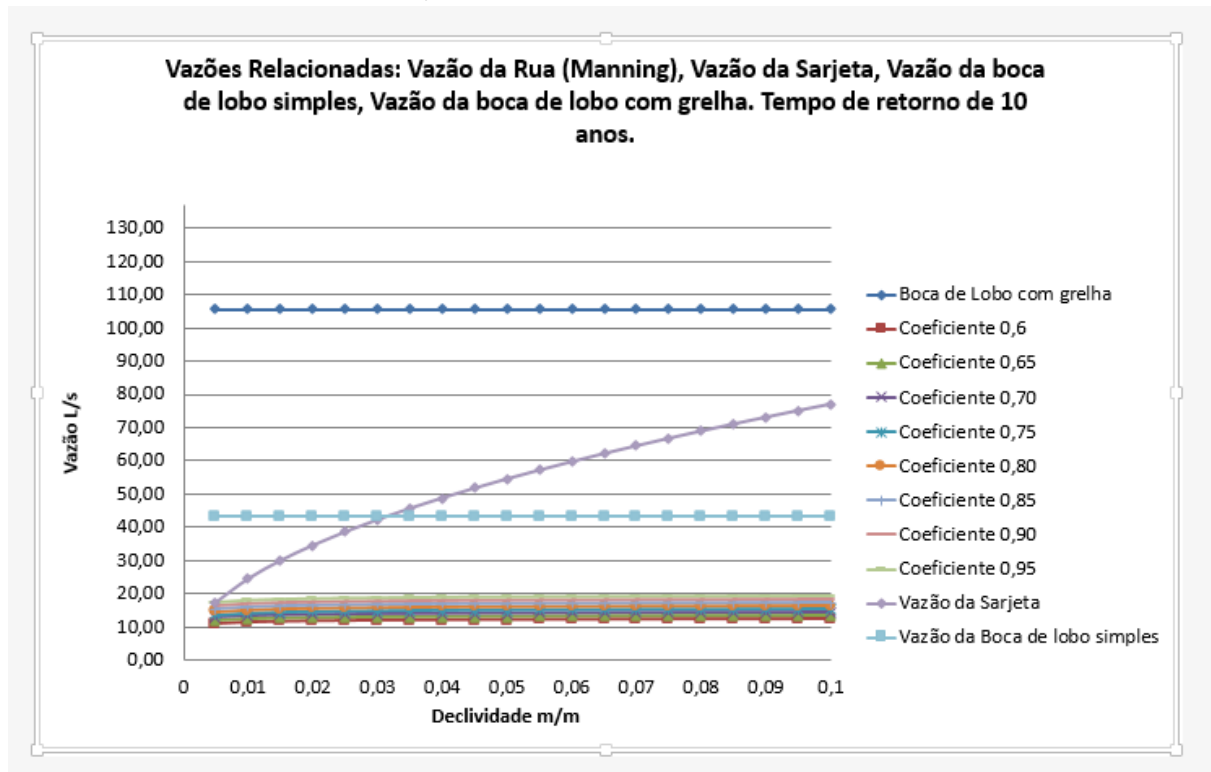


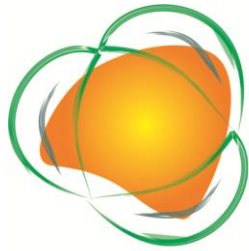
Gráfico 1 - Comparativo entre vazão da rua, sarjeta e boca de lobo.

Fonte: Próprio autor.

Nesse estudo de vazão usou-se o tempo de retorno de 10 anos. As vazões calculadas mostram que a sarjeta é capaz de suportar a vazão proveniente da rua mesmo com os diversos coeficientes de escoamento superficial e as diversas declividades, exceto no coeficiente de 0,95 com declividade inicial. Nesse ponto a sarjeta não foi capaz de suportar essa vazão. Então para o tipo de sarjeta padronizada o correto seria usar coeficiente de escoamento superficial inferior a 0,95 ou eliminar o tipo de pavimentação de concreto. Assim ao usar-se o concreto como cobertura de pavimentação e tendo uma declividade de 0,005m/m a sarjeta irá passar por pontos de alagamentos. Analisando o gráfico, observa que a boca de lobo com grelha é a única que consegue suportar a vazão totalmente da sarjeta. Já a boca de lobo simples consegue suportar a vazão das sarjetas até 3% de declividade. Vale lembrar que essas vazões são referentes a apenas uma boca de lobo, o que justifica o problema da boca de lobo simples, que talvez usando mais de uma boca de lobo a vazão da sarjeta seja suportada pelas bocas de lobo.

## Conclusões

A falta de padronização das estruturas de micro drenagem causa uma grande lacuna no dimensionamento correto dos mesmos, pois fica a critério do projetista atender as especificidades. Deste modo, a adoção de indicadores físicos, pode ser uma ferramenta de auxílio a tomada de decisão para estudos de pré-



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

dimensionamento. Neste estudo, puderam ser identificados pontos onde ocorreram a não eficiência hidráulica. Deste modo, ao padronizar algumas estruturas hidráulicas, observa-se que o tipo de sarjeta associadas a certas declividades não podem receber o escoamento de todos os tipos de pavimentos, pelo fato de produzirem altas vazões. Em relação a boca de lobo pode-se concluir que as que possuem com grelha são mais eficientes quando associados a declividade longitudinal maiores.

## **Agradecimentos**

Em especial ao professor Leopoldo Junior, pela orientação, pelo aprendizado e apoio, FAPEMIG pela bolsa de Iniciação Científica concedida ao primeiro autor e também a instituição FEPI pelo incentivo.

## **Referências**

ARAÚJO, P. R de; TUCCI, C.E. M.; GOLDENFUM, Joel A. Avaliação da Eficiência dos pavimentos permeáveis na redução de escoamento superficial. 2000. Disponível em: <<http://rhama.net/download/artigos/artigo10.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2016.

FERNANDES, C. 2002. Micro drenagem- Um estudo Inicial. Disponível em: <<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/Dren03.html>>. Acesso em: 20 abr. 2016.

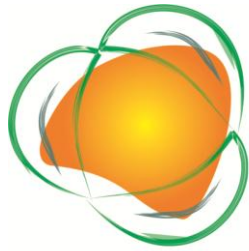
FERNANDES, R. de O. Introdução a drenagem urbana MICRODRENAGEM. Crato - Ce: Slide, 2007. 32 slides, color. Disponível em: <<http://wiki.urca.br/dcc/lib/exe/fetch.php?media=drenagem-urbana-microdrenagem.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2016.

GLOBO Tv. Em meio a crise de falta d'água, cidades da grande São Paulo tem enchentes após temporal. O Globo. São Paulo, p. 1-1. 03 nov. 2014. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/brasil/em-meio-crise-de-falta-dagua-cidades-da-grande-sao-paulo-tem-enchentes-apos-temporal-14451392>>. Acesso em: 21 abr. 2016.

HIROSHI. Hidrologia e drenagem. 2003. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/979203/1-apostila-hidrologiae-drenagem>>. Acesso em: 21 abr. 2016.

ITAJUBÁ, Prefeitura Municipal de. Revisão da Legislação Urbanística: Itajubá, 2015. Color. Disponível em: <[http://diariooficial.itajuba.mg.gov.br/upload/APRESENTACAO\\_AUDIENCIA\\_PD\\_MAR\\_2015.pdf](http://diariooficial.itajuba.mg.gov.br/upload/APRESENTACAO_AUDIENCIA_PD_MAR_2015.pdf)>. Acesso em: 20 abr. 2016.

LIMA, J. G. de A. Investigações Experimentais da eficiência hidráulica em bocas-de-lobo em greide continuo. 2007. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007. Cap. 7. Disponível em: <[http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/REPA-7BSFMS/jos\\_\\_geraldode\\_ara\\_jo\\_lima.pdf?sequence=1](http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/REPA-7BSFMS/jos__geraldode_ara_jo_lima.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 22 abr. 2016.



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

MOUTINHO, V. de M. Avaliação e Reabilitação de rede de microdrenagem. 2011. 157 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Recursos Hídricos e Meio Ambiente, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10003658.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2016.

PAULO, . Secretaria de Habitação da Cidade de São. Diretrizes para aceitação de projetos para a "agência". São Paulo: S/n, 2005. 21 p. Disponível em: <[http://www.habitacao.sp.gov.br/casapaulista/downloads/dados\\_tecnicos/modulo\\_2/anexo\\_p1\\_diretrizes\\_aceitacao\\_projetos\\_cp.pdf](http://www.habitacao.sp.gov.br/casapaulista/downloads/dados_tecnicos/modulo_2/anexo_p1_diretrizes_aceitacao_projetos_cp.pdf)>. Acesso em: 22 abr. 2016.

PLUVIO - Chuvas intensas para o Brasil – Versão 2.1, 2006. Disponível em: <<http://www.gprh.ufv.br/?area=softwares>>. Acesso em: 06 fev. 2016.

RAMOS, A. M.; AZEVEDO, J. R. G. de. Equação de chuvas intensas para a cidade de Recife- Pernambuco. Recife, 2010 28 slides, color. Disponível em: <[http://www.acquacon.com.br/xsrhn/palestras/14.15hrs\\_pap004458-\(joseroberto\).pdf](http://www.acquacon.com.br/xsrhn/palestras/14.15hrs_pap004458-(joseroberto).pdf)>. Acesso em: 22 abr. 2016.

TOMAZ, P. Microdrenagem. In: TOMAZ, P. Curso Manejo das águas pluviais. Guarulhos: S/n, 2010. Cap. 5, p. 100. Disponível em: <[http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livro\\_calculos/capitulo05.pdf](http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livro_calculos/capitulo05.pdf)>. Acesso em: 21 abr. 2016.

URBANA, Infraestrutura. Como planejar o posicionamento das bocas de lobo em vias públicas. 2011. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/8/2-bocas-de-lobo-como-planejar-o-posicionamento-das-239376-1.aspx>>. Acesso em: 20 abr. 2016.