

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS

ENGENHARIA CIVIL

LUIZ FERNANDO FURTADO PEREIRA

**PROPOSTA DE MICRO-DRENAGEM URBANA EM SÃO LOURENÇO UTILIZANDO
SISTEMA NÃO CONVENCIONAL**

Varginha- MG

2015

LUIZ FERNANDO FURTADO PEREIRA

PROPOSTA DE MICRO-DRENAGEM URBANA EM SÃO LOURENÇO UTILIZANDO
SISTEMA NÃO CONVENCIONAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitário do Sul de Minas como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil. Sob a orientação da Professora Ivana Prado de Vasconcelos.

Varginha- MG

2015

LUIZ FERNANDO FURTADO PEREIRA

PROPOSTA DE MICRO-DRENAGEM URBANA UTILIZANDO SISTEMA NÃO
CONVENCIONAL EM SÃO LOURENÇO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Centro Universitário do Sul de Minas como parte
dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel
em Engenharia Civil.

APROVADO EM: / /

Prof.

Prof.

Prof.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01- Mapa da Av. Damião Junqueira de Souza.....	7
FIGURA 02- Planta baixa.....	8
FIGURA 03- Desenho em corte transversal da avenida.....	10

LISTA DE TABELAS

TABELA 01- Classificação hidrológica dos solos segundo SCS.....	9
TABELA 02- Coeficiente de escoamento superficial direto segundo ocupação do solo.....	12
TABELA 03- Sistema de cálculo Copasa: precipitação, duração e frequência - Posto de São Lourenço.....	14

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
1.1 Objetivo	7
2. OBJETO DE ESTUDO.....	8
3. METODOLOGIA	9
3.1. Memorial Descritivo	9
3.2. Memorial de Cálculo	11
4. CONCLUSÕES	15
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16
6. ANEXOS.....	19

1. INTRODUÇÃO

A drenagem pluvial urbana cumpre um importante papel na infra-estrutura de uma cidade. O principal objetivo da construção de redes de drenagem é a remoção das águas pluviais de forma mais eficiente possível, já que estas não conseguem infiltrar no solo devido ao processo de impermeabilização das cidades. Se alcançado sucesso, evitam-se transtornos, riscos de inundação e conseqüentemente os prejuízos por estes causados (Tucci, 2005).

No Brasil, os problemas relacionados com a drenagem pluvial urbana tornaram-se cada vez mais evidentes devido ao crescimento das cidades, causando impactos significativos na população e no meio ambiente. E embora a canalização tenha sido a técnica tradicionalmente utilizada nos sistemas de drenagem do país, ela não representa uma alternativa ambientalmente sustentável.

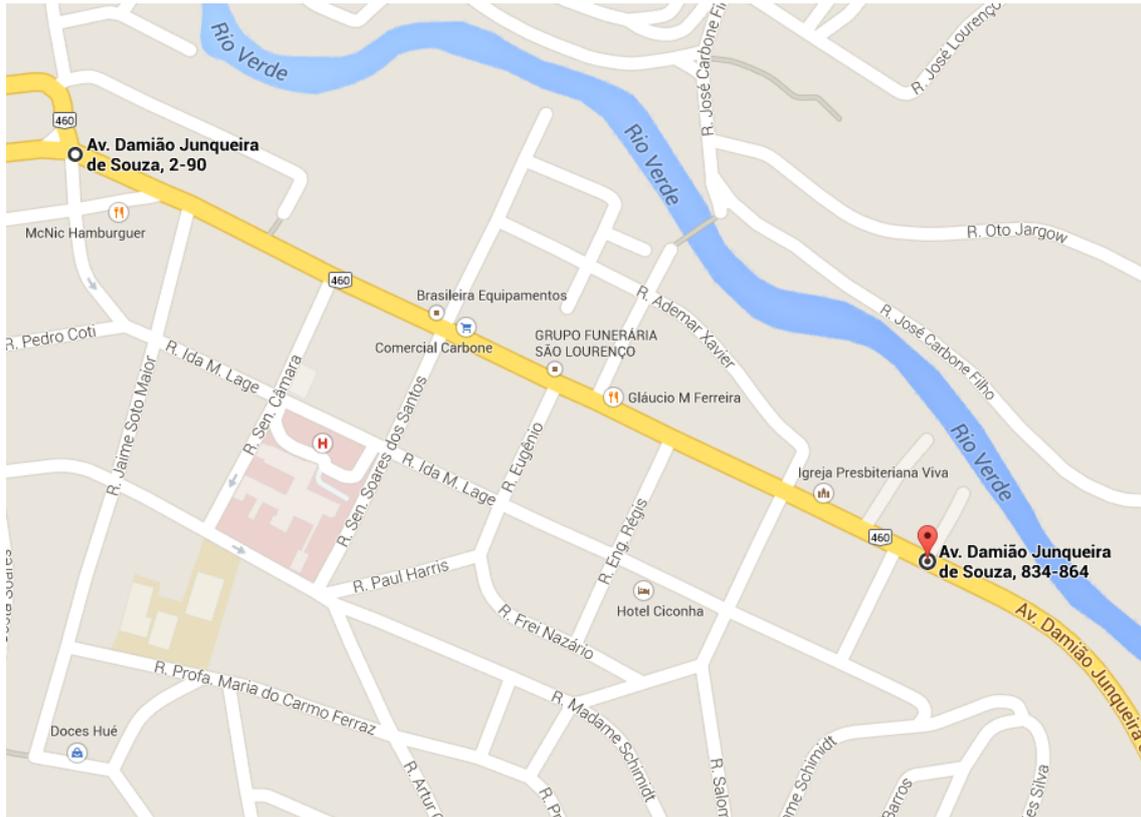
Os impactos da má drenagem pluvial nas cidades vêm deteriorando a qualidade de vida da população, aumentando a frequência e o nível das inundações, prejudicando também a qualidade da água com o aumento de poluentes e materiais sólidos no escoamento pluvial (IPH/DEP,2005). Atualmente as ações voltadas para o tratamento das águas pluviais urbanas têm se concentrado na adoção de medidas preventivas do impacto causado pela impermeabilização do solo nas áreas urbanas e na utilização de novas estruturas de drenagem, com princípio de funcionamento que tenta reproduzir os processos que ocorriam antes da impermeabilização para, assim, propiciar a infiltração da água no solo. Essas novas estruturas de drenagem são chamadas de não convencionais (Canholi, 1995), por diferenciarem-se das estruturas de canalização tradicional, ou ainda podem ser chamadas de compensatórias (Baptista et al., 2005), por serem utilizadas para compensar os

impactos da impermeabilização das áreas urbanas. As estruturas não convencionais visam manter as características do local nas condições de drenagem existentes antes da impermeabilização do solo.

O uso de estruturas não convencionais têm sido prática bastante comum em países de primeiro mundo, e atualmente existem algumas iniciativas isoladas no Brasil no sentido de sua utilização.

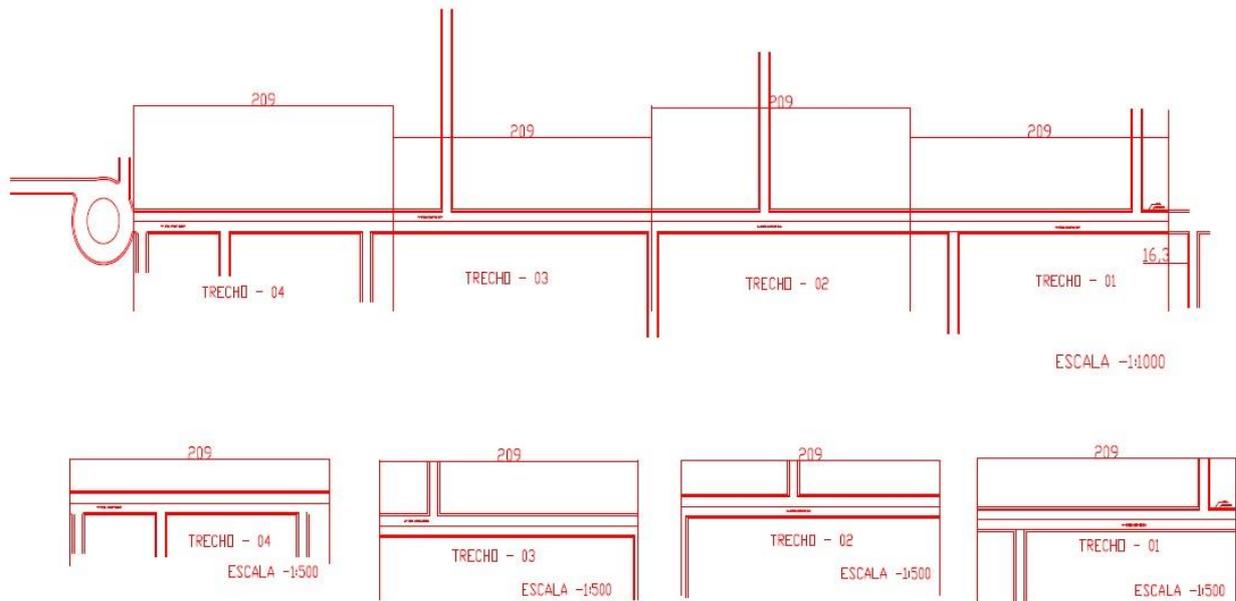
A ausência de estudos que mostrem a viabilidade técnica e econômica de implementação de estruturas não convencionais em larga escala dificulta sua implantação e poucos trabalhos avaliam a possibilidade do uso dessas estruturas em vias públicas. Falta, portanto, avaliar a possibilidade de combinação de estruturas não convencionais com as convencionais.

O presente trabalho mostra a possibilidade de utilização de técnicas de drenagem não convencionais em um trecho da Avenida Damião Junqueira de Souza na cidade de São Lourenço, Minas Gerais (Figuras 01 e 02), enfatizando o uso de estruturas de infiltração. Além dos critérios utilizados para a seleção das estruturas não convencionais, o trabalho também apresenta as metodologias de dimensionamento utilizadas.

FIGURA 01- Mapa da Av. Damião Junqueira de Souza

Mapa da Avenida Damião Junqueira de Souza, com limites do trecho de estudo assinalados.

Fonte <https://www.google.com.br/maps/dir/-22.1178603,-45.049362/-22.1211005,-45.0420986/@-22.1192784,-45.0460154,17z/data=!4m2!4m1!3e3?hl=pt-BR>

FIGURA 02- Planta baixa

Planta baixa da avenida dividida em trechos de 209m.

1.1 OBJETIVO

Desenvolver um projeto de drenagem urbana adotando o sistema não convencional.

1.1.1 Objetivo Específico

Apresentar uma solução para o problema de alagamento recorrente em um trecho da Avenida Damião Junqueira de Souza na cidade de São Lourenço-MG.

2. OBJETO DE ESTUDO

Como local de estudo foi utilizado um trecho da Avenida Damião Junqueira de Souza no município de São Lourenço M.G. Pode-se observar na Figura 1 que a avenida é constituída de uma via principal que corta um dos bairros da cidade. A extensão do trecho é de 836 metros e se localiza na parte baixa da cidade, o solo é considerado do tipo C segundo o Serviço de Conservação de Solos (SCS), caracterizado na Tabela 01, e composição representada na Figura 03 . Existe um

sistema de drenagem convencional instalado no local que se mostra incapaz de escoar toda água das chuvas que caem no local.

TABELA 01- Classificação hidrológica de solos segundo Serviço de Conservação de Solos (SCS)

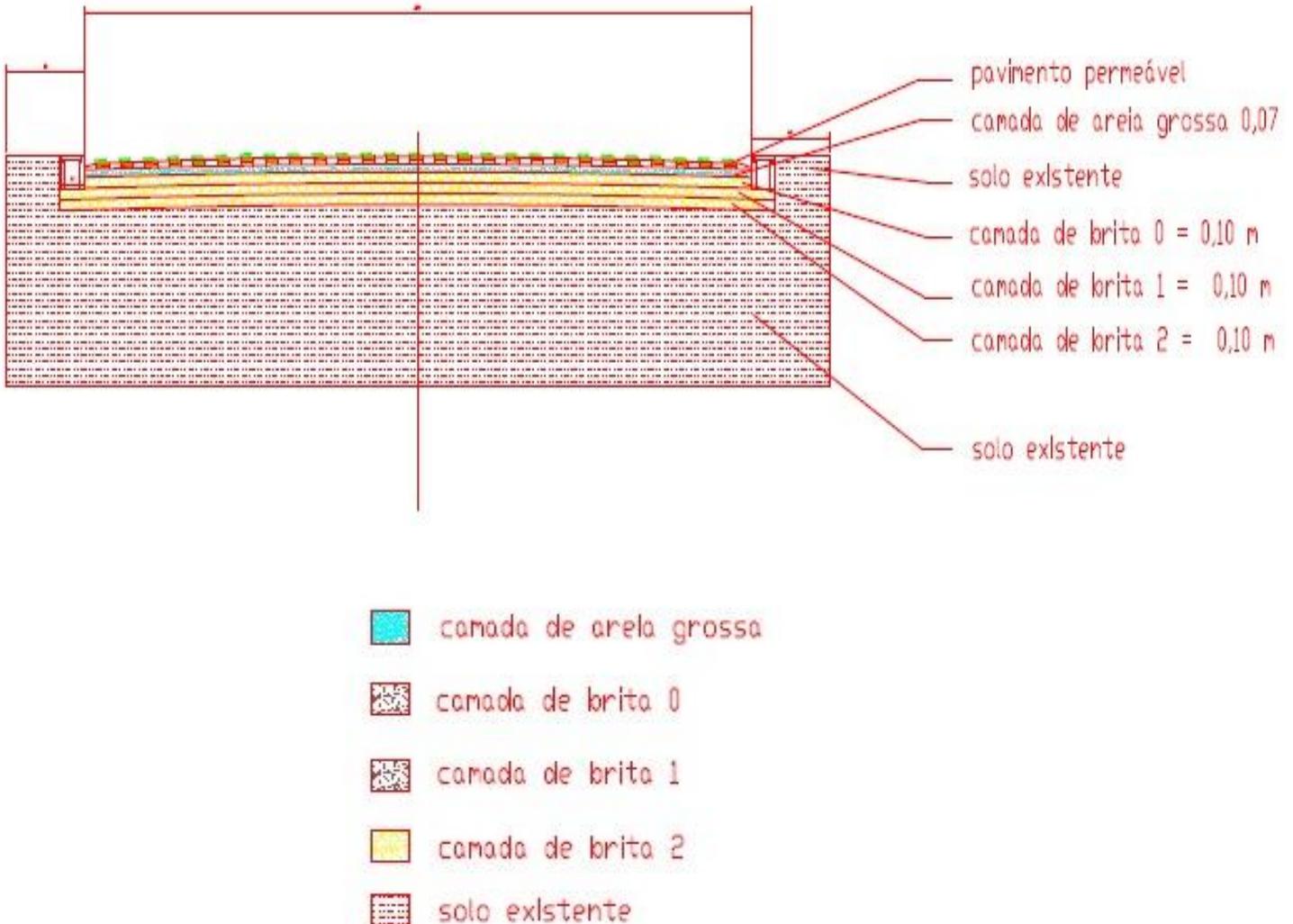
Tipo de solo	Características dos solos
Tipo A	Solos dando origem a baixo escoamento directo, ou que apresentam permeabilidade bastante elevada. Inclui areias com bastante espessura, e com pouco limo ou argila, e arenitos com bastante espessura e muito permeáveis.
Tipo B	Solos menos permeáveis que os do tipo A mas com permeabilidade superior à média. Inclui fundamentalmente solos arenosos menos espessos que os do tipo A e arenitos menos espessos e menos agregados que os do tipo A.
Tipo C	Solos originando escoamentos directos superiores à média e superiores aos originados pelos tipos anteriores. Inclui solos pouco espessos e solos com quantidades apreciáveis de argilas, se bem que menos do que os do tipo D.
Tipo D	Solos com argilas expansivas e solos pouco espessos, com sub-horizontes quase impermeáveis que originam elevado escoamento directo.

Adaptado de Lancaster e Franco 1992

É sabido que o trecho em questão é alvo de alagamentos recorrentes no período de chuvas, causando grandes transtornos para população e diminuindo a qualidade de vida no local em específico mas também na cidade como um todo, uma vez que é uma área de grande atividade comercial e uma importante via de tráfego.

Para controlar tal problema poderia ser ampliada a rede de drenagem convencional já existente. Entretanto, seriam grandes os impactos ambientais e financeiros recorrentes dessa proposta. Sendo assim, a proposta contida no presente estudo de utilizar neste trecho um sistema não convencional se mostra uma alternativa viável ambientalmente e que se propõe de fato a sanar a mazela dos alagamentos recorrentes.

FIGURA 03- Corte transversal da avenida



3. METODOLOGIA

Para atingir os resultados pretendidos, foi desenvolvida a seqüência metodológica apresentada a seguir.

3.1 Memorial Descritivo

- Área da bacia: 14,11 ha;
- Extensão da avenida: $L = 836$ m ou 0,836Km

Devido à topografia do terreno e sua localização estar na parte baixa da cidade chegou-se a conclusão de que o melhor sistema a ser utilizado no local é o de infiltração natural das águas de chuva no solo.

Para efeito de cálculo de vazão foi utilizado o método racional modificado, o qual é recomendado para bacias sem maior complexidade, que tenham de 2 a 5 Km² de área de drenagem (TUCCI, 1993; PINTO et al., 1973):

- Vazão de projeto: 2,47 m³/s.
- Coeficiente de deflúvio ou de escoamento superficial (C): 0,95

Foi aplicado coeficiente de deflúvio $C = 0,95$ por se tratar de uma área densamente construída em uma cidade com ruas e calçadas pavimentadas, este coeficiente gira em torno de 0,70 a 0,95 (Tabela 02 na próxima página). Para maior segurança foi adotado o maior valor.

C médio- cm - 0,59

Tempo de concentração é o tempo que leva para a água que choveu no ponto mais distante da bacia chegar até sua foz. Foi utilizado o método de acordo com as diretrizes básicas do Departamento Nacional de Infra-estruturar de Transporte (DENIT).

- T- adotado = 10 anos (tempo de concentração)
 - $L = 0,836$ Km (comprimento da avenida)
 - Cota mais alta 976 m ponto mais alto da bacia
 - Cota mais baixa 900 m ponto mais baixo da bacia
 - I : equação para são Lourenço $I = 1879,19$ mm/h
 - $I_m = 0,25$ % intensidade média de precipitação
 - $T_s = 13,38$ min tempo de concentração superficial
 - $T_c = 23,38$ min tempo de concentração da bacia
 - Vazão $Q = 2,47$ m³/s
 - Pavimento permeável intertravado;
-

- Material do enchimento abaixo do piso permeável: pedra britada nº 3;
 - Espessura da camada de brita abaixo do piso permeável: 0,30 m;
 - Porosidade do material utilizado abaixo do piso permeável pedra britada: 0,45 %;
 - Largura da vala de infiltração: 0,25 m;
 - Altura da vala de infiltração: 0,30 m;
 - Comprimento da vala de infiltração: 1,410 m, sendo 705 m de cada lado.
-

TABELA 02- Coeficiente de escoamento superficial direto segundo ocupação do solo

<i>Ocupação do solo</i>	<i>C</i>
<i>DE EDIFICAÇÃO MUITO Densa: Partes centrais, densamente construídas de uma cidade com rua e calçadas pavimentadas</i>	<i>0,70 a 0,95</i>
<i>DE EDIFICAÇÃO NÃO MUITO Densa: Partes adjacentes ao centro, de menor densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas</i>	<i>0,60 a 0,70</i>
<i>DE EDIFICAÇÃO COM POUCAS SUPERFÍCIES LIVRES: Partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas</i>	<i>0,50 a 0,60</i>
<i>DE EDIFICAÇÃO COM MUITAS SUPERFÍCIES LIVRES: Partes residenciais com ruas macadamizadas ou pavimentadas, mas com muitas áreas verdes</i>	<i>0,25 a 0,50</i>
<i>DE SUBÚRBIOS COM ALGUMA EDIFICAÇÃO: Partes de arrabaldes e subúrbios com pequena densidade de construções</i>	<i>0,10 a 0,25</i>
<i>DE MATAS, PARQUES E CAMPOS DE ESPORTES: Partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados e campos de esporte sem pavimentação</i>	<i>0,05 a 0,20</i>

Valores médios do coeficiente de escoamento a utilizar no método Racional (Adaptado de Chow e et al 1988 p.165).

3.2 Memorial de Cálculo

$I_m = 976-900/302,36$

$$I_m = 0,25\%$$

$$T_s = 16 \times 0,836 = 13,38 \text{ min}$$

$$13,38$$

$$(1,05 - 0,2^{0,1}) \times (100 \times 0,251)^{0,04} \times 1,03 \times 1,137$$

$$T_c = 13,38 + 10 = 23,38 \text{ min} \quad (\text{tempo de concentração da bacia})$$

Cálculo de I =

$$I = (1879,19 \times 10^{0,10}) / (20+20)^{0,84}$$

$$I = 106,71 \text{ mm/h} \quad (\text{intensidade pluviométrica})$$

$$C_m = (20 \times 0,95) + (60 \times 0,5) + (10 \times 0,2) + (10 \times 0,8) / 100$$

$$C_m = 0,59$$

$$Q = C_m \times I \times A$$

$$Q = 0,59 \times 106,71 \times 14,11 / 360$$

$$Q = 2,47 \text{ m}^3/\text{s} \text{ ou } (148,2 \text{ m}^3 / \text{min})$$

$$\text{Área (A)} = 14,11 \text{ ha} = 3,76 \text{ Km}^2$$

3.2.1 Valas de Infiltração

Em virtude do baixo impacto ambiental do sistema de drenagem não convencional e segundo recomendação de autores como Urbonas e Stahre (1993) o sistema não deve ser utilizado em locais onde a declividade longitudinal supere 2%, pois nessa condição a infiltração da água no solo não é favorecida. No caso da avenida em estudo a topografia é favorável já que não supera o recomendado. Uma das grandes vantagens encontradas no sistema não convencional é o dimensionamento dos valos de infiltração, baseado em ábacos pré determinados. Os valos são mais superficiais que as demais estruturas e foi utilizada metodologia de dimensionamento considerando os valos trabalhando inicialmente a seco (CIRIA, 1996 e Wanielista apud Urbonas e Stahre, 1993).

Para o dimensionamento das valas foi aplicado o ábaco apresentado por Urbonas e Stahre (1993). Essa alternativa não exclui a possibilidade de utilização de um piso drenante na via (blocos vazados) para a redução do escoamento superficial, desde que utilize o reservatório de pedras

abaixo do pavimento permeável. Os parâmetros utilizados para o dimensionamento das trincheiras foram os seguintes:

- Porosidade do material de preenchimento: 45%
- Coeficiente de escoamento: 0,59
- Área contribuinte (área de drenagem da bacia de contribuição): 14,11 ha

Com relação ao material de preenchimento abaixo do piso permeável foi considerada a utilização de brita comercial nº 3, com porosidade efetiva igual a 45% (Urbonas e Stahre, 1993). Para o dimensionamento das trincheiras foi utilizado como ferramenta o ábaco de área de drenagem contribuinte (Anexo A).

3.2.2 Pavimento Permeável

A utilização dos pavimentos permeáveis, além de promover o controle do aumento do escoamento superficial, destaca-se pela sua capacidade de promover a eficiente remoção das águas que precipitam sobre a plataforma da via.

3.2.3 Precipitação de Projeto

As metodologias utilizadas para o dimensionamento das estruturas não convencionais baseiam-se na adoção de uma chuva de projeto, obtida a partir de uma equação IDF (Índice de Desenvolvimento Fluviométrico). Com relação ao período de retorno da chuva empregado no dimensionamento, recomenda-se de acordo com Urbonas e Stahre (1993) o uso de 10 anos. As precipitações e intensidades correspondentes estão apresentadas na Tabela 03.

TABELA 03- Sistema de cálculo Copasa: precipitação, duração e frequência - Posto de São Lourenço.

ESTAÇÃO		153	A	B	C	D	LATITUDE	LONGITUDE	CÓDIGO	Nº DE ANOS DE REGISTROS	FONTE	
SÃO LOURENÇO		1.125,2799	0,175	7,1	0,845	22	06	45	01	02245107	14	INMET
Duração da Chuva (t)		TR - anos										
HORAS	MINUTOS	5	10	15	25	50	100					
0,10	6,00	169,62	191,50	205,58	224,80	253,80	286,53					
0,12	7,00	159,40	179,96	193,19	211,26	238,50	269,26					
0,13	8,00	150,43	169,83	182,32	199,37	225,08	254,11					
0,15	9,00	142,50	160,88	172,71	188,86	213,21	240,71					
0,17	10,00	135,42	152,89	164,13	179,48	202,63	228,76					
0,18	11,00	129,07	145,72	156,44	171,07	193,13	218,03					
0,20	12,00	123,34	139,25	149,49	163,47	184,55	208,35					
0,22	13,00	118,14	133,37	143,18	156,57	176,76	199,55					
0,23	14,00	113,39	128,01	137,42	150,27	169,65	191,53					
0,25	15,00	109,04	123,10	132,15	144,51	163,14	184,18					
0,27	16,00	105,03	118,58	127,30	139,20	157,15	177,42					
0,28	17,00	101,34	114,41	122,82	134,31	151,63	171,18					
0,30	18,00	97,92	110,54	118,67	129,77	146,51	165,40					
0,32	19,00	94,74	106,95	114,82	125,56	141,75	160,03					
0,33	20,00	91,77	103,61	111,23	121,63	137,32	155,02					
0,35	21,00	89,01	100,49	107,87	117,96	133,18	150,35					
0,37	22,00	86,42	97,56	104,73	114,53	129,30	145,97					
0,38	23,00	83,98	94,81	101,79	111,30	125,66	141,86					
0,40	24,00	81,70	92,23	99,01	108,27	122,24	138,00					
0,42	25,00	79,54	89,80	96,40	105,42	119,01	134,36					
0,43	26,00	77,50	87,50	93,93	102,72	115,96	130,92					
0,45	27,00	75,58	85,33	91,60	100,17	113,08	127,67					
0,47	28,00	73,76	83,27	89,39	97,75	110,36	124,59					
0,48	29,00	72,03	81,31	87,29	95,46	107,77	121,67					
0,50	30,00	70,38	79,45	85,30	93,28	105,31	118,89					
0,52	31,00	68,82	77,69	83,41	91,20	102,97	116,25					
0,53	32,00	67,33	76,01	81,60	89,23	100,74	113,73					
0,55	33,00	65,91	74,41	79,88	87,35	98,61	111,33					
0,57	34,00	64,55	72,87	78,23	85,55	96,58	109,03					
0,58	35,00	63,25	71,41	76,66	83,83	94,64	106,84					
0,60	36,00	62,01	70,00	75,15	82,18	92,78	104,74					

$$\frac{A \times T^B}{(t + C)^D}$$

Fonte: https://www.google.com.br/search?q=equa%C3%A7%C3%A3o+de+chuvas+intensas+no+estado+de+minas+gerais&eq=EQUACAO+DE+CHUVAS+INTENSAS+EM+MINAS+&aqs=chrome.2.69i57j0l4.28770j0j8&sourceid=chrome&espv=210&es_sm=93&ie=UTF-8

3.2.4 Dimensionamento das estruturas

A metodologia de dimensionamento do valo trabalhando como canal aberto permite que, em função da área de drenagem e das características de seção transversal do valo, seja determinado o comprimento necessário para a área em estudo. No ábaco do Anexo A são apresentados alguns comprimentos mínimos necessários e sua relação com a área de drenagem contribuinte. Os valores apresentados no ábaco referem-se ao comprimento mínimo necessário para infiltrar a vazão precipitada. A cada 10,000 m² de área de drenagem contribuinte é necessário uma capacidade de armazenamento de 18,0 m³:

$$14,1 \text{ ha} \times 18 \text{ m}^3 = 253,8 \text{ m}^3$$

Para o dimensionamento das trincheiras de infiltração foi adotado o critério de largura mínima de 25 cm (Urbonas e Stahre, 1993); assim, em função do comprimento disponível para a instalação da trincheira foi determinada a profundidade necessária. No Anexo B é apresentada a relação entre

comprimento das trincheiras de infiltração e sua relação com a área de drenagem contribuinte. A cada 5,000 metros de área de drenagem contribuinte utiliza-se 50 metros de vala de infiltração.

$$14,1 \text{ ha} \times 10,000 \text{ m}^2 / 5,000 \text{ m}^2 \times 50 = 1,410 \text{ m de vala de infiltração.}$$

3.2.5 Cálculo da capacidade de retenção de água

Das valas de infiltração:

$$705 \text{ m} \times 0,30 \times 0,25 \times 2 \text{ corresponde a } 105,75 \text{ m}^3$$

Da camada de brita:

De acordo com os coeficientes de porosidade efetiva dos materiais temos os seguintes resultados:

O volume de pedra britada é de $836 \text{ m} \times 11,0 \text{ m} \times 0,30 \text{ m} = 2760,0 \text{ m}^3$; aplicando-se o coeficiente de porosidade de 45%, citado anteriormente, temos uma capacidade de armazenamento de $1,240 \text{ m}^3$ de água. Aplicando ainda o coeficiente redutor de 30% (de acordo com URBONAS e STAHR, 1993 apud TUCCI e GENZ, 1995) consideramos $868,0 \text{ m}^3$ de capacidade de retenção de água na camada de brita ao longo da avenida. Isto significa que a camada de brita mais as valas de infiltração suporta a vazão de projeto por um período de 6 min 57s.

$$105,75 \text{ m}^3 + 868,0 \text{ m}^3 / 148,2 \text{ m}^3 / \text{min} = 6 \text{ min } 57 \text{ s}$$

Neste trabalho não foram abordados parâmetros referentes a volume e quantidade de materiais a serem utilizados para execução da proposta.

4. CONCLUSÕES

Neste trabalho é possível analisar que a implementação de um sistema de drenagem não convencional no trecho objeto de estudo faria com que este suportasse chuvas intensas sem causar alagamentos por períodos mais prolongados do que atualmente acontece.

A princípio as técnicas podem não parecer viáveis economicamente em comparação aos sistemas convencionais, mas isso não se confirma com uma análise criteriosa em virtude dos inúmeros benefícios. Deve-se observar também os condicionantes físicos que limitam a

aplicabilidade dessas estruturas, como características do solo da região e características de implantação de cada um dos dispositivos.

Desta análise podem ser feitos os seguintes comentários: os valos de infiltração se tornaram uma opção vantajosa, pois os mesmos se caracterizam por ocupar uma pequena área na superfície e uma grande profundidade que é responsável pela infiltração no solo; os dispositivos considerados mais viáveis, de acordo com as características em estudo, foram os valos de infiltração e os pavimentos permeáveis, visto que estes se caracterizam por serem os dispositivos mais superficiais. Entre os dispositivos citados nesse estudo, pode-se mencionar o fato dos valos de infiltração possuírem características especiais e facilidade de instalação.

Este trabalho mostra estruturas utilizadas em sistemas não convencionais e indica a importância de mais esse recurso para o planejamento da drenagem fluvial urbana. Nesse sentido, destaca-se também a importância dos Planos Diretores de Drenagem Urbana, norteando e auxiliando a utilização de sistemas sustentáveis de drenagem.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, P. R. Avaliação da Eficiência dos Pavimentos Permeáveis na Redução de Escoamento Superficial. Porto Alegre: UFRGS, 1999. 137 p.

CANHOLI, A. P. Soluções Estruturais Não-Convencionais em Drenagem Urbana. 1995. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da USP, Universidade de São Paulo, São Paulo.

CARDOSO NETO, A. **Introdução à Drenagem Urbana**. Disponível em: <http://www.labdren.ufsc.br/drenagem_novo/textos_novo.php > Acesso em: março 2014.

NOGUEIRA, P. F. **Água de Chuva**. Disponível em: < <http://www.aguadechuva.com> > Acesso em: março 2014.

TUCCI, C. E. M.; SILVEIRA, A. **Gerenciamento da Drenagem Urbana**. PortoAlegre: UFRGS, 2001. 46 p. Departamento de Hidromecânica e Hidrologia, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

MARTINS, J. R. S. Obras de Microdrenagem. In: TUCCI, C. E. M. et al. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre, 1995. ABRH / Editora da Universidade / UFRGS. P. 167–240.

ALVES, E. M. **Medidas não-estruturais na prevenção de enchentes em bacias urbanas: cenários para a bacia do Gregório**. São Carlos, SP. 2005. 149 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

PAIVA, E.M.C.D., GARCIA, J.I.B. **Avaliação das cheias em bacia urbana com diferentes graus de impermeabilização**. In: 7o Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa., 2005, Évora. Évora: ABRH, 2005.

ACIOLI, L. A., 2005. **Estudo experimental de pavimentos permeáveis para o controle do escoamento superficial na fonte**. Dissertação submetida ao Programa de Pós Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. 184 p.

AGUIAR, N., 2006. **Dimensionamento de rede de drenagem pluvial com implantação de dispositivo de controle de cheias**. Monografia de conclusão do curso de graduação em Engenharia Civil. Fundação Universidade Federal de Rio Grande, RS. 98 p.

BAPTISTA, M., NASCIMENTO, N., BARRAUD, S., 2005. **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**. ABRH, Porto Alegre, 2005. 266 p.

CANHOLI, A. P., 1995. **Soluções Estruturais Não-Convencionais em Drenagem Urbana**. São Paulo: USP - Escola Politécnica. Tese (Doutorado). 215 p.

CANHOLI, A.P., 2005. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. Oficina de Textos, São Paulo. 304 p.

CIRIA, 1996. **Infiltration drainage - Manual of good practice**. Roger Bettes, MCIWEM. CIRIA Report 156.

DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES, 2004. Swales can be swell when designed properly. Department of natural resources. Disponível:<http://dnr.wi.gov/> HOLZ, J., 2006. **Medidas não convencionais para o dimensionamento da drenagem pluvial urbana**. Estudo de caso: Loteamento Monte Bello – Flores da Cunha/RS. Monografia de conclusão do curso de graduação em Engenharia Civil. Fundação Universidade Federal de Rio Grande, RS. 1008 p.

IPH/DEP, 2005. Prefeitura Municipal de Porto Alegre. **Plano Diretor de Drenagem Urbana – Manual de Drenagem Urbana**.

MALYSZ, R., NÚÑEZ, W. P., GEHLING, W.Y.Y., CERATTI, J.A., GOLDENFUM, J.A., SILVEIRA, A.L.L., DAU, F., ARROJO, A., 2003. **Pavimentos Permeáveis: Uma Alternativa para o Controle do Escoamento Superficial de Águas Pluviais em Vias Urbanas**. Anais da 12ª Reunião de Pavimentação Urbana. Aracaju – SE

TUCCI, C.E.M., PORTO, R.L. e BARROS, M.T., 1995. **Drenagem Urbana**. 1a edição. ABRH, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

TUCCI, C.E.M., 2005. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**, 3a edição. ABRH, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

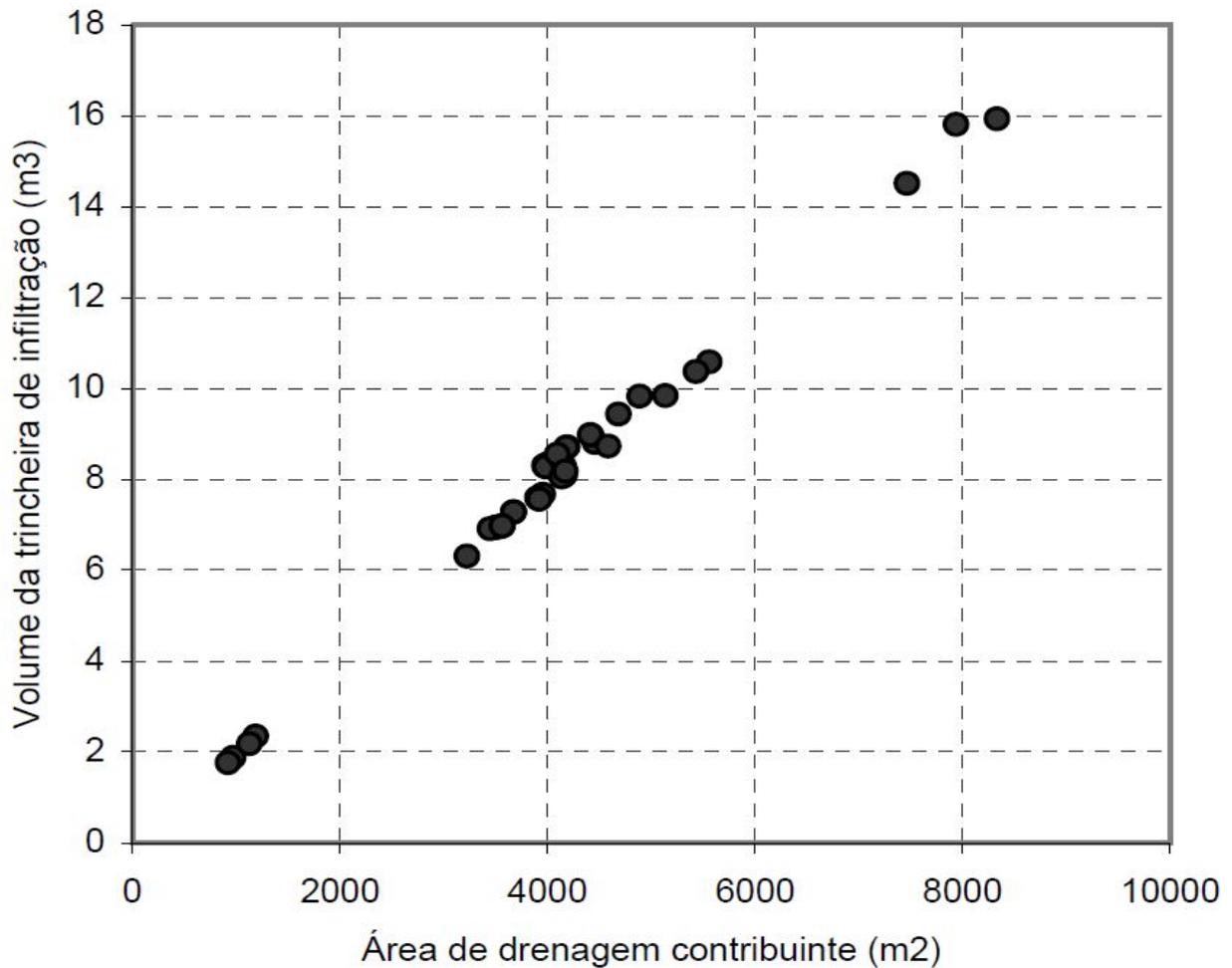
URBONAS, B., STAHLRE, P., 1993. **Stormwater Best Management Practices and Detention**. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall. 440p.

6. ANEXOS

ANEXO A- Ábaco da relação entre volume de trincheira de infiltração e área de drenagem..13

ANEXO B- Ábaco de relação entre comprimento mínimo do valo e área de drenagem.....13

ANEXO A- Ábaco da relação entre volume de trincheira de infiltração e área de drenagem



Após os 10.000 m2 ha uma estabilidade em relação ao volume de trincheira de infiltração. (URBONAS e STAHR, 1993 apud TUCCI e GENZ, 1995.)

ANEXO B- Ábaco de relação entre comprimento mínimo do valo e área de drenagem

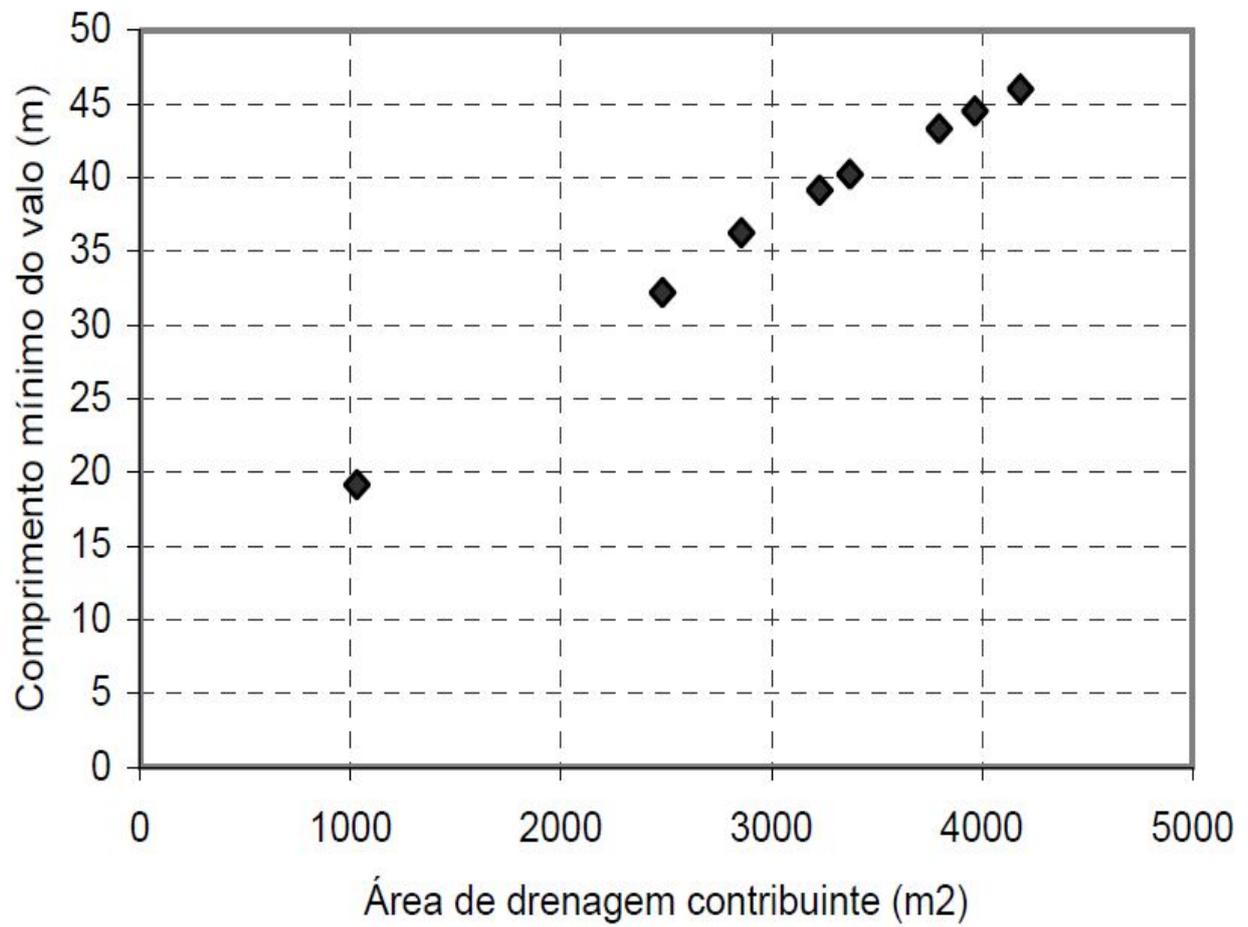


Figura 2: Após os 5.000 m² de área de drenagem contribuinte há uma estabilidade em relação ao comprimento mínimo do valo. (URBONAS e STAHR, 1993 apud TUCCI e GENZ,