

N. CLASS.	M 627.54
CUTTER	S237a
ANO/EDIÇÃO	2014

**UNIS - CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS**

**GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**LUCIANGE IRACELI DOS SANTOS**

**AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA DO CENTRO DA CIDADE  
DE PARAGUAÇU**

**Varginha – MG**

**2014**

**LUCIANGE IRACELI DOS SANTOS**

**AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA DO CENTRO DA CIDADE  
DE PARAGUAÇU**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel, sob orientação do Prof. Leopoldo Uberto Ribeiro Júnior.

**Varginha – MG**

**2014**

**Grupo Educacional UNIS**

**LUCIANGE IRACELI DOS SANTOS**

**AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA DO CENTRO DA CIDADE  
DE PARAGUAÇU**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas - UNIS, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em: 17/07/2014

---

Prof. Dr. Leopoldo Uberto Ribeiro Júnior

---

Prof. Thairone Conti Serafini Aguiar

---

Prof. Me. Nilton dos Santos Portugal

OBS.:

Dedico esse trabalho ao presente mais precioso que Deus me enviou, a razão da minha vida, que me fortalece pra continuar lutando pra realizar meus sonhos, minha filha Beatriz, por quem tenho um amor incondicional e indescritível.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida, por chegar até aqui passando por tantas provações sendo uma delas a melhor realização da vida de uma mulher que é ser mãe.

A minha pequena filha Beatriz que me estimula a seguir frente e enfrentar todos os obstáculos, e me ensinou a ter mais fé, esperança e um tipo de amor tão intenso que nunca imaginei que existia.

Ao meu marido Francisco com quem tenho orgulho de ter casado, e estar construído uma maravilhosa família, obrigada pelo amor, pela paciência, companheirismo, atenção e por sempre acreditar e incentivar meus sonhos.

A minha mãe guerreira, batalhadora a base da minha família e quem eu tenho a maior admiração e o melhor exemplo do mundo, Gilselene, por me ajudar em todas as tarefas e a cuidar e educar minha filha.

A meu pai, que sempre sonhou em estudar e ter um diploma mais as condições não permitia, hoje com os três filhos criados e bem orientados na vida, aguarda o terceiro diploma o qual tem muito orgulho em dizer e sempre agradece a Deus por tamanha benção.

Minha irmã, minhas amigas e amigos, que sabendo das minhas dificuldades me auxiliaram nos estudos, convivemos cinco anos e construímos laços de amizade para uma vida toda, me fez ver que sou capaz, e acompanharam momentos marcantes em minha vida que é o casamento e a benção da maternidade. Amo muitos vocês.

“Não fui eu que ordenei a você? Seja forte e corajoso! Não se apavore nem desanime, pois o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar.”

Josué: 1:9

**Grupo Educacional UNIS**

## RESUMO

O município de Paraguaçu- MG sofre com problemas de alagamentos isso devido à urbanização que fez com que ocorresse a migração da população da zona rural para a cidade em busca de emprego e melhores condições de vida. O Presente trabalho realiza uma análise no sistema de drenagem pluvial no centro da cidade de Paraguaçu- MG, que em épocas de precipitações intensas seus dispositivos hidráulicos não dimensionados para tal acontecimento deixam de realizar sua função e transbordam causando alagamentos na cidade e principalmente obstrução no trânsito. Para a caracterização do estudo o tema proposto foi realizado pesquisas para obtenção de registros fotográficos, levantamento em campo, entrevista com o responsável pelo departamento de obras da cidade, pesquisa no plano diretor da cidade, dados pluviométricos da cidade e utilização de mapas e imagens de satélite. As análises evidenciam que a impermeabilização do solo agravou o problema, e que é necessário redimensionar o sistema de drenagem pluvial, além de fazer vigorar as leis municipais.

**Palavras- chave:** Drenagem urbana, Paraguaçu, Inundação urbana.

## **ABSTRACT**

*The municipality of Paraguaçu-MG suffers from problems due to flooding that urbanization occurred that caused the migration of population from rural areas to the city in search of jobs and better living conditions. The present work performs an analysis on the storm drainage system in the city of Paraguaçu-MG, which in times of heavy rainfall its hydraulic devices do not scale for such event cease to perform its function and overflow causing floods in the city and especially in traffic jam center . To characterize the theme of the study was conducted surveys to obtain photographic records, field survey, interview with responsibility for the city works department, research in the master plan of the city, rainfall data for the city and use of maps and pictures TV. The analyzes showed that soil sealing aggravated the problem, and it is necessary to resize the storm drainage system, and enforce municipal laws.*

**Keywords:** *Urban Drainage, Paraguaçu, urban flooding.*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Ciclo Hidrológico .....	14
Figura 02 – Microdrenagem Tradicional.....	18
Figura 03 – Desenho esquemático do relevo da região urbana de Paraguaçu.....	25
Figura 04 – Desenho esquemático da formação de zona de alagamento.....	26
Figura 05 – Cruzamento sem boca de lobo.....	28
Figura 06 – escoamento da água.....	28
Figura 07 – Boca de lobo obstruída.....	29
Figura 08 – Local de estudo.....	29
Figura 09 – O centro de Paraguaçu-MG após a chuva.....	30
Figura 10 – Gráfico de precipitação em Paraguaçu- MG de 2012 a 2014.....	31
Figura 11 – Gráfico de precipitação em Paraguaçu- MG de 2009 a 2011.....	31
Figura 12 – Gráfico de precipitação em Paraguaçu- MG de 2006 a 2008.....	32
Figura 13 – Gráfico de precipitação em Paraguaçu- MG de 2004 a 2005.....	32
Figura 14 – Lixo na boca de lobo.....	34
Anexo A – Meio fio.....	39
Anexo B – Sarjeta.....	39
Anexo C – Boca de lobo.....	39
Anexo D – Poços de visita.....	40
Anexo E – Galerias.....	40
Anexo F – Sarjetões.....	40
Figura 15 – Notícia das chuvas em Paraguaçu.....	42

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. Objetivos.....	13
2.1 Geral.....	13
2.2 Específicos.....	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
3.1.1 A água e o ciclo hidrológico.....	14
3.1.2 Enchentes urbanas.....	15
3.1.3 Sistema de controle.....	15
3.1.4 Medidas de controle.....	17
3.1.5 Aspectos Técnicos.....	19
3.1.6 Intensidade da Chuva.....	20
3.2 INDICADORES DE SOLUÇÕES ADOTADAS PARA DRENAGEM URBANA. ESTUDO DE CASO.....	21
3.2.1 Avaliação dos impactos da urbanização na drenagem superficial no centro de Forquilha, SC.....	21
3.2.2 Descrição e caracterização das principais enchentes e alagamentos de Pelotas – RS .....	22
3.2.3 Projeto de Drenagem nos padrões do Rio de Janeiro.....	22
3.2.4 O impacto da expansão sobre a drenagem: Estudo de caso – Avenida Luis Tarquinio, Lauro de Freitas - BA.....	24
4. METODOLOGIA.....	25
4.1 Aspectos físicos.....	25
4.2 Caracterização da área.....	26
4.3 Caracterização do problema.....	27
4.4 Características hidrológicas.....	30
4.5 Caracterização do sistema.....	33
4.6 Caracterização da microdrenagem urbana.....	34
5. INDICAÇÃO DE SOLUÇÃO.....	37
6. ANEXOS.....	39
7. REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

## 1. INTRODUÇÃO

A drenagem urbana é um problema de ordem mundial, muitas vezes por conseqüências do crescimento populacional desordenado, sendo como um dos principais fatores a ocorrência da migração de grande contingente humano para os centros urbanos em buscas de melhores condições de vida. Sem conseguirem moradias, se instalação nas periferias ou as margens de rios, córregos ou lagos, que como efeito natural quando ocorre aumento da precipitação transbordam causando estragos e prejuízos a estes moradores.

A drenagem pluvial dentro da Engenharia Civil está relacionada com o saneamento básico, que se encontra bastante presente no nosso dia a dia. Com mais edificações sendo construídas resulta em maior impermeabilização do solo, o que contribui para ocorrência de inundações e alagamentos, devido á sobrecarga do sistema de drenagem urbana, que tem como objetivo principal encaminhar através de dispositivos hidráulicos a água que esco da chuva para um determinado corpo d'água para dar continuidade o seu ciclo hidrológico, mais quando este sistema se apresenta deficiente e obsoleto não comportando a grande quantidade de água que esco a ocorre o transbordamento.

O presente trabalho de conclusão de curso faz uma análise da drenagem urbana do centro da cidade de Paraguaçu- MG que ao decorrer dos anos a cidade prosperou e o sistema de drenagem mesmo com modificação não tiveram o mesmo êxito deixando de realizar sua devida função, e como não foi redimensionado para tal desenvolvimento trouxe conseqüências para este avanço.

Até meados de 2012 a cidade tinha pavimentação com paralelepípedo, devido às constantes necessidades da concessionária de água e esgoto da cidade (Coságua) realizar manutenções nestas redes, o calçamento foi ficando irregular e disforme sendo que após a retirada das pedras para realização dos serviços não as instalavam de maneira correta, causando depressões, afundamentos e buracos, que resultou em transtornos e desconforto aos pedestres e motorista.

Na ultima gestão sob o comando do prefeito Gantus Nasser, pois fim a este problema mesmo com contestação de alguns moradores que defendiam esta pavimentação como patrimônio histórico, foi aplicado sobre o calçamento o asfalto, evidenciando a total impermeabilização das ruas.

As vias hoje asfaltadas produziram um forte impacto nas redes pluviais, sendo que antes tinha o atrito da água da chuva com a antiga pavimentação que ocasionava redução da

velocidade, e também propiciava maior infiltração no solo, já no atual cenário quando ocorrem precipitações intensas a água que escoar não é absorvida, ocorrendo o aumento de sua velocidade, sobrecarregando as bocas de lobo que não foram projetadas para tal situação transbordando e alagando o centro da cidade e a solução no cenário atual é aguardar até que os dispositivos hidráulicos se reestruturem e consigam restabelecer sua função.

São vários os benefícios atribuídos a um eficiente sistema de drenagem urbana dentre eles estão. (ADASA 2014)

- Desenvolvimento da cidade.
- Minimização das despesas com manutenção das vias públicas.
- Sem os alagamentos reduz os danos a propriedade e reduz o índice de perdas de vidas humanas.
- Escoamento rápido das águas superficiais, com retorno normal do tráfego.
- Valorização das propriedades.
- Elimina risco de doenças pelo contato com a água contaminada.
- Ausência de águas estagnadas nas ruas.
- Recuperação das áreas que sofrem com os alagamentos.

Com o intuito de restabelecer estes benefícios o trabalho vai estabelecer diretrizes para melhorias neste sistema de drenagem sendo este dividido em duas formas: microdrenagem e macrodrenagem. Dará ênfase principalmente ao sistema de microdrenagem tendo seus dispositivos utilizados no problema relacionado.

## **2- OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

O objetivo deste trabalho é fazer uma avaliação do sistema de drenagem pluvial urbana do centro da cidade de Paraguaçu- MG.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Análise da área de captação de água pluvial.
- Pesquisa sobre metodologias de projetos de drenagem urbana.
- Avaliar legislação municipal.
- Propor indicativo de possíveis soluções para resolver o problema do município.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1.1A água e o ciclo hidrológico

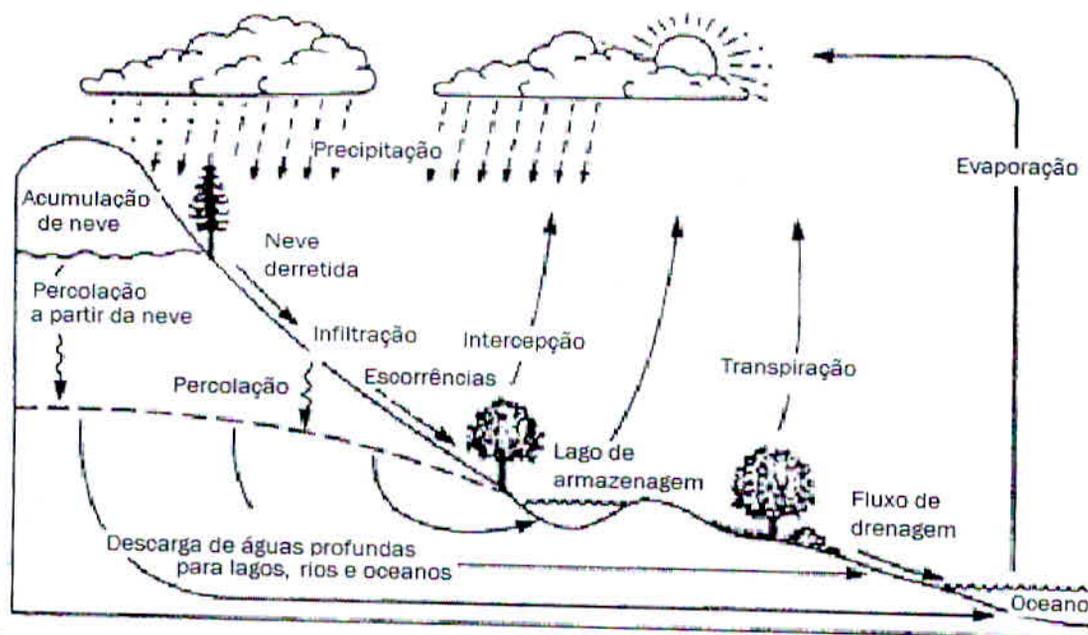
A água é indispensável para a sobrevivência dos seres vivos da terra. Como afirma a Organização Mundial de Saúde - OMS, que a água é o recurso mais importante para o nosso planeta é indispensável para sobrevivência dos seres vivos na terra e significado de vida, é fundamental para o perfeito funcionamento do nosso organismo

Gribbin (2012) afirma que a natureza é uma grande recicladora de água, por meio do ciclo hidrológico onde a água evapora, forma-se nuvens deslocando-se pela atmosfera, condensa e ocorre a precipitação em forma de chuva, deslocando através do solo até encontrar um determinado corpo d'água, figura 1. Silveira (2002) relata que o ciclo hidrológico é o trajeto que a água realiza entre a superfície terrestre e a atmosfera sendo uma circulação fechada.

O autor afirma que por causa do processo de urbanização e conseqüentemente a impermeabilização causa alterações no ciclo hidrológico, pois desequilibra o deslocamento natural da água aumentando sua vazão modificando o caminho natural por onde percorria.

Silveira (2002) propõe para que o ciclo hidrológico se reabilite ,as água precipitadas deve se dividir em todas as competências sendo considerando o escoamento superficial, infiltração no solo e evapotranspiração.

Figural. Ciclo hidrológico



Fonte: Mundo Ciência (2014)

### 3.1.2 Enchentes Urbanas

A população brasileira esta em constante crescimento Tucci (1993) menciona que por causa desta migração rural para as cidades ouve um descontrole no crescimento da população e aumento principalmente nas periferias.

Segundo o Manual de Desastres de 2003, as grandes causas dos alagamentos são por motivo da deficiência do sistema de drenagem urbanos. O fenômeno está ligado à redução da infiltração natural dos solos urbanos tendo como principal causa a impermeabilização para construção de vias e calçadas e moradias, destruição e desmatamentos nas encostas do corpo d'água, acúmulo de lixos e detritos no sistema de escoamento pluvial, e principalmente a deficiência de dispositivos suficientes para coletas, transporte e disposição das águas pluviais.

Tucci (1993) afirma que as enchentes urbanas podem ocorrer sob dois processos, um é por motivo de ocupação do solo que é o caso de indivíduos que constroem suas residências a beira de um determinado curso d'água, a outro que na qual o trabalho dará ênfase que é a enchente provocada pela urbanização.

A enchente provocada pela urbanização ocorre quando o solo é impermeabilizado por meio de construções de casas, calçadas, vias de acesso entre outros. Tucci (1993) afirma que a urbanização colabora para que ocorra uma alteração na cobertura vegetal alterando o ciclo hidrológico natural.

A Constituição Federal artigo 30, defini que é de responsabilidade municipal:

(...)drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas;

### 3.1.3 Sistema de controle

Comitê Pardo (2014) defini drenagem urbana como sendo um sistema de prevenção ou minimização dos impactos causados pelas inundações decorrentes de precipitações intensas, fazendo uso de dispositivos que tem como finalidade encaminhar a água para seu ciclo hidrológico natural. Já Pinto e Pinheiro (2006) definem como sendo conjunto de infraestrutura existentes em uma cidade que tem como função realizar a coleta, transporte e lançamento final das águas superficiais, incluindo hidrografia e talwegues.

Houghtalen (2013), afirma que este sistema de coleta e transporte de águas pluviais é um dos elementos mais importante e oneroso em relação aos outros componentes do sistema de saneamento básico.

Para preservar o curso d'água de acordo com Silveira (2002), é necessário que o sistema de drenagem e de tratamento de esgoto deve definir o sistema de saneamento como ordenação dos espaços urbanos.

Sobre a ineficiência do poder público a respeito das redes pluviais Tucci (2002) menciona que são considerados dois problemas básicos o de transporte de esgoto pela rede pluvial ocorrendo a contaminação da água, e a falta de planejamento para a construção das redes pluviais que ocasiona muitas vezes a transferência das inundações de um ponto da cidade para outro.

O autor faz uma observação sobre os principais problemas das inundações urbanas como:

- As inundações ocorrem dentro das cidades devido ao processo de urbanização com maior assiduidade e relevância.
- Rede pluvial contaminada pela coleta conjunta de esgotos.
- Com o aumento do escoamento ocorrem erosões.
- A ausência da coleta seletiva de lixo, deixando sem uma correta disposição final, assim são deixados nas ruas causando obstrução das tubulações.
- Falta de prestação de serviço adequada no sistema de drenagem urbana.
- Ausência de mapeamento, zoneamento e ocupação desordenada nas áreas de risco.
- Investimentos inadequados, que acarretam o agravamento da situação como canalização do curso d'água para esconder a poluição e o lixo.
- Desconsideração com a preservação do meio ambiente.
- Carência de instituição, conhecimento, e estratégias para atuar nas causas.

Tucci (2013) também ressalta que para que estes problemas sejam resolvidos é necessário que se tenha um modelo de construção que possua capacidade para atuar e garantir êxito nesta questão, levantamento preciso de dados, recursos, terem perspectivas concretas a serem alcançadas com intuito de preservar a vida e o meio ambiente.

Botelho (2011) Quando se projeta uma cidade é necessário dar ênfase na topografia e geologia da área, no traçados das ruas, e o sistema pluvial.

Para Silveira (2002) deve ser analisados diferentes configurações da rede de galerias, os dados topográficos da região, e o pré- dimensionamento hidrológico Silveira e Goldenfum (2007) consiste em agregar a chuva de projeto a um balanço hídrico com intuito de calcular as dimensões dos dispositivos, também o dimensionamento hidráulico e plano urbanístico.

### 3.1.4 Medidas de controle

As medidas de controle segundo Tucci (1993) podem ser classificadas em;

- Estruturais: Quando modificam o sistema são medidas que objetivando reduzir o risco das enchentes buscar controlar, reter ou melhorar o escoamento da água através de barragens, diques, canalizações, reflorestamento entre outros. Silveira (2002) diz que está medida não é projetada para proteger completamente o sistema pois se for projetada para a maior enchente é fisicamente e economicamente inviável. Esta medida em determinadas situações pode trazer uma falsa sensação de segurança como é o exemplo do reservatório de amortecimento, onde as áreas inundáveis são ocupadas, onde podem futuramente ocorrer inundações.
- Não estruturais: Esta medida delimita a área de inundações levando em consideração o plano diretor de cada cidade, estudo sobre as cheias da região, legislação diversas, entre outros. São medidas implementadas para reduzir o risco de enchentes podem ser extensivas a qual agem na área total da bacia, modificando a relação entre precipitação e vazão alterando a cobertura vegetal de tal forma a controlar a erosão da bacia e minimizar e retardar as enchentes, já as intensivas agem nos rios é são classificadas em três tipos: aceleração do escoamento utilizando obras de contenção como diques e pôlders, aumento da capacidade de descarga dos rios e corte de meandros; de retardamento de fluxo utilizando reservatórios e bacias de amortecimento; desvio do escoamento são obras como os túneis de derivação canais de desvio.

Para Silveira (2002) As medidas não estruturais têm como objetivo principal reduzir os impactos sem alterar os riscos de enchentes naturais.

TUCCI (1993) Relata que o sistema de drenagem urbana é constituído pelos sistemas de microdrenagem e macrodrenagem.

Microdrenagem: Segundo Tucci (1993) a água que escoar é encaminhada para galerias e canais urbanos. (Silveira 2002) define como sistema responsável por encaminhar a água pluvial para o sistema de macrodrenagem. Tucci (2005) ressalta ainda que este tipo de sistema de drenagem só é proposto para atender a precipitação com risco moderado.



um aumento no diâmetro da tubulação, ou quando a galeria muda de direção, a montante da rede (quando a rede nasce), trechos muito longos de galerias sem inspeção. (BOTELHO, 2011). Anexo D.

- *Galerias*. São as canalizações públicas destinadas a escoar as águas pluviais oriundas das ligações privadas e das bocas-de-lobo.

Para Botelho (2011), são utilizadas aduelas (galerias) quando a capacidade de transportar exige maiores vazões que a capacidade dos tubos de diâmetro de 1,50 metros. Anexo E.

- *Sarjetões*. São formados pela própria pavimentação nos cruzamentos das vias públicas, formando calhas que servem para orientar o fluxo das águas que escoam pelas sarjetas. É construído preferencialmente transversalmente a rua de menor fluxo de veículos. (BOTELHO, 2011). Anexo F.

Macro drenagem: Pinheiro e Pinto (2006), após o sistema de micro drenagem escoar a água da chuva, outros dispositivos são utilizados para encaminhar a água para seu ciclo natural. Tucci (2005) afirma que este sistema deve ser utilizado em áreas com mais de 2 Km<sup>2</sup> ou 200 ha, mas não é arbitrário pois a malha urbana podem dispor de diferentes traçados. Segundo Tomaz (2008) não pode ser considerado um benefício para a população quando se realiza a obra de canalização de um curso d'água.

### 3.1.5 Aspectos Técnicos

Para Tomaz (2008), o método racional foi apresentado em 1981 por Mulvaney, ele estabelece uma relação entre chuva e escoamento superficial.

Segundo Netto (1998), o método racional para calcular vazão de enchente e simples e de fácil obtenção dos dados para o referido cálculo, mas somente é recomendado para bacia menores que 500 ha. A fórmula utilizada é:

$$Q = \frac{C \times I \times A}{360} \quad (1)$$

Onde:

Q= vazão de pico (m<sup>3</sup> /s);

C= coeficiente de escoamento superficial varia de 0 a 1.

I= intensidade média da chuva (mm/h);

A= área da bacia (ha);

Para o cálculo é utilizada o coeficiente de deflúvio ou coeficiente de Runnof que determina a relação entre a parcela da água que escoar e a parcela do volume precipitado sobre a área da bacia. Silva e Cerqueira (2009).

Tabela 1: Uso do solo ou grau de urbanização

Uso do solo ou Grau de urbanização	Valores de C	
	Mínimos	Máximos
Área totalmente urbanizada	0,50	1,00
Área parcialmente urbanizada	0,35	0,50
Área predominantemente de plantações, pastos, etc.	0,20	0,35

Fonte: Apostila de drenagem urbana. Professor Cardoso Netto.

### 3.1.6 Intensidade de chuva

Tomaz (2008) diz que a intensidade da chuva é a precipitação por unidade de tempo, obtida como a relação  $I = P / t$ . A seguir a fórmula da intensidade da chuva.

$$I_m = \frac{K \cdot TR^a}{(t+b)^c} \quad (2)$$

em que:

I = Intensidade da chuva (mm/h)

T = Frequência dada através do período de recorrência.

k, a, b, c = coeficientes de ajustamento específicos para cada localidade.

t= Tempo de concentração.

O tempo de concentração pode ser definido através da tabela abaixo, onde em projetos de microdrenagem, quando a área a montante for urbanizada ou estiver em processo de urbanização.

Tabela 2: Declividade da sarjeta

Tipologia da área a montante	Declividade da sarjeta	
	< 3%	> 3%
Áreas de construções densas	10 min.	7 min.
Áreas residenciais	12 min	10 min
Parques, jardins, campos.	15 min	12 min

Fonte: SUBSECRETARIA DE GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS - RIO-ÁGUAS

Para o município de Paraguaçu segundo as a tabela de coordenadas geográficas e parâmetros da equação de chuvas intensas para os municípios da Associação dos Municípios do Lago de Furnas (ALAGO) e da região Oeste de Minas Gerais (Em anexo tabela 4), os valores são:

$$k= 3810,660$$

$$b= 20,341$$

$$a= 0,207$$

$$c=1,075$$

## **3.2 INDICADORES DE SOLUÇÕES ADOTADAS PARA DRENAGEM URBANA**

### **3.2.1 Avaliação dos impactos da urbanização na drenagem superficial no centro de Forquilha, SC.**

O município de Forquilha, SC, sofre com os impactos da urbanização no que diz respeito à drenagem pluvial, várias áreas do município sofre com os alagamentos e ficam muitas vezes ilhadas quando decorrente de precipitações intensas.

Segundo Trevisol e Back (2011) o município de Forquilha possui sistema de drenagem pluvial, mais se apresenta obsoleto e não atende a demanda a qual é solicitado, as bocas de lobos se encontrar obstruídas, as galeria subdimensionadas e as que existem mal executadas.. De acordo com os estudos efetuado em relação à hidrologia, topografia e hidráulica desta área os projetos de melhoramento podem não satisfazer a necessidade da população, onde foram identificados três pontos críticos.

Estes pontos foram delimitadas, estudas e analisadas para verificação do tipo de ocupação do solo sendo apresentados como:

- Primeiro cenário: Foi definido pela ocupação existente;
- Segundo cenário: Áreas de loteamento ainda em processo de urbanização;
- Terceiro cenário: Considera toda a área de estudo e mostra as condições da urbanização.

Trevisol e Back (2011) afirma que as causas que comprometem o sistema de drenagem é a impermeabilização do solo e também o aumento do coeficiente de escoamento superficial.

Para resolver este problema Trevisol e Back (2011) mostram a necessidade da inclusão do plano diretor do município de Forquilha o sistema de drenagem urbana assim como medidas estruturais para anular ou diminuir os alagamentos relacionados na área de estudo, e também a prefeitura deve realizar um levantamento detalhado na área de estudo sendo elaborado um mapa planialtimétrico com curvas de nível a cada metro com intuito de se detalhar a topografia da região e propor medidas preventivas de controle de cheia da região.

### **3.2.2 Descrição e caracterização das principais enchentes e alagamentos de Pelotas-RS**

Hansmann (2013) Pelotas município brasileiro localizado ao sul do Rio grande do Sul, possui um denso histórico de inundações, tendo como consequência um processo de urbanização incorreto inicializando em áreas de preservação permanente as margens de rios e córregos.

O município esta as margens do canal São Gonçalo, que liga Laguna dos Patos e Lagoa Mirim, dentre os fatores agravantes citados que causam as inundações estão a topografia da cidade considerada plana, o descarte de resíduos sólidos junto as sistema de drenagem pluvial, o crescimento de vegetação que causas danos ao sistema de microdrenagem, redução da infiltração causado pela impermeabilização do solo ocasionando o aumento do escoamento superficial, a influencia do El Niño que teve modificação nas precipitações com aumento de volume e maior duração e principalmente a ocupação indevida da população em áreas onde possui risco de inundações.

Um dos eventos de cheia mais marcante para o município foi em 2004, onde alguns bairros ficaram sem o abastecimento de água devido a inundações, o local onde bombeava a água para os bairros ficou submersa.

Para a área interna do perímetro urbano de Pelotas o plano integrado de drenagem e Proteção contra cheias inclui macrodrenagem e microdrenagem levando em consideração o plano diretor da cidade.

Hansmann (2013) conclui que para mitigar ou anular o problema de inundação uma das medidas a se tomar e o controle do escoamento das águas pluviais, um plano diretor eficiente voltado para evitar a inundações na fonte, estabelece medidas que minimizam os efeitos da urbanização tais como os pavimentos permeáveis, as trincheiras de infiltração, as bacias de detenção e retenção, telhados verdes, etc.

### **3.2.3 Projeto de Drenagem nos padrões do Rio de Janeiro**

O estado do Rio de Janeiro e um dos estados brasileiros que também sofre com as enchentes e os alagamentos, um dos motivos e o decadente sistema de drenagem pluvial.

Henriques (2013) Na cidade do rio de janeiro serão construídos cinco reservatório subterrâneos como os usados em Tóquio, também é conhecido como piscinão.

A área escolhida para o estudo foi no bairro de Jacarepaguá na zona oeste da cidade onde ocorrem recorrentes inundações.

Para a concepção do projeto deveria ser feito um levantamento topográfico planialtimétrico, sondagem de solo e deve ser considerada a padronização dos projetos de drenagem pluvial, pois tem como objetivo a organização e ordenação do sistema pluvial.

Henriques (2013) leva em consideração medidas compensatórias e sustentáveis, como é o caso da aplicação de pisos permeáveis, construção de áreas de infiltração, telhados verdes, reflorestamento as margens dos rios, recuperação de áreas onde já ocorreram inundações. Porém estas medidas são eficientes em grandes áreas, o objetivo desta alternativa é evitar que o impacto causado pela urbanização seja transferido para o sistema de drenagem urbana.

Outra maneira sugerida por Henriques (2013) é obrigatoriedade da construção de reservatórios de retardo nos empreendimentos, a conscientização das pessoas a respeito de jogar lixo nas ruas que causam a obstrução dos dispositivos pluviais.

Outra forma que Rio de janeiro encontrou para amenizar e diminuir os problemas referentes ao sistema pluvial foi designar um órgão específico para tentar organizar os novos projetos referentes ao sistema de drenagem pluvial chamado Fundação Rio-Águas que possui arquitetos e engenheiros para analisar, aprovar, fiscalizar e garantir que o projeto seja executado de maneira correta.

### **3.2.4 O impacto da expansão sobre a drenagem: Estudo de caso – Avenida Luis Tarquinio, Lauro de Freitas – BA**

Localizada ao norte de Salvador, o município de Lauro de Freitas possui 59.905 km<sup>2</sup> de área.

Silva e Cerqueira (2009) A área de estudo é a Avenida Luis Tarquinio, situada no Município de Lauro de Freitas, região metropolitana de Salvador.

A urbanização dessa região foi de forma desgovernada sem organização nem regulamentação da administração municipal, surgindo vários problemas relativos ao sistema de drenagem pluvial.

O caminho por onde a água escoava do sistema pluvial foi obstruído pela implantação de novas construções, decorrente desta problemática os alagamentos ocorrem constantemente causando prejuízos e transtornos aos moradores da área em questão.

Tendo outro fator agravante para o sistema de microdrenagem que é o acumulo de lixo nos dispositivos hidráulicos, resultantes da deficiência de limpeza urbana do município, e a falta de manutenção, sem esquecer-se da falta de conscientização das pessoas que jogam lixo nas ruas.

Devido aos fatores citados, o problema neste município se tornou crônico e sem nenhuma proposta de solução, pois demandaria esforços administrativos e principalmente financeiros por parte da Prefeitura.

Para obtenção de soluções foi realizado o cálculo de intensidade de chuva e conseguinte o cálculo de vazão de projeto, obtendo o resultado de que a vazão do projeto atual, em relação à vazão de projeto de oito anos atrás, confirmou que os processos de impermeabilização do solo influenciam diretamente no sistema de drenagem.

A conclusão obtida pelos autores foi que a baixa capacidade de drenagem das sarjetas foi devido a topografia da área que se apresenta plana dificultando o escoamento e a vazão, e de recomendação também buscar novas alternativas para amenizar os impactos causados pelas cheias com estímulo da população e por parte dos órgãos competentes, para implantação de medidas de controle e detenção em seus condomínios, também é considerado o reforço e manutenção nas bocas de lobo, ampliação da capacidade de drenagem com construção de novas bocas de lobo em locais estratégicos.

## 4 METODOLOGIA

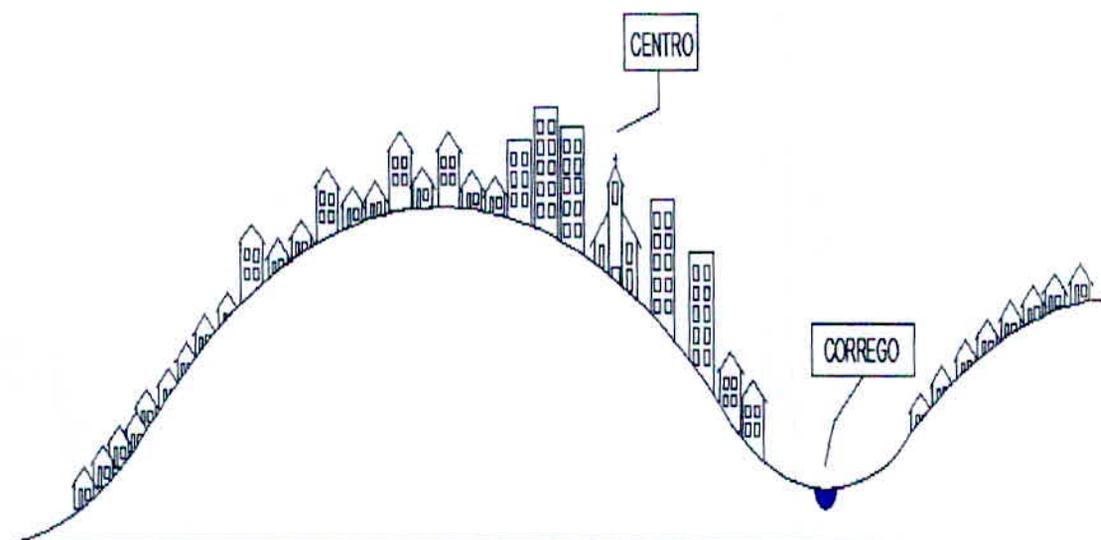
Para a identificação da área vulnerável ao alagamento na cidade de Paraguaçu, foram analisados seus aspectos físicos, utilizando mapas e documentos disponibilizados pela Prefeitura Municipal, índices pluviométricos, pesquisa de campo, fotos, registros, pesquisa bibliográfica, entrevista, busca por reportagens e análise de dados.

A pesquisa bibliográfica foi elaborada com auxílio de livros, artigos, monografias, leis, sites de órgãos públicos e plano diretor da cidade de Paraguaçu.

### 4.1 Aspectos físicos

A maior parte da área urbana de Paraguaçu situa-se sobre um morro em forma de meia esfera e na base deste morro estão os córregos dos Tomés, Juventino e ribeirão do Carmo como mostra a figura 3.

Figura 3: Desenho esquemático do relevo da região urbana de Paraguaçu



Fonte: Autor



### 4.3 Caracterização do problema

Na cidade de Paraguaçu, quando ocorre intensas precipitação apresenta um quadro caótico de alagamento no centro da cidade, causando obstrução do tráfego, o excesso de lixo se acumula na rua, lamaçais, invasão da água nos comércios e residência, entre outros.

A área de estudo compreende a Rua Marcos Souza Dias, onde ocorre o alagamento, com o cruzamento da Rua Presidente Vargas, Rua Prefeito Nestor Eustaquio e Rua Paula Dias.

O sistema de escoamento das águas pluviais do município de Paraguaçu ao longo de sua história passou por algumas reformas e ampliação, de acordo com que a cidade progredia, sempre para atender sua demanda. A norma regularizadora deste sistema no município é encontrada no plano diretor, no artigo 37.

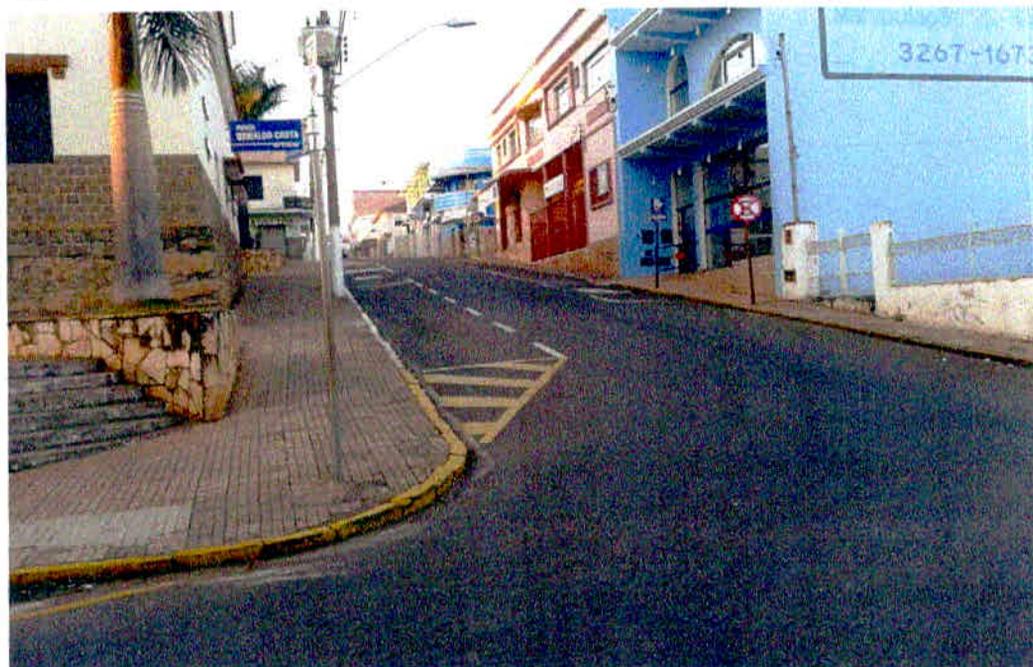
Segundo o plano diretor do Município de Paraguaçu:

Art. 37. A política municipal de saneamento ambiental visa a assegurar a proteção da saúde da população e a salubridade ambiental urbana e rural por meio do abastecimento de água potável em quantidade suficiente para a higiene e conforto; coleta e tratamento dos esgotos sanitários; drenagem de águas pluviais; manejo integrado de resíduos sólidos e controle de vetores.(2005, Plano diretor Paraguaçu, p 24).

Quando ocorrem as precipitações mais intensas, a água em seu curso natural desce do ponto mais alto até o ponto mais baixo. A maior parte desta água seria absorvida pelo solo e o restante iria até a área mais baixa da cidade onde estão os córregos.

Devido ao processo de urbanização, houve a impermeabilização da maior parte deste solo o que faz com que grande parte da água da chuva não seja absorvida por este e então desça em grande volume e velocidade até a área mais baixa e em situações de intensas precipitações ocasionando alagamentos. A cidade possui sistema de drenagem pluvial, porém se encontra defasado e obsoleto. Com mostra a figura 5, onde não possui bocas de lobo no cruzamento da Rua Prefeito Nestor Eustaquio, e Rua Marcos Souza Dias.

Figura 5. Cruzamento sem Boca de lobo.



Fonte: O autor 01/06/2014

Quando o sistema de drenagem é impedido de funcionar, no caso de Paraguaçu devido a ineficiência e ao acúmulo de lixo na rede pluvial, isso faz com que a água volte a fazer seu circuito natural. A água da chuva ao longo de seu caminho, da área mais alta até a área mais baixa, vai se aumentando criando grandes enxurradas além de se acumular em certos pontos causando os alagamentos. A figura 6 mostra a o escoamento da água, invadindo a via. Figura 7 mostra a boca de lobo obstruída.

Figura 6 . Escoamento da água



Foto: Júlio C. Bueno

Fonte: Júlio C. Bueno 04/04/2010

Figura 7. Boca de lobo obstruída pela água



Fonte: Júlio C. Bueno 04/04/2010

Em certos pontos da cidade, principalmente nas vias onde o solo é plano, a água da chuva acaba se represando, figura 9, por não ter força suficiente pra chegar até as áreas mais e baixa e também por não ter uma rede de drenagem. Essas áreas é o principal ponto de alagamento do município e se localiza em torno na Praça Oswaldo Costa, figura 8, principal centro financeiro, comercial, turístico e histórico da cidade.

Figura 8: Local de estudo.



Fonte: Autor 01/06/2014

Figura 9. O centro de Paraguaçu- MG após a chuva



Fonte: Julio Cezar Bueno Ferreira 01/2013

#### 4.4 Características hidrológicas

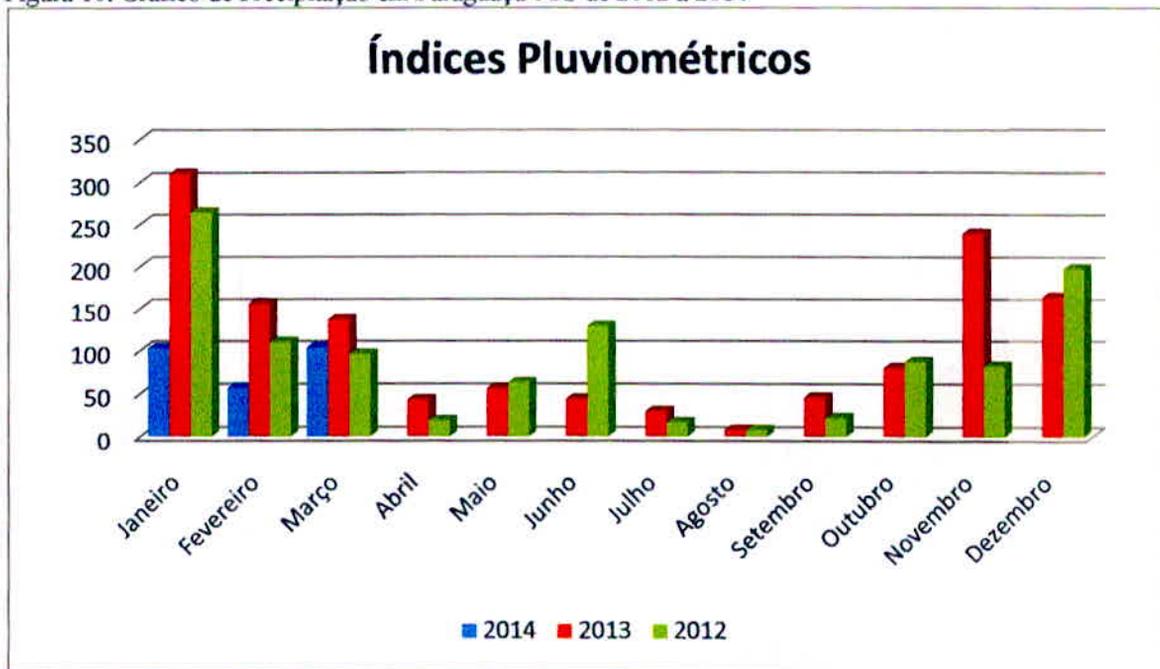
Para análise pluviométrica, foram usados os dados do controle pluviométrico de 2004 até Março de 2014 da Fazenda Ipezinho, sendo estes dados coletados pelo proprietário José Hermano Prado, que deu início a esta medição desde 1994, hoje muito utilizado pela empresa Emater (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais) localizada em Paraguaçu. A tabela 3 mostra a altura de precipitação de Janeiro de 2004 até Março de 2014.

Tabela 3. Altura de precipitação em Paraguaçu-MG

Precipitação Mensal em (mm)- Fazenda Ipezinho - Paraguaçu												
	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	Média
Janeiro	103	310	264	364	258	357	175	646	237	527	207	313,45
Fevereiro	57	156	110	81	196	231	219	68	186	59	388	159,16
Março	104	137	96	303	262	162	246	94	324	211	122	187,32
Abril		43	19	64	24	96	220	107	24	75	66	73,80
Maiο		56	63	10	11	57	39	76	7	150	43	51,20
Junho		44	129	23	20	62	22	7,5	24	21	40	39,25
Julho		30	17	0	13	21	0	48,5	26	53	41	24,95
Agosto		8	8	8	0	49	32	0	20	8	0	13,30
Setembro		46	22	1	37	164	86	24	99	68	14	56,10
Outubro		80	87	166	74	101	110	204	181	36	106	114,50
Novembro		239	82	32	199	126	227	220	279	110	196	171,00
Dezembro		164	198	272	323	348	290	108	287	315	274	257,90
Total Anual	264	1313	1095	1324	1417	1774	1666	1603	1694	1633	1496,3	-

Fonte: José Hermano Prado (Fazenda Ipezinho) 25/05/2014

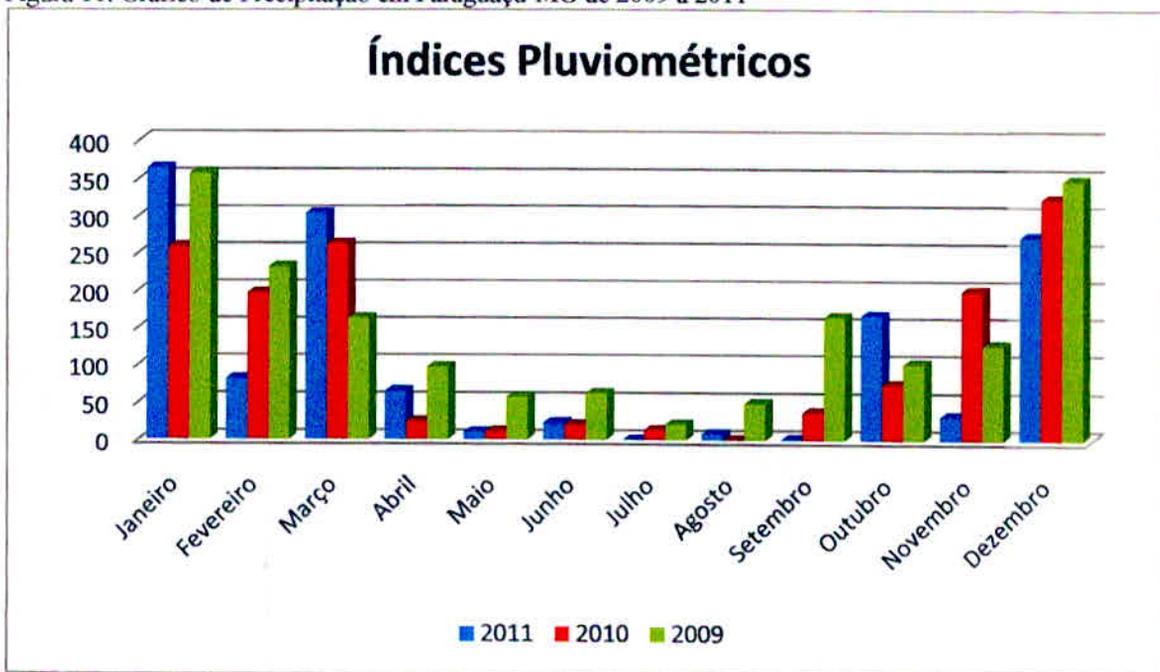
Figura 10. Gráfico de Precipitação em Paraguaçu-MG de 2012 a 2014



Fonte: José Hermano Prado (Fazenda Ipezinho) 25/05/2014

A figura 10 mostra a quantidade de chuva que ocorreu no período de 2012 a 2014, evidenciando que em janeiro de 2013 o volume de chuva foi o mais elevado e que um dos alagamentos que ocorreram no município foi neste período com evidencia a figura 9.

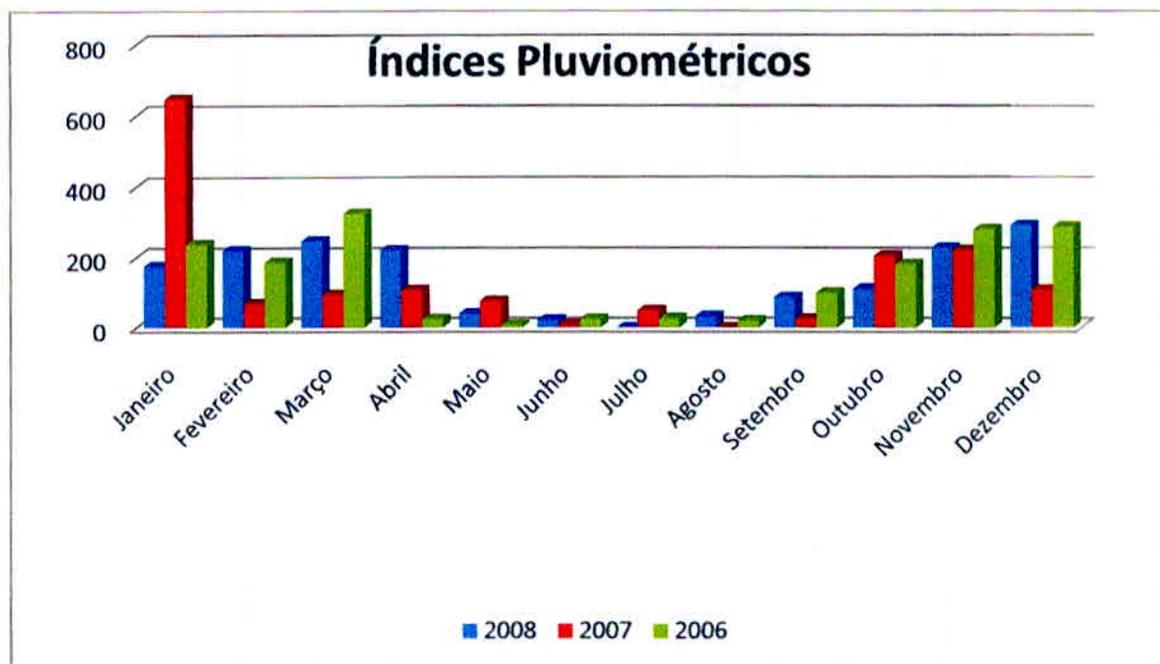
Figura 11. Gráfico de Precipitação em Paraguaçu-MG de 2009 a 2011



Fonte: José Hermano Prado (Fazenda Ipezinho) 25/05/2014

O gráfico apresentado na figura 11 mostra que os índices pluviométricos deste período foram maiores nos meses de Janeiro e Dezembro.

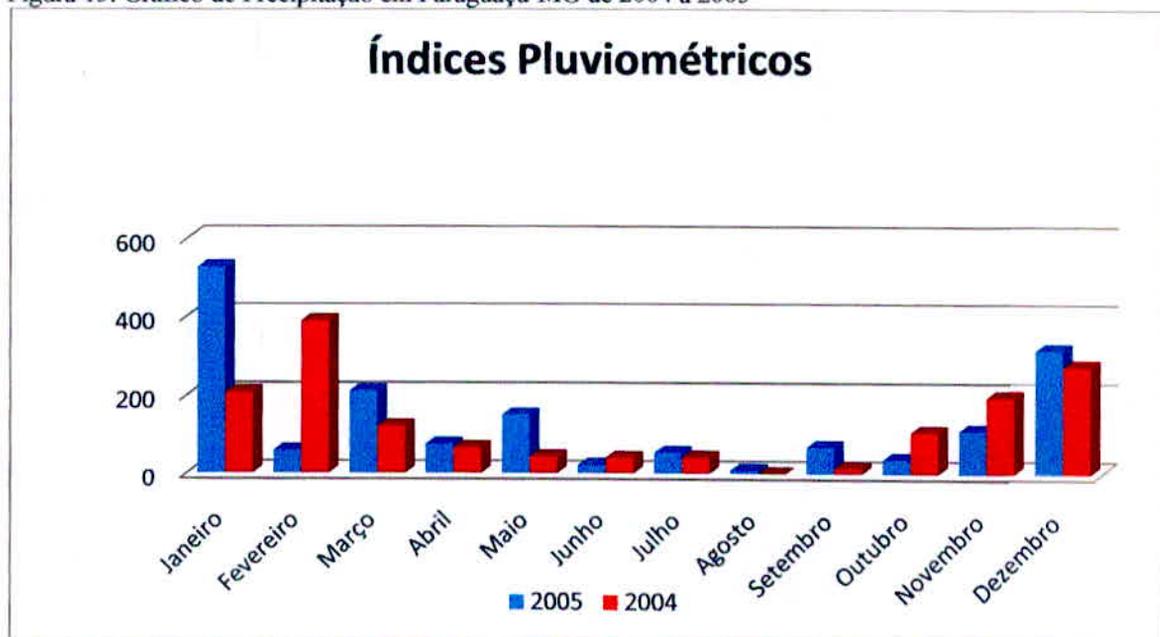
Figura 12. Gráfico de Precipitação em Paraguaçu-MG de 2006 a 2008



Fonte: José Hermano Prado ( Fazenda Ipezinho) 25/05/2014

A figura 12 mostra no mês de Janeiro de 2007 um índice mais alto de precipitações de 2004 até Março de 2014.

Figura 13. Gráfico de Precipitação em Paraguaçu-MG de 2004 a 2005



Fonte: José Hermano Prado (Fazenda Ipezinho) 25/05/2014

A Figura 13 apresenta em agosto de 2004 índice zero de ocorrência de chuva sendo este mês considerado o de menor volume de precipitação do período em estudo.

Segundo José Hermano Prado a última chuva que causou alagamentos na cidade foi a referente ao mês de Fevereiro de 2013 e no jornal da Cidade “A voz da Cidade” mostrou no dia 13 de março de 2010 o estrago que a chuva fez referente às chuvas do dia 04 de março de 2010 (anexo).

Fatores que contribuíram para o alagamento do centro da cidade de Paraguaçu

- A urbanização tem grande impacto, pois com o crescimento populacional favoreceu a maior impermeabilização do solo, fazendo com que o volume de escoamento de água aumentasse drasticamente, principalmente após a pavimentação ser substituída de paralelepípedo para asfalto.
- Lixos e detritos, arrastados pelas enxurradas, causam obstrução nos dispositivos hidráulicos.
- Inexistência de projeto pluvial.
- Ausência do dimensionamento da rede pluvial.
- Falta de manutenções nas redes.
- Bocas de lobo insuficientes.
- Ausência de sarjetas.

#### **4.5 Caracterização do sistema**

Dados da bacia delimitada.

- Área de 7.337,96 m<sup>2</sup> ou 0,733 ha.
- Característica da ocupação: A área é considerada totalmente urbanizada.
- No estudo possui foi contabilizados a presença de seis bocas de lobos todas em estado de má conservação e algumas obstruídas com presença de muito lixo como mostra a figura 14.

Figura 14: Lixo na boca de lobo



Fonte: Autor

#### 4.6 Caracterização da microdrenagem urbana

Utilizando a equação 2 encontramos a intensidade de chuva:

$$i = \frac{3810,660 \times 10^{0,207}}{(10 + 20,341)^{1,075}}$$

$$i = 156,60 \text{ mm/h}$$

O valor de  $i = 156,60 \text{ mm/h}$ , passamos a calcular a vazão:

Utilizando a equação 1.

$$Q = \frac{1,0 \times 156,60 \times 0,733}{360}$$

$$Q = 0,318 \text{ m}^3/\text{s. ou } 318 \text{ l/s}$$

$C = 1,0$  para área totalmente urbanizada conforme tabela 1.

$A = 7.337,96 \text{ m}^2$  ou  $0,733 \text{ ha}$ .

Cálculo da vazão que passa nas bocas de lobo:

Quando a boca de lobo é uma grelha (Tomaz 2008) utiliza a equação de (FHWA 1996) que afirma que as grelhas funcionam como um vertedor de soleira livre, para profundidade de lâmina até 12 cm.

A equação é a seguinte:

$$Q = 1,66 \times P \times y^{1,5}$$

Onde:

Q= Vazão de engolimento da grelha (m<sup>3</sup>/s)

P= Perímetro da boca de lobo (m).

y = altura de água na sarjeta sobre a grelha (m).

Tomaz (2008) quando a grelha é adjacente a uma boca de lobo simples, para a contagem do perímetro é descontado o lado que está junto a boca de lobo.

A grade tem comprimento de 0,90 metros por 0,30 metros de largura.

$$P = (0,90) + (0,30 \times 2)$$

$$P = 1,50 \text{ metros}$$

O local onde estão posicionadas as bocas de lobo não possui sarjeta, adotou-se o valor de y= 0,06 metros considerando que se a água chegar a esta altura no local mais desfavorável alcançara a altura do meio-fio causando transtornos no tráfego de veículos e pedestres na via.

Cálculo da vazão de engolimento:

$$Q = 1,66 \times P \times y^{1,5}$$

$$Q = 1,66 \times 1,50 \times 0,06^{1,5}$$

$$Q = 0,03659 \text{ m}^3/\text{s} \text{ ou } 36,59 \text{ L/s}$$

Sendo Q= 0,03659 m<sup>3</sup>/s, mostra a vazão para um boca de lobo.

Considerando que no local de estudo foi contabilizada seis bocas de lobo.

$$Q_T = 36,59 \times 6$$

$$Q_T = 219,57 \text{ l/s}$$

Após avaliar os cálculos observamos que :

A vazão da bacia com área de 0,7337 ha : $Q = 0,318 \text{ m}^3/\text{s}$ . ou 318 l/s

Sendo menor do que a quantidades de bocas de lobo existentes:  $Q_T = 219,57 \text{ l/s}$

Assim concluímos que a quantidade de bocas de lobos é insuficiente para realizar o escoamento superficial das águas pluviais.

## 5 INDICAÇÃO DE SOLUÇÕES

Embora Paraguaçu- MG, seja uma cidade pequena e com uma densidade demográfica baixa os alagamentos e enxurradas causadas pelas águas pluviais vêm se tornando cada vez mais freqüente.

Este evento é causado por vários fatores, primeiramente é o acúmulo do lixo jogado nas ruas como plásticos, papéis, folhas secas, galhos, areia, terra e resíduos da construção civil, que acaba se acumulando e quando chove todo esse lixo mistura-se a água que tem como destino os bueiros e córregos em seqüência é a respeito da manutenção das redes de escoamento pluvial que não é realizada periodicamente, também é precária a limpeza das ruas e coleta de lixo tudo isto somado ao pouco investimento no setor de saneamento potencializa o problemática do município, segundo o departamento de obra da prefeitura o projeto do sistema de rede pluvial se perdeu durante a mudança da Prefeitura na última gestão ou seja dificulta a manutenção destas redes, e por último a impermeabilização do solo que só agravou o problema.

A maioria destes problemas depende diretamente da Prefeitura municipal para serem resolvidos, já que é ela a responsável pela manutenção da rede pluvial, e com o auxílio do plano diretor do município e com um estudo das áreas de vulnerabilidade, assim como este trabalho, é possível tomar medidas preventivas e regularizadoras para que tal fenômeno não ocorra garantindo assim a segurança da população, do meio urbano e do meio ambiental.

Quanto às possíveis soluções, o próprio plano diretor do município já traz as principais medidas preventivas a serem tomadas. Basta que os poderes públicos do município as sigam ao contrário do que vem acontecendo.

Segundo o plano diretor de Paraguaçu:

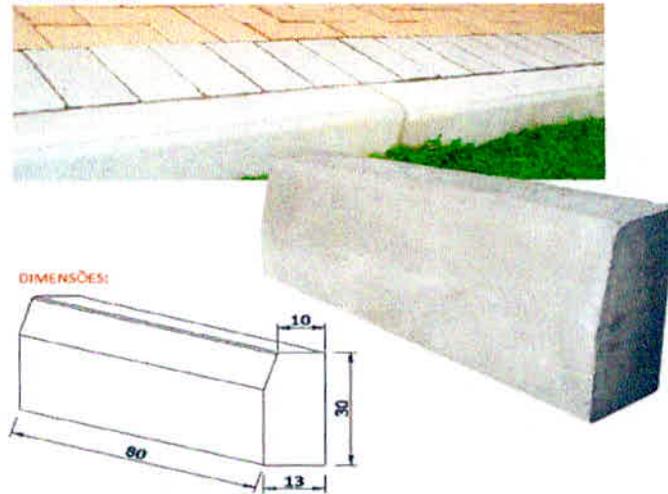
**Art. 61.** Deverá ser elaborado um plano de drenagem para a sede do município, detectando os problemas atuais e potenciais oriundos da expansão urbana e definindo as obras emergenciais na rede de drenagem de águas pluviais. (Plano diretor do município de Paraguaçu, p.28).

De maneira geral teve boa aceitação a mudança da pavimentação de paralelepípedo por asfalto, conforme descrito no trabalho devido às irregularidades de manutenção do paralelepípedo. E destruir a pavimentação atual para recolocação de pavimentos permeáveis não seria viável economicamente.

Uma das propostas a serem feitas é tentar reabilitar o atual sistema de drenagem pluvial redimensionando e implantando um novo projeto, estabelecer um padrão de projeto para os demais loteamentos que virão a ser construídos, aumentando da quantidade de bocas de lobo, a construção de sarjetas, realizar limpeza e manutenções periódicas.

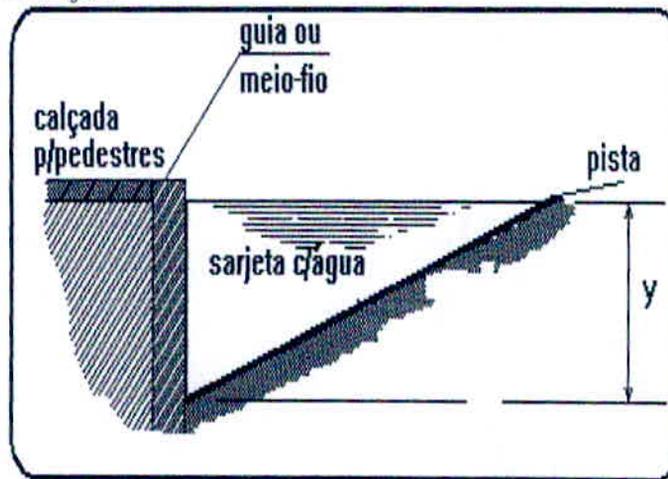
## 6 ANEXOS

A: Meio Fio



Fonte: Ardósia Paraopeba

B: Sarjeta



Fonte: Microdrenagem (Apostila de Carlos Fernandes)

C : Boca de lobo



Boca de lobo instalada

Fonte: Tecnoart

D: Poços de visita



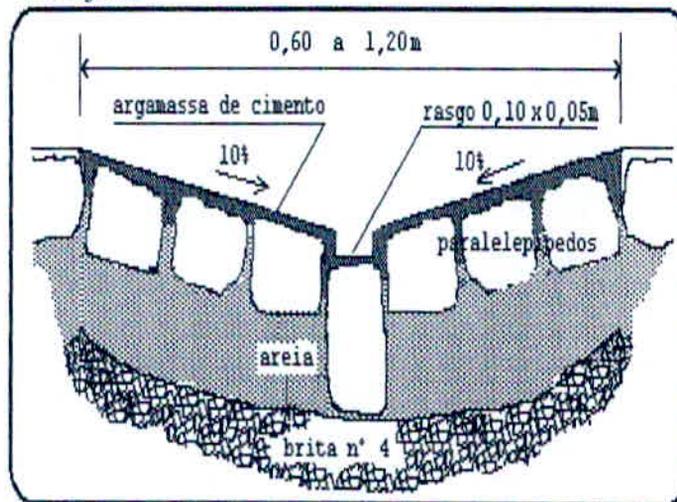
Fonte: Professor Watanabe ( Drenagem urbana)

E: Galerias



Fonte:Parque dos Santurios

F: Sarjetões



Fonte: Microdrenagem (Apostila de Carlos Fernandes)

Tabela 4: Coordenadas geográficas e parâmetros da equação de chuvas intensas para os municípios da Associação dos Municípios do Lago de Furnas (ALAGO) e da região Oeste de Minas Gerais.

LOCALIDADES (ALAGO E OESTE DE MG)	Lat (S)	Long (W)	Alt (m)	K	b	a	c
1. Aguanil	20°56'	45°23'	823	3643,659	29,581	0,171	1,011
2. Alfenas	21°25'	45°56'	881	3810,884	20,339	0,207	1,075
3. Alpinópolis	20°51'	46°23'	876	3156,330	17,827	0,205	1,009
4. Alterosa	21°14'	46°08'	843	3571,337	18,518	0,216	1,047
5. Arcos	20°16'	45°32'	740	826,446	10,188	0,194	0,742
6. Arçado	21°21'	46°08'	815	3645,200	19,111	0,213	1,056
7. Bambuí	20°00'	45°58'	706	978,2050	17,83	0,187	0,722
8. Boa Esperança	21°05'	45°33'	775	4291,578	31,733	0,175	1,025
9. Cabo Verde	21°28'	46°23'	927	3543,313	18,233	0,218	1,044
10. Campo Belo	20°53'	45°16'	945	3628,243	29,525	0,171	1,011
11. Campo do Meio	21°06'	45°49'	785	3541,593	20,620	0,199	1,038
12. Campos Gerais	21°14'	45°45'	843	3830,386	20,705	0,206	1,071
13. Cana Verde	21°01'	45°10'	867	3630,718	29,535	0,171	1,011
14. Candeeiras	20°46'	45°16'	967	3627,415	29,519	0,171	1,011
15. Capitólio	20°36'	46°03'	766	2049,092	16,674	0,168	0,913
16. Carmo do Rio Claro	20°58'	46°07'	830	2608,310	17,324	0,186	0,961
17. Cláudio	20°26'	44°45'	832	692,251	9,716	0,204	0,688
18. Coqueiral	21°11'	45°26'	867	5949,010	38,665	0,179	1,059
19. Córrego Fundo	20°26'	45°33'	844	940,881	10,863	0,192	0,758
20. Cristais	20°52'	45°31'	873	3641,217	29,412	0,171	1,009
21. Divinópolis	20°08'	44°53'	712	2.377,021	22,171	0,205	0,869
22. Divisa Nova	21°30'	46°11'	877	3663,250	19,489	0,210	1,059
23. Elói Mendes	21°36'	45°33'	907	4262,090	23,324	0,209	1,067
24. Fama	21°24'	45°49'	776	3810,506	20,341	0,207	1,075
25. Formiga	20°27'	45°25'	841	1320,945	14,740	0,191	0,808
26. Guapé	20°45'	45°55'	760	2048,334	16,670	0,168	0,913
27. Iguatama	20°10'	45°42'	664	819,687	10,121	0,194	0,741
28. Ilicinea	20°56'	45°49'	857	2126,349	17,075	0,169	0,917
29. Itapeverica	20°28'	45°07'	835	734,727	10,032	0,203	0,694
30. Itaúna	20°04'	44°34'	880	3481,557	31,697	0,240	0,964
31. Lavras	21°14'	44°59'	919	10224,810	56,281	0,187	1,149
32. Machado	21°40'	45°55'	820	3811,290	20,340	0,207	1,075
33. Nepomuceno	21°14'	45°14'	840	9821,279	54,553	0,187	1,141
34. Oliveira	20°41'	44°49'	982	692,260	9,716	0,204	0,688
35. Pains	20°22'	45°39'	693	837,842	10,219	0,194	0,744
36. Paraguaçu	21°32'	45°44'	826	3810,660	20,341	0,207	1,075
37. Perdões	21°05'	45°05'	842	7201,555	43,123	0,188	1,087
38. Pimenta	20°29'	45°47'	776	2048,582	16,671	0,168	0,913
39. Piumhi	20°27'	45°57'	793	2049,118	16,674	0,168	0,913
40. Ribeirão Vermelho	21°11'	45°03'	808	10219,194	56,255	0,187	1,149
41. Santo Antônio do Monte	20°05'	45°17'	919	1727,084	19,210	0,189	0,870
42. São João Batista do Glória	20°38'	46°30'	695	2122,868	16,736	0,173	0,915
43. Três Pontas	21°22'	45°30'	885	5690,461	32,626	0,200	1,080
44. Varginha	21°33'	45°25'	916	5987,104	32,694	0,218	1,087

Fonte: ESTIMATIVA DE CHUVAS INTENSAS PARA O OESTE DE MINAS GERAIS E O ENTORNO DO RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE FURNAS

Figura 15: Notícia das chuvas de Paraguaçu.

## Prefeitura repara danos causados pelas fortes chuvas

**C**om a intensidade das chuvas recentes, houve muitos danos na cidade e também na zona rural, como queda de pontes (nos bairros da Escaramuça, Lagoa, Macuco e Lagoa Preta), rompimento de açudes, quebra de mata-burros e queda de árvores impedindo o acesso as propriedades rurais. Na região urbana, houve transbordamento de córregos, com alagamento de ruas, ruptura de redes pluviais, acúmulo de dejetos nas vias públicas e danos nos calçamen-

tos em bloquetes.

A prefeitura, através da secretaria de Obras, já está tomando providências para o restabelecimento dos locais danificados, como a reconstrução da ponte do bairro da Lagoa, os calçamentos em bloquetes, concerto das redes pluviais e a limpeza das ruas. O secretário Gabriel Pereira de Moraes Filho conta que, dentro dos próximos dias, a prefeitura concluirá os demais danos ocasionados pelas fortes chuvas.

Fonte: Jornal a Voz da Cidade

## 7 REFERÊNCIAS

ADASA -A Agência Reguladora de Água, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal, 2014. Disponível em:

[http://www.adasa.df.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=128&Itemid=288](http://www.adasa.df.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=128&Itemid=288) Acessado em 16/06/2014 as 21:00 horas.

ARDÓSIA PARAOPEBA, Disponível no site:

[http://www.ardosiaparaopeba.com.br/produtodetalhado.php?id\\_produto=80](http://www.ardosiaparaopeba.com.br/produtodetalhado.php?id_produto=80). Acesso: 05/07/2014

BOTELHO, M. H. C.- **Águas de chuva: Engenharia das águas pluviais**. Editora; Blucher, São Paulo. Pág 07- 30. 2011

COMITÊ PARDO - **Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo**. Disponível em <http://www.comitepardo.com.br/boletins/2004/boletim05-04.html>7 Acessado 16/06/2014 as 19:22

FERNANDES, C. Microdrenagem – Um estudo inicial, DEC/CCT/UFPB, campina grande, 2002. Disponível no site:

<HTTP://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/Dren01.html>. Acesso: 05/07/2014

GRIBBIN , JOHN. B. **Introdução a Hidraulica, Hidrologia e Gestão de Aguas Pluviais** 3º edição. Editora: Cengage Learning 2012

HANSMANN, H. Z. – Descrição e Caracterização das Principais Enchentes e Alagamentos de Pelotas- RS- Universidade Federal de Pelotas.2013

HENRIQUES. WAGNER. V. O.- Projeto de drenagem nos padrões do município do Rio de Janeiro- Universidade Federal do Rio de Janeiro.2013

HOUGHTALEN, R. J. -**Engenharia hidráulica** 4º edição, Editora Pearson, São Paulo. Pág. 270. 2013

IBGE :: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/> Acessado em 13/06/2014

JORNAL A VOZ DA CIDADE- Paraguaçu –MG, 13/04/2010

LEI FEDERAL Nº 11.445 DE 5 DE JANEIRO DE 2007.- Estabelece Diretrizes nacionais para o saneamento Básico e para a Política federal de saneamento básico.

MANUAL DE DESASTRES NATURAIS, vol I, Brasília 2003. Disponível em : <http://www.defesacivil.mg.gov.br/conteudo/arquivos/manuais/Manuais-de-Defesa-Civil/Manual-Desastres-Naturais-Vol-1.pdf> Acessado em 14/06/2014 as 18:00 horas.

MUNDO CIÊNCIA: Disponível em: <http://mundociencia.webnode.com.br/reciclagem/ciclo-hidrologico/> Acesso: 05/06/2014

NETTO, A. C.- **Sistema Urbanos de Drenagem** 1998. Disponível em : [WWW.ebah.com.br/content/ABAAAgShUAH/apostila-drenagem-urbana-prof-cardoso-neto](http://WWW.ebah.com.br/content/ABAAAgShUAH/apostila-drenagem-urbana-prof-cardoso-neto) Acessado em 15/06/2014.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Disponível em: [http://www.internationali.com.br/ORGANIZAC%CC%A7A%CC%83O\\_MUNDIAL\\_DA\\_SAU%CC%81DE\\_MIBFINAL.pdf](http://www.internationali.com.br/ORGANIZAC%CC%A7A%CC%83O_MUNDIAL_DA_SAU%CC%81DE_MIBFINAL.pdf) Acesso em 25 de Maio de 2014.

PARQUE DO SANTURIOS. Disponível no site: <http://www.parquedosanturios.com.br/site/galerias-pluviais/>. Acesso em 05/07/2014

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTAVEL. Orientações Básicas para Drenagem Urbana. 2006 Belo Horizonte.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL: Disponível em <http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1084&s> Acesso em: 01/06/2014

SILVA, R. e CERQUEIRA. E. G. – O Impacto da expansão sobre a drenagem: Estudo de caso – Avenida Luis Tarquino, Lauro de Freitas- BA. Universidade Federal da Bahia.2009.

SILVEIRA, A.L.L. **Gestores Regionais de Recursos Hídricos**. Instituto Federal do Rio grande do Sul, 1º edição.2002.

SILVEIRA, A. L. L. e GOLDENFUM, J. A .-RBRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 12 n.2 Abr/Jun 2007, 157-168- **Metodologia Generalizada para Pré-Dimensionamento de Dispositivos de Controle Pluvial na Fonte**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas — UFRGS - Porto Alegre — RS pág 157

SITE Prefeitura Municipal Paraguaçu, <http://www.paraguacu.mg.gov.br/web/principal.php?go=10>. Acesso dia 16/06/2014 as 10:00h.

TECNOAT, Disponível no site: <http://www.tecnoart.com.br/nossos-produtos.php>. Acesso: 05/07/2014

TOMAZ, P. **Curso de manejo de águas pluviais**.2008 Disponível em: [http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/Novos\\_livros/livro\\_calculoshidrolicos/capitulo05\\_Microdrenagem.pdf](http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/Novos_livros/livro_calculoshidrolicos/capitulo05_Microdrenagem.pdf) Acessado em 28/06/2014

TREVISOL, J.P. e BACK, A. J. I UNESC - Universidade do Extremo Sul Catarinense –  
AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO NA DRENAGEM SUPERFICIAL  
NO CENTRO DE FORQUILHINHA, SC. 01/2011

TUCCI, C.E.M, org. **Hidrologia – ciência e aplicação**. Porto Alegre: FRGS/EDUSP/ABRH,  
1993.

TUCCI, C.E.M. **Plano Diretor de Drenagem Urbana: Princípios e Concepções**. Revista  
Brasileira de Recursos Hídricos, Instituto de Pesquisas Hidráulicas – UFRGS, n.2, p.1-8,  
1997.

TUCCI, C.E.M. **Gerenciamento da drenagem urbana**. Revista Brasileira de Recursos  
Hídricos, Vol. 7, p. 5-27. 2002

TUCCI, Carlos E. M. **Gerenciamento integrado das inundações urbanas no Brasil**. REGA  
– Vol. 1, no. 1, p. 59-73, jan./jun. 2004.

TUCCI, Carlos E. M. Blog do Tucci 2013. Disponível em <[rhama.net/wordpress](http://rhama.net/wordpress)> Acessado  
em 14/06/2014.

TUCCI.C.E.M. **Inundações urbanas, um problema universal**: Blog Tucci 31 de maio de  
2013. Disponível em [blog.rhama.net](http://blog.rhama.net), Acesso em 17/06/2014 as 07:57 horas

WATANABE. Drenagem Urbana, (2009). Disponível no site:  
<http://www.ebanataw.com.br/drenagem/drenagem.htm>. Acesso em 05/07/2014