

## CONJUNTO DE DRENAGEM URBANA NAS CIDADES E SUA IMPORTÂNCIA NA REDUÇÃO DE INUNDAÇÕES E ENCHENTES

Beatriz Livia de Assis Silva<sup>1</sup>; Ingrid de Cássia Alves de Oliveira<sup>1</sup>; Luana Lais Nascimento Bueno<sup>1</sup>; Tamires Paulo da Silva<sup>1</sup>; Júlio César Swartele Rodrigues<sup>2 3</sup>; Mayara dos Santos Amarante<sup>2 4</sup>.

### RESUMO

Na construção civil o sistema de drenagem de águas pluviais é de grande importância para a boa organização das cidades, o sistema bem aplicado do manejo das águas traz soluções consideráveis para a população, como economia, bem estar, organização e até mesmo melhorias relacionadas à saúde. O sistema é utilizado em larga escala, abrangendo desde grandes cidades até cidades consideradas pequenas e conta com estudos e projeto de melhorias para o alcance do maior número de cidades e bairros. Estudos revelam que o sistema de drenagem tem sido notado anos a.C sendo aprimorado desde então de acordo com a necessidade e conhecimento da população e atualmente com o auxílio de tecnologias que trabalham juntas em busca de avanços notáveis sobre o tema.

Neste artigo notaremos detalhes sobre a composição desse sistema como histórias, evolução, leis, projetos, materiais, patologias entre outros assuntos relacionados. O estudo foi baseado no método de pesquisa bibliográfica, que pretende determinar um parâmetro comum entre os fatos narrados pelos autores e suas obras. A coleta de dados ocorreu por meio de pesquisa bibliográfica em livros, artigos e sites, comparados um a um para captar o maior número de informação para um resultado mais preciso.

**Palavras chave:** drenagem; águas pluviais; manejo das águas.

### ABSTRACT

In construction, rainwater drainage system have a big importance to city organization, the system well applied in the manage of Rainwater brings considerable solutions to the population, as economy, well-being, organization and even healthy improvement. The system is large used, ranging from big cities to cities that are considered small and has study and improvement project to reach the largest number of cities and neighborhoods. Studies show that the drainage system has been notice years before Crist and being improved since them according to need and knowledge of the population and currently with technologies working together on striking advancement on the subject.

In this article we will note some details about the composition of this system as history, evolution, laws, project, materials, pathology and other subjects. The study was based on bibliographic search methods, which intends to determine a common parameter between the facts narrated by the authors and their works. The collect of informations was based on book search, articles and websites, compared one by one to collect the largest number of information to lead to accurate result.

**Keywords:** Drainage; Rainwater; water management.

## 1 INTRODUÇÃO

Precedentemente, no final do século XIX era comum observar grande área livre próximas de cidades em crescimento. De acordo com Gobbi (2015) a urbanização e loteamento iniciaram-se no século XX juntamente com os avanços globais, desde então, houve transformações em ações da natureza.

A ação da chuva moldou sua secção de equilíbrio, resultando em ações erosivas versus sua constituição do universo físico que conseqüentemente, iniciaram problemas de

---

1 Bacharelados do Curso de Engenharia de Civil, Centro Universitário Braz Cubas, Brasil.

2 Professor Titular do Centro Universitário Brazcubas.

3 Mestrado em Tecnologias Ambientais pelo Centro de Educação Tecnológica Paula Souza, Brasil (2011).

4 Mestrado em Ciências e Tecnologias Espaciais pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brasil (2014).

diversas naturezas, principiando a dificuldade para uma drenagem adequada quando da ocorrência de eventos hidrológicos de alta intensidade (BOTELHO, 2011, p.17).

Acarretando tal problema, a humanidade em seu processo de urbanização estabeleceu meios de impermeabilização das áreas, de forma que o solo tivesse uma melhor funcionalidade e maior eficácia para as atividades exercidas e locomoção de indivíduos.

Ao decorrer do tempo houve o crescimento populacional, e acompanhando tal fenômeno, a impermeabilização de áreas teve grande ascensão devido ao surgimento de grandes cidades. Desde então, os planejamentos de sistemas pluviais ficaram desordenados, resultando em alagamentos e enchentes. Portanto, a impermeabilização dos solos em áreas urbanas deve caminhar junto com projetos de galerias de águas pluviais, evitando enchentes nas vias de nível baixo e organizando a vazão até o corpo receptor (córregos, rios e mares) (BOTELHO, 2011).

Segundo Albert Einstein (1955) “os problemas com que nos deparamos hoje, não podem ser resolvidos com o mesmo pensamento que, em primeira instância, ajudou a criar esses problemas”. Dentro deste contexto, o presente trabalho trata de uma revisão sobre elementos constituídos na drenagem urbana atual, apresentando como alternativa a melhoria do equilíbrio ambiental em relação às enchentes e inundações em cidades.

## **2 EVOLUÇÃO DA DRENAGEM URBANA**

De acordo com o site RHAMA (2016), o conceito de drenagem urbana representa fidelidade à prática da antiguidade com problemas de águas pluviais nas cidades, resultando em tratamentos para captação da água da chuva o mais rápido possível.

Para Philippi Jr. (2005), drenagem e manejo de águas pluviais urbanas são o conjunto de atividades de infraestrutura e instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, de transporte, de detenção ou de retenção das águas da chuva para o amortecimento de vazões de cheias.

A evolução urbana iniciou-se pela Europa no período de 1800 a 1914, passando de 180 milhões para 460 milhões de pessoas, juntamente com aproximadamente 100 milhões que imigraram para a América. Este grande volume populacional ocasionou concentração da população em aglomerações a serviços das indústrias, com estes acontecimentos foram geradas novas cidades.

Conforme Benevolo (1971) o urbanismo moderno nasceu antes do termo, entre 1830 e 1850, seu surgimento foi em 1910 segundo G. Bardet (1990).

Os primeiros sistemas de drenagem foram constituídos pela civilização cretense na Ilha Creta que ficava entre o mar Mediterrâneo e o mar Egeu em 3000 a 2000 A.C. Estes povos possuíam preocupação nas elaborações de seus projetos e se inspiravam nos sistemas modernos, fazendo um bom planejamento para águas pluviais (ABIKO, Alex. 1995).

Matos, José (2003) relatou em seus aspectos históricos de drenagem que as inovações tecnológicas referentes ao sistema de saneamento básico intensificaram com o período do renascimento. Neste período houve constante preocupação com a saúde pública em vários países da Europa. Desde então, planejaram-se e iniciaram obras em relação à água de chuva. Com a substituição da construção de madeira para construções de alvenaria foi proporcionada a pavimentação das vias públicas e sistemas de drenagem de água canalizados para fora das mediações das cidades sendo interligadas com a coleta de esgoto.

Em conformidade com o site ciência e cultura, o crescimento constante populacional no Brasil ocorreu após a Proclamação da República, a qual ocasionou a frequência das inundações em função da impermeabilização e canalização em grandes metrópoles. Atualmente, o aumento da população urbana está nas periferias das metrópoles que geralmente são lugares baixos, portanto, estes mesmos ocupam áreas mananciais e de risco de inundações.

As primeiras canalizações de esgoto e água pluvial ocorreram no estado do Rio de Janeiro em 1561, mas alguns fatores dificultaram o progresso ao longo dos anos, as quais também são vistos nos dias atuais, de acordo com o site EOS organização e sistema são eles:

- Baixa qualidade técnica dos projetos e a dificuldade para obter financiamentos e licenças para obras;
- Falta de planejamento adequado;
- Volume insuficiente de investimentos.

Os padrões urbanísticos do país passaram por algumas reformas e iniciou-se à consolidação do conceito “higienista” do saneamento básico que levou à modificação das cidades brasileiras, visto que dentre os objetivos “higienista” estava como ideia libertar as cidades das águas nefastas, conduzindo-as organizadamente para um corpo d’água receptor (SANTOS, Bianca e OLIVEIRA, Nayara. 2018).

Em 1912, com a legitimação no Brasil do sistema separador absoluto, a drenagem passou ser um elemento obrigatório nos projetos de urbanização.

“O crescimento da consciência ambiental tem motivado interesse pelo problema das inundações e suas consequências ligadas à saúde e ao saneamento. Para conveniente seleção entre as muitas alternativas possíveis ao planejamento de drenagem urbano, é necessário escolher uma política ou partido de atuação que determine as decisões presentes e futuras” (CANHOLI, 2014, p.10).

### **3 ELEMENTOS BÁSICOS UTILIZADOS PARA DRENAGEM URBANA**

#### **3.1 Traçado correto da cidade**

Diversas práticas no projeto do sistema pluvial devem ser respeitadas como preservação de áreas em desnível. A identificação da geologia da área é fundamental no planejamento do uso dos elementos pluviais (CANHOLI, 2014).

A topografia da área evita urbanizar áreas excessivamente escarpadas. Áreas com trechos em declividade superior a 30% devem estar com área livre, com vegetações protetoras, caso contrário deve-se estudos para urbanização (BOTELHO, 2011, p. 25).

Com a implantação de uma cidade, o percurso desordenado da chuva passa a ser determinado pelo traçado das ruas e acaba se comportando de maneira diferente de seu comportamento original. Portanto, o traçado das ruas é o grande elemento a qual define o sistema de esgotamento pluvial, definindo a largura das ruas, suas declividades (FIGURA 1), características de lotes resultantes e fundos de vale (BOTELHO, 2011, p. 25).

Deve-se levar em conta também o sistema pluvial que controla as vazões pluviais a qual abrange a calha das ruas, escadarias, rampas, galerias, até a chegada das águas em rios, riachos e córregos. Um bom sistema pluvial evita erosões do terreno, alagamento da calha viária, chegada ordenada das águas aos receptores, etc. (BOTELHO, 2011, p. 25).

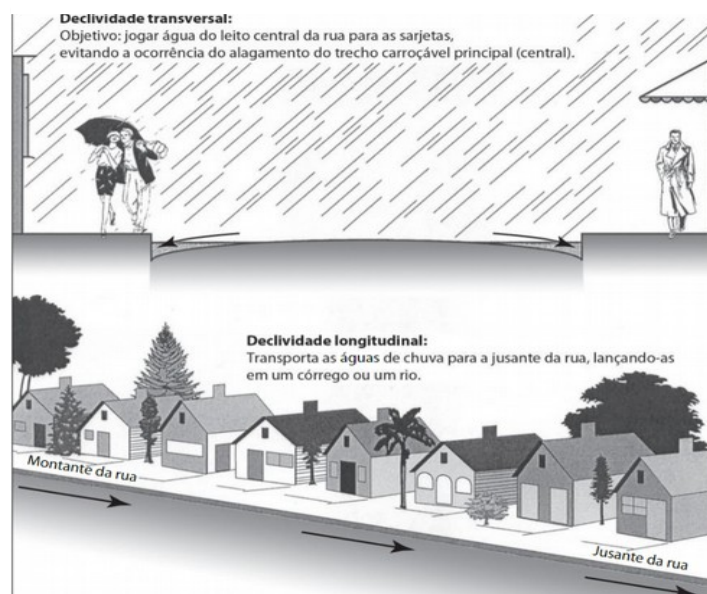


Figura 1: Sistema de escoamento pluvial nas ruas.

Fonte: BOTELHO, 2011.

### 3.2 Liberação de fundos de vale

De acordo com Botelho (2011), as águas da chuva deslocam-se até o fundo de vale a qual é o ponto mais baixo de um relevo acidentado. Nestes vales as águas podem encontrar um receptor de água permanente ou um fundo de vale seco. No planejamento de uma cidade, deve-se dar liberdade ao escoamento natural das águas, sem obstáculos ao longo dos fundos de vale.

### 3.3 Calha viária das ruas

De acordo com o departamento de tecnologia da USP (2015), a calha viária é o primeiro condutor das águas pluviais. Botelho (2011) cita que quando há uma enorme quantidade de chuva e não há capacidade de captura-la totalmente afim de não acontecer alagamentos, é proposto alguns constituintes da calha viária, sendo eles: bocas de lobo, bocas de leão, caixas com grelhas etc.

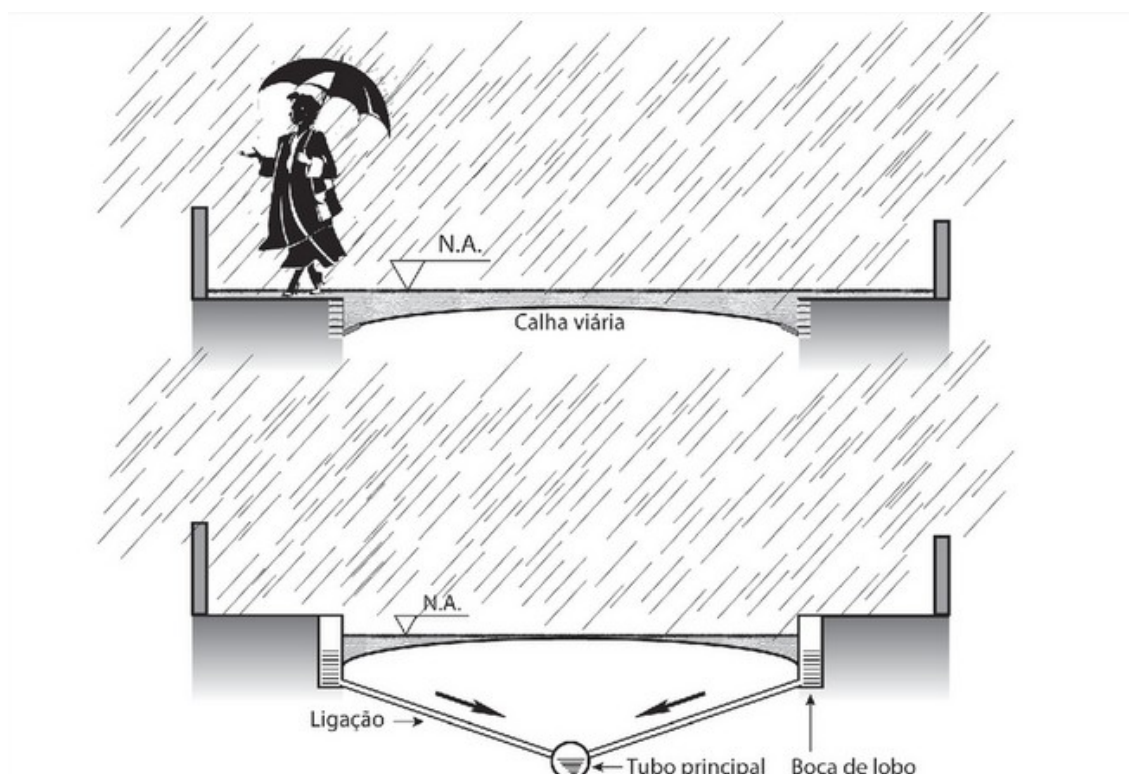


Figura 2: Calha viária nas ruas.

Fonte: BOTELHO, 2011.

Na figura acima temos duas situações, conforme a imagem superior, vemos uma rua inundada. A vazão presente é superior à capacidade da calha viária. Logo, na Figura 3 vemos a representação de uma rua com a captação das águas pluviais por bocas de lobo.

As vazões presentes nas bocas de lobo são dirigidas aos poços de visitas e após chegam às canalizações principais a qual as destina para córregos e rios.

### 3.4 Guias, sarjetas, sarjetões.

#### 3.4.1 Guias

Segundo IPR (2006), guias são dispositivos que orienta a drenagem superficial além da limitação de área da plataforma dos terrenos marginais, geralmente são encontradas em segmentos onde é comum e necessária a orientação do tráfego. Podemos encontrar algumas imagens de guias sendo instaladas no site da empresa Rhino Pisos, como a imagem a seguir:



Figura 3: Guias sendo instaladas.

Fonte: RHINO PISOS, 2019.

### 3.4.2 Sarjetas

De acordo com o site da institucional da Presserv Engenharia, as sarjetas são canais longitudinais que seguem o sentido das vias e são dirigidos a coletar e conduzir as águas superficiais da faixa pavimentada e da faixa de passeio até o dispositivo de drenagem, galeria, boca de lobo, etc. Geralmente são encontradas juntamente com as guias (FIGURA 4).



Figura 4: Guias e sarjetas em Nazaré Paulista.

Fonte: VC TERRA PLANAGEM.

### 3.4.3 Sarjetões

De acordo com o site Infra Estrutura Urbana (2011), os sarjetões são canais de seção triangular longitudinais que geralmente são encontrados nas cotas mais baixas de vias públicas e nos encontros dos leitos viários (Figura 5). Os sarjetões conectam sarjetas ou

encaminham efluentes para o sistema de águas pluviais, além de exercer a coleta de águas superficiais até os elementos de drenagem.



Figura 5: Sarjetões.

Fonte: BOTELHO, 2011.

### 3.5 Dispositivos de captação e gerenciamento de águas pluviais

#### 3.5.1 Introdução

De acordo com Botelho (2011), dispositivos são como verdadeiras armadilhas, pois quando a vazão da chuva é superior à capacidade de transporte na calha viária, é necessária uma armadilha desarmada para captação das águas pluviais.

#### 3.5.2 Boca de lobo

Uma boca de lobo é um dispositivo em que sua forma é de caixa coletora de água pluvial e a mais comum no sistema de captação da chuva segundo Botelho (2011). Podem ser localizadas em finais de trecho de rua antes do cruzamento (FIGURA 6), antes da faixa de travessia de pedestres e parte mais baixa de quarteirão.





Figura 6: Boca de lobo.

Fonte: E-CIVIL, 2019.

Seu dimensionamento consiste em:

- Área de contribuição da chuva – Loteamento com ruas largas exigem maiores quantidades de bocas de lobo, levando em conta se necessário o agrupamento no formato duplo, triplo ou até mais;
- escoamento pela sarjeta – Em ruas clivosas com enxurradas de alta velocidade pode ocorrer de as águas passarem direto pela boca de lobo, não tendo sucesso na captação. Nestas situações pode ser possível fazer rebaixamento nas sarjetas para facilitar o desvio do fluxo hidráulico para boca de lobo. Levando em conta que zonas urbanas não são apropriadas para este rebaixamento, isto por conta das sarjetas serem baixas e podem apresentar riscos às pessoas;
- Dimensões máximas e mínimas de aberturas- As aberturas das bocas de lobo e das grelhas devem ter limites para não criar risco às pessoas. Se a abertura for maior que 20 cm irá permitir a passagem de uma criança, contrariamente, se a abertura for muito pequena, irá entupir com certa facilidade com os detritos das ruas;
- Vazão – As vazões podem ser definidas através de fórmulas ou por meio de nomogramas;
- As bocas de lobo podem ser in loco ou podem ser pré-moldadas, sendo adquiridas em comércio em forma de concreto como guia chapéu.

### 3.5.3 Caixas com grelhas

Segundo Botelho (2011) as caixas com grelhas são captações verticais da água e são usadas em ruas de declividade transversal, no meio do leito carroçável, em frente às edificações, onde existem acessos de carros, etc. Frequentemente são encontradas em calçadas. As caixas com grelhas permitem a passagem de rodas sobre elas e podem ser

usadas em locais planos, porém são atraentes para o roubo e retém desnecessariamente sujeiras.

A captação por grelhas compõe-se de:

- Grelha de ferro fundido;
- Tudo de ligação de água ao sistema principal;
- Caixa de recepção.

#### **3.5.4 Bocas de lobo contínuas**

De acordo com Santos Junior (2013) as bocas de lobo contínuas são similares às bocas de lobo comum e usualmente são encontradas em algumas avenidas e viadutos, sendo utilizadas onde existem corpo receptor hídrico.

As bocas de lobo contínuas não possuem critérios hidráulicos para seu dimensionamento e suas dimensões são assentadas de acordo com a facilidade de manutenção e critérios construtivos.

Por possuir um longo comprimento de captação, as bocas de lobo contínuas tornam-se mais confiáveis em relação à captação das águas, isto por serem à prova de entupimento. Por nulidade, as bocas de lobo contínuas são geralmente mais insanas que a construção de uma série de bocas de lobo (Botelho, 2017).

#### **3.5.5 Canaletas de topo e de pé de talude**

Santo Junior (2013) conceitua que as canaletas são aplicadas na interceptação e no destino de águas pluviais para garantir a proteção do pé de talude, evitando acidente em rodovias e estradas, conforme a Figura 7. As águas pluviais são interceptadas para evitar a erosão da face do talude e recomenda-se que estes estejam cobertos por vegetação ou massa asfáltica, devido à alta velocidade das águas.

Para construção das canaletas, podem-se utilizar tubos de concreto cortados à meia-cana, moldados in-loco ou pré-moldados.



Figura 7: Talude com canaletas

Fonte: GRENER AMBIENTAL, 2019.

### 3.6 Tubos e galerias de condução de águas pluviais

Segundo Botelho (2017), após a água de chuva ser escoada através da boca de lobo são transportadas por tubos de ligação que variam normalmente de 300 a 600 mm de diâmetro, os mesmos são conectados à tubulação de canalização principal que tem no mínimo 400 mm de diâmetro podendo chegar até 2.000 mm, porém esse tamanho é bastante raro devido ao peso que causa dificuldade de manuseio. Tal tubulação pode ser feito tanto de concreto simples quanto de concreto armado.

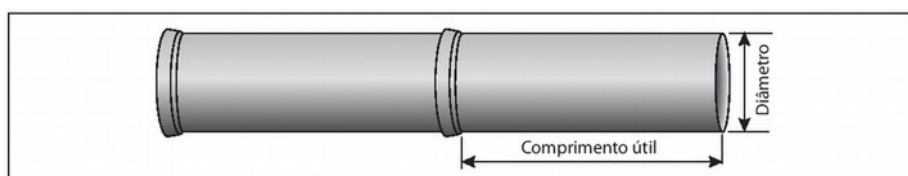


Figura 8: Tubo de concreto simples.

Fonte: BOTELHO, 2017.

#### 3.6.1 Tubos de concretos simples

Tubo de concreto sem armadura com encaixe macho e fêmea ou ponta bolsa e sua junta pode ser elástica, quando é feita com um anel de borracha, ou rígida, quando é preenchido com argamassa. Esse tipo de tubulação é normatizado pela NBR 8.890/ errata 2008, “tubos de seção circular para águas pluviais e esgotos sanitários” (BOTELHO, 2017).

### **3.6.2 Tubos de concreto armado**

A diferença principal entre o tubo de concreto armado com o que foi mencionado anteriormente é que o mesmo possui reforço com a armadura de ou fibras de aço, devido o acréscimo de tal material, o mesmo tubo consegue suportar um esforço de compressão maior e normalmente possui encaixe ponta bolsa e junta elástica. Também é normatizada pela NBR 8.890 (BOTELHO, 2017).

### **3.7 Poços de visita**

Os poços de visita além de serem construídos com finalidade de permitir o acesso para inspeção, limpeza e desobstrução de galerias enterradas, funcionam também como caixa de ligação aos ramais secundários, sendo necessária a execução sempre que houver mudanças de seção, de declividade ou de direção nas tubulações (BOTELHO, 2017) (Neto, 2019).

Suas paredes são construídas normalmente ou de tijolos, blocos de concreto, metal corrugado ou de concreto, sendo que seu fundo é usualmente construído de concreto e possui tampas de ferro que é normatizada pela NBR 10160 “Tampões e Grelhas de ferro fundido dúctil. Requisitos e métodos de ensaio”. Não é permitida a instalação de escadas fixas, sendo que o operador, ao acessar o mesmo, deve fazer uso de uma escada portátil (BOTELHO, 2017) (Neto, 2019).

### **3.8 Rampas e escadarias hidráulicas**

#### **3.8.1 Rampas**

De acordo com Botelho (2017), as rampas são canais com declividade alta para conduzir águas de posições altas para posições baixas, com pequena extensão.

As velocidades das águas nas rampas são altas, portanto, as chegadas dessas águas nos pontos baixos podem provocar ressaltos. Para isto, podem ser utilizados dispositivos de amortecimento com intuito de evitar a saída da água do sistema (Botelho, 2017).

#### **3.8.2 Escadarias hidráulicas**

Conforme o site da Eco Verde pré-moldados (2017), as escadarias hidráulicas são estruturas que organizam o fluxo hidráulico, permitindo que a velocidade de escoamento seja compatível com o material que o reveste.

Botelho (2017) relata que existem dois tipos de escadaria hidráulica, sendo elas:

- Com colchão de água – A água vai caindo, não sobre o piso da escada, mas sobre um colchão de água (Figura 9).

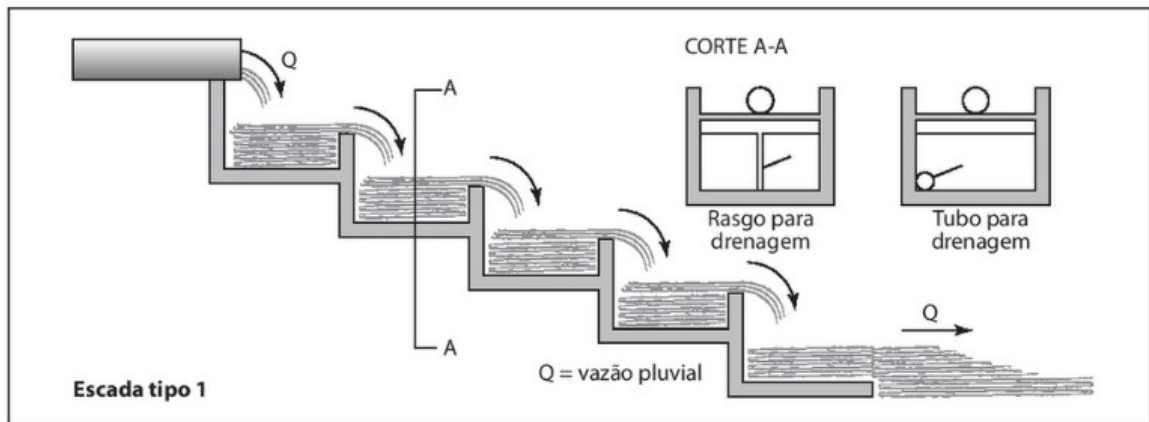


Figura 9: Escadaria com colchão de água.

Fonte: BOTELHO, 2017.

- Sem colchão de água – São pisos sucessivos que vão recebendo a água e caindo, porém, pode haver erosão das águas sobre as bases (Figura 10).

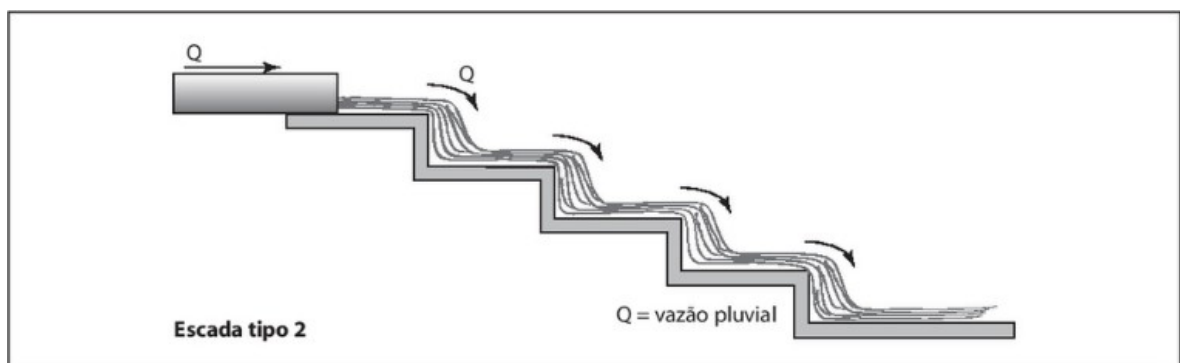


Figura 10: Escadaria sem colchão de água.

Fonte: BOTELHO, 2017.

### 3.9 Dispositivos de chegada de águas pluviais em córregos e rios

De acordo com Botelho (2017), as águas pluviais não devem causar erosões no corpo receptor ao chegar a rios ou córregos, portanto, deve-se utilizar o assoalhamento com pedras ou capa de concreto.

### 3.10 Revestimento de taludes

Conforme a engenheira Denise Gerscovich (2016), os taludes são denominações que se dá a qualquer superfície inclinada de um maciço de solo ou rocha. Também podem ser encontrados construídos pelo homem ou de forma natural, também nomeado encostas.

As águas ao chegarem aos taludes escoam por sua superfície em grande velocidade, causando erosão. Para evitar estas erosões, é necessário não deixar águas de áreas próximas escoarem pelo talude, sendo necessários a criação de canaleta de topo de talude e o revestimento do talude com camada de asfalto, grama (Figura 11), ou outro material (BOTELHO, 2017).

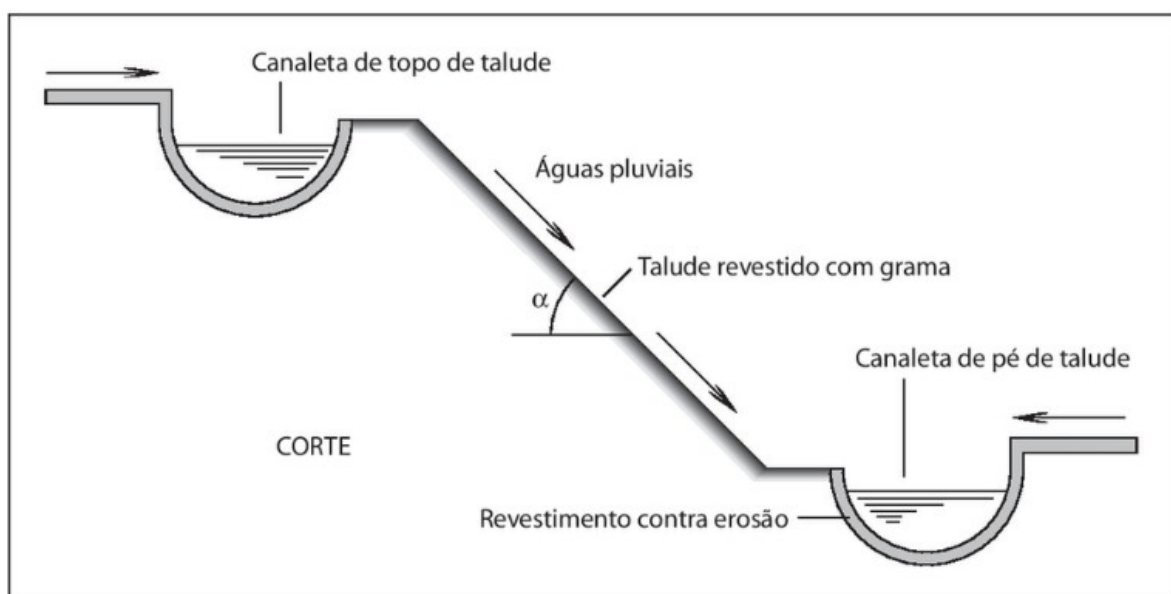


Figura 11: Talude revestido com grama.

Fonte: BOTELHO, 2017.

## 4 LEGISLAÇÕES MUNICIPAIS

Segundo Gustavo Filipe Barbosa Garcia (maio de 2015), as leis, como norma jurídica regularmente aprovada pelos representantes do povo, exercem o papel fundamental de reger a sociedade e o Estado segundo a democracia. A sua importância e o seu significado são tão notórios e evidentes que o resultado da produção legislativa adquire autonomia em face do ente que a produz. As matérias a serem tratadas pela lei, portanto, devem ser criteriosamente

analisadas e selecionadas, pois o seu objetivo é estabelecer a disciplina geral das questões necessárias à harmonia da coletividade.

**Lei nº 10.257 (10/07/2001) - Estatuto das cidades**

Estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental.

Art. 2º III – planejamento municipal, em especial:

a) Plano diretor;

IV - Medidas de drenagem urbana necessárias à prevenção e à mitigação de impactos de desastres Lei no 11.445 (05/01/2007) - Saneamento Básico - Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico;

Art. 2º - Os serviços públicos de saneamento básico/ princípios fundamentais:

III - abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente;

IV - Disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e de manejo das águas pluviais adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado;

**Lei Federal nº 10.406, (10/01/2002) – Sistemas de águas pluviais, prediais e urbanos.**

De acordo com o site Jusbrasil, referente à corrente natural das águas pluviais, estabelece as seguintes normas:

Art. 1.288. O dono ou o possuidor do prédio inferior é obrigado a receber as águas que correm naturalmente do superior, não podendo realizar obras que embarquem o seu fluxo; porém a condição natural e anterior do prédio inferior não pode ser agravada por obras feitas pelo dono ou possuidor do prédio superior.

Art. 1.290. O proprietário de nascente, ou do solo onde caem águas pluviais, satisfeitas as necessidades de seu consumo, não pode impedir, ou desviar o curso natural das águas remanescentes pelos prédios inferiores.

#### **4.1 Normas relacionadas aos projetos de sistemas de drenagem urbana**

- NBR-8890 - Tubo de concreto de seção circular para águas pluviais e esgotos sanitários - Requisitos e métodos de ensaios;
- NBR-9793 - Tubo de Concreto Simples de Seção Circular para Águas Pluviais: Especificação;
- NBR-9794 - Tubo de Concreto Armado de Seção Circular para Águas Pluviais: Especificação;
- NBR-15645 - Execução de obras de esgoto sanitário e drenagem de águas pluviais utilizando-se tubos e aduelas de concreto;
- NBR-12267 - Plano diretor – definições

## **5 PATOLOGIA DO SISTEMA PLUVIAL, ERROS DE PROJETO E EXECUÇÃO, FALTA DE MANUTENÇÃO.**

Um projeto com um estudo prévio bem executado, bem calculado de acordo com as demandas levantadas, a construção feita fielmente conforme o projetado, manutenção e limpeza do sistema de captação de água pluvial urbana em geral são elementos chaves para o bom funcionamento do sistema evitando transtornos para de escoamento. Porém muitas vezes acontecem falhas ao longo da idealização, execução e preservação que podem comprometer o funcionamento do sistema.

De acordo com Dal-Prá (2016) para elaboração de um projeto de drenagem urbana é necessário fazer uso de parâmetros básicos como a intensidade da chuva na região, o tempo de recorrência da chuva, declividade do terreno, escoamento superficial e a bacia hidrográfica do local. Todavia, quando um ou mais parâmetros não são considerado, podem acontecer consequências irreparáveis, especialmente quando a água não tem outro caminho para escoamento.

Na fase de construção do projeto, podem-se encontrar outras falhas que seriam a não capacitação dos profissionais envolvidos, não fiscalização necessária e falta de rigor no



seguimento do projeto principalmente quando se relaciona a declividade dos tubos, uma vez que quando não respeitado a declividade projetada, pode diminuir bruscamente a capacidade de vazão escoada (Dal-Prá, 2016).

Após a conclusão da obra surgem novas deficiências que podem inviabilizar o funcionamento do sistema como: limpeza da captação para o não entupimento da canalização, manutenção e substituição de tampas de bocas de lobo danificadas e tampa de visita com tampão coberto por asfalto devido à pavimentação posterior execução do sistema de drenagem. Isto são aspectos de suma importância, uma vez que bocas de lobo e tubulações enterradas são consideradas construções artificiais, tornando verdadeiras armadilhas quando não se tem o perfeito desempenho (BOTELHO, 2017).

Além de todos os aspectos já mencionados, é necessária a colaboração por parte da população evitando o descarte de lixo em lugares incorretos, assim evitando que no momento de chuva, seja escoado juntamente com a água (BOTELHO, 2017).

## 6 ENCHENTES E INUNDAÇÕES

### 6.1 Enchente

De acordo com a CPRM, enchente é a temporária elevação do nível d'água normal da drenagem, devido a acréscimo de descarga (Figura 12). A inconveniência das enchentes é comum em algumas cidades, entre os meses de dezembro e fevereiro, gerando diversos problemas que poderiam ser evitados (BRASIL ESCOLA, 2017).



Figura 12: Enchente em cidade

Fonte: BRASIL ESCOLA, 2019.

## **6.2 Inundação**

Conforme o professor de Geografia Wagner Cerqueira, as inundações urbanas são causadas por diversos fatores e costumam deixar estragos, sendo alguns deles a ineficácia do sistema de drenagem e também habitação da população em áreas ribeirinhas.

As inundações em áreas ribeirinhas acontecem periodicamente nas planícies de inundação e o fator determinante é o geomorfológico, já as intervenções antrópicas na drenagem provocam as inundações localizadas a qual estrangula os leitos fluviais em ponte, aterros e bueiros. Desmatamentos realizados também causam inundações, intensificando o escoamento superficial, alteração dos cursos naturais dos rios e tendo projetos ineficazes de captação da água pluvial. Todos esses aspectos influenciam na ocorrência de inundações em períodos de precipitação pluviométrica de grande intensidade (BRASIL ESCOLA, 2011).

## **7 A IMPORTÂNCIA DE UM SISTEMA DE DRENAGEM PARA MELHORIA DE ENCHENTES E INUNDAÇÕES**

De acordo com o site JPA engenharia e obras, a importância de um serviço adequado de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas transfigura-se ostensivamente para a população das grandes cidades conforme acumulam os efeitos negativos das chuvas, tais como alagamentos, inundações, deslizamentos e perda de rios e lagos.

Parte dos efeitos prejudiciais da chuva deve-se as ações do ser humano, porém, segundo Pena (2016) sob o panorama estrutural, com a urbanização manifesta-se à necessidade de investimentos em infraestrutura para que a cidade se desenvolva de forma justa, proporcionando empregos, moradias de qualidade, saneamento e drenagem de águas pluviais contra enchentes e alagamentos, que por casualidade merecem maior atenção, pois configura num dos maiores problemas das grandes cidades por possuírem áreas extensas e cobertas por concreto e asfalto, dificultando a infiltração de água no solo. Além disto, em conformidade com o site JPA engenharia, a cobertura do solo também provoca erosão, reduzindo sua qualidade e tornando o solo inapropriado para agricultura. A oclusão de galerias e canais por lixos jogados inadequadamente no chão acaba degradando o meio ambiente, e as consequências além de inundações podem causar prejuízos materiais e

humanos, inclusive mortes. Portanto, existem diversos benefícios para um sistema de drenagem eficaz, sendo eles:

- Redução de gastos com manutenção de vias públicas;
- Valorização das propriedades existentes na área beneficiada;
- Redução de danos às propriedades e do risco de perdas humanas;
- escoamento rápido das águas superficiais, facilitando o tráfego por ocasião das chuvas;
- Eliminação da presença de águas estagnadas e lamaçais, focos de doenças;
- Redução de impactos da chuva ao meio ambiente, como erosões e poluição de rios e lagos;
- Redução da incidência de doenças de veiculação hídrica;
- Condições razoáveis de circulação de veículos e pedestres em áreas urbanas, por ocasião de chuvas frequentes e/ou intensas.

## **8 PREVENÇÕES PARA ENCHENTES E INUNDAÇÕES**

### **8.1 Combate a Erosão**

O Geólogo Álvaro Santo (2010) relata que de imediato para uma diminuição dos casos de inundações e enchentes é necessária uma redução máxima das drenagens naturais e construídas por meio rigoroso e extensivo combate à erosão do solo nas frentes de expansão metropolitana, assim como a diminuição de descarte de lixo urbano e entulho de construção civil.

### **8.2 Combate a Impermeabilização**

Conforme o engenheiro hidráulico Kokei Uehara (2010), não há como acabar com as enchentes, mas sim, amenizar os problemas. Para ele, um ponto importante para ser trabalhado é o aumento da permeabilidade do solo, como por exemplo, o uso do concreto poroso na pavimentação do solo.

### **8.3 Revisão de área ocupadas**

Uma ação contínua de planejamento e de ordenamento territorial pode ser uma prevenção das tragédias ocorridas no verão. Os municípios devem tomar conta do uso de seu solo e da ordenação do seu território, tendo em vista que a ausência de planejamento é cultural (SILVA, Paulo César, 2010).

### **8.4 Planejamento e ação**

Santos (2010), as cidades Holanda e Tóquio são exemplos de ações suscetíveis a enchentes, pois possuem um governo que trabalham há anos com planos de reordenamento territorial, ampliando as áreas de alagamento, preocupam-se com a detenção das águas pluviais, com construções de reservatórios capazes de armazenar bilhões de metros cúbicos de água, e a sua utilização para fins não-potáveis.

## **9 CONCLUSÃO**

De acordo com o que foi pesquisado através de observações dos autores mencionados, as inundações e enchentes são mais elevadas nos períodos mais quentes do ano e são realizadas por diversos fatores.

Com a falha de planejamento em relação ao sistema de captação urbana das águas pluviais desde a antiguidade, existe a dificuldade em reconstruir uma nova captação nos dias de hoje, porém, existem meios de prevenção de enchentes e inundações. Porém os prejuízos devidos à tendência da urbanização das cidades brasileiras tem provocado impactos significativos na população e no meio ambiente. Esses impactos têm deteriorado a qualidade de vida da população, através do aumento da frequência e do nível das inundações, redução da qualidade de água e aumento de materiais sólidos no escoamento pluvial.

Os elementos utilizados atualmente para capturar as águas nos leitos carroçáveis poderiam ser de maior eficiência se não houvesse a má utilização pela população, portanto, deve-se a consciência da humanidade em contribuir para um bom sistema de drenagem nas ruas, além de se atentar para não alojar em locais a qual possuem enchentes naturais.

Deve-se ao fato o equilíbrio de um bom planejamento e consciência do ser humano para evitar os fenômenos da natureza, desta forma, existem normas a serem executadas na construção de um projeto de drenagem urbana.

Espera-se direta ou indiretamente o presente trabalho venha contribuir para outras pesquisas sobre drenagem urbana, e que se desenvolvam com a finalidade de diminuir os graves resultados causados pelas mesmas.

## 10 REFERÊNCIAS

**BOTELHO**, Manoel Henrique Cardoso. “**Águas de Chuva: Engenharia das águas pluviais nas cidades**”. Edição 4. São Paulo: Blucher, 2017.

**DAL-PRÁ**, Leoni Lúcia. “**Drenagem Urbana**”. Série de Cadernos Técnicos da Agenda Parlamentar. CREA-PR, 2016. Disponível em: <<https://www.crea-pr.org.br/ws/publicacoes-do-crea-pr/cadernos-tecnicos-da-agenda-parlamentar>>. Acesso em 18 de Abril de 2019.

**NETO**, Antônio Cardoso. “**Sistemas Urbanos de Drenagem**”. Disponível em: <[http://wiki.urca.br/dcc/lib/exe/fetch.php?media=apostila\\_de\\_drenagem\\_urbana\\_do\\_prof\\_cardoso\\_netto.pdf](http://wiki.urca.br/dcc/lib/exe/fetch.php?media=apostila_de_drenagem_urbana_do_prof_cardoso_netto.pdf)>. Acesso em 18 de Abril de 2019.

**JPA ENGENHARIA E OBRAS**. “**Importância da Drenagem e Manejo de águas Pluviais Urbanas**”. Disponível em: <<http://jpaobras.com.br/jpa/noticias/importancia-da-drenagem-e-manejo-de-aguas-pluviais-urbanas-2/>>. Acesso em 13 de Março de 2019.

**GOBBI**, Leonardo Delfim. “**Urbanização Brasileira**”. Disponível em: <<http://educacao.globo.com/geografia/assunto/urbanizacao/urbanizacao-brasileira.html>>. Acesso em 13 de Março de 2019.

**SANTOS**, Bianca Aducci; **OLIVEIRA**, Nayara Carvalho. “**Drenagem Sustentável: Estudo De Caso Da Praça Luciano Eugênio Vitore Em Paranavaí-Pr**”. 2018. 19f. Dissertação de conclusão de Graduação – Universidade Paraense, 2018. Disponível em: <<http://tcc.unipar.br/files/tccs/ef037a351e10304e63650aa44d8ba665.pdf>>. Acesso em 18 de Março de 2018.

**NASCIMENTO**, José Antônio Sena. “**Manejo de Águas Pluviais**”. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv53096\\_cap10.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv53096_cap10.pdf)>. Acesso em 27 de Março de 2019.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE TUBO DE CONCRETO**. “**História dos Tubos**”. Disponível em: <<https://www.abtc.com.br/site/historia-tubos.php>>. Acesso em 01 de Abril de 2019.

**EOS**. “**Conheça a História do Saneamento Básico e Tratamento de Água e Esgoto**”. Disponível em: <<https://www.eosconsultores.com.br/historia-saneamento-basico-e-tratamento-de-agua-e-esgoto/>>. Acesso em 01 de Abril de 2019.

**TUCCI**, Carlo E. M. “**Drenagem Urbana**”. Cienc. Cult. vol.55 n°4 São Paulo Oct./Dec. 2003. Disponível em: <[http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252003000400020](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252003000400020)>. Acesso em 6 de Abril de 2019.

**SOUZA**, Vladimir Caramori Borges. “**Gestão da Drenagem Urbana no Brasil: Desafios para a Sustentabilidade**”. GESTA, Alagoas, v. 1, n. 1.2013. Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/gesta/article/view/7105/4877>>. Acesso em 14 de Abril de 2019.

**LAURENTIS**, Dante. “**Conceitos da Drenagem Urbana**”. Disponível em: <http://rhama.com.br/blog/index.php/aguas-urbanas/conceitos-da-drenagem-urbana/>>. Acesso em 30 de Março de 2019.

**HIDELFONSO**, Jheferson *et al.* “**Elementos do Sistema Pluvial Urbano**”. Disponível em: <<http://anais.unievangelica.edu.br/index.php/cifaeg/article/view/538>>. Acesso em 05 de Abril de 2019.

**PRESSERV**. “**Guias, Sarjetas E Sarjetões**”. Disponível em: < <http://presservengenharia.com.br/servicos/guias-sarjetas-sarjetoes/>>. Acesso em 8 de Abril de 2019.

**DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E PESQUISA**. “Norma DNIT 020/2006 – ES: Drenagem - Meios-fios e guias - Especificação de serviço”. Rio de Janeiro, 2006.

**LEAL**, Ubiratan. “**Sarjetões de concreto armado**”. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/6/1-sarjetoes-de-concreto-armado-227269-1.aspx>>. Acesso em 15 Abril de 2019.

**FILHO**, Ronaldo Cunha. “**Boca de Lobo**”. Disponível em: <<http://www.ebanataw.com.br/drenagem/bocadelobo.htm>>. Acesso em 29 de Março de 2019.

**Departamento de Tecnologia da Arquitetura Faculdade de Arquitetura e Urbanismo Universidade de São Paulo**. “Microdrenagem Urbana”. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4449159/mod\\_resource/content/1/Aula\\_aut-0192-microdrenagem.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4449159/mod_resource/content/1/Aula_aut-0192-microdrenagem.pdf) >. Acesso em 27 de Março de 2019.

**RHINO PISOS**. “Guia Padrão de Ruas e Avenidas”. Disponível em: <[http://www.rhino pisos.com.br/site/produtos/14/guia\\_padrao\\_para\\_ruas\\_e\\_avenidas\\_piso\\_pavimento\\_intertravado\\_concreto](http://www.rhino pisos.com.br/site/produtos/14/guia_padrao_para_ruas_e_avenidas_piso_pavimento_intertravado_concreto)>. Acesso em 01 de Abril de 2019.

**EBANATAW**. “Boca de Lobo”. Disponível em: <<http://www.ebanataw.com.br/drenagem/bocadelobo.htm>>. Acesso em 17/04/2019.

**INFRA ESTRUTURA URBANA**. “Sarjetões de Concreto Armado”. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/6/1-sarjetoes-de-concreto-armado-227269-1.aspx>>. Acesso em 17/04/2019.

**GREENER**. “Canaletas de drenagem”. Disponível em: <<http://greenerambiental.com.br/servicos/canaletas-de-drenagem/>>. Acesso em: 24/04/2019.

**JUNIOR**, Valdevino José dos Santos. “Avaliação da fragilidade no sistema de drenagem pluvial urbana: o caso da bacia hidrográfica do córrego das Melancias em Montes Claros – MG”. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/15125>>. Acesso em: 24/04/2019.

**OFICINA DE TEXTOS**. Disponível em: <<https://www.ofitexto.com.br/comunitexto/estabilidade-de-taludes-tipos-de-talude/>>. Acesso em: 24/04/2019.

**ECO VERDE.** “Escala hidráulica”. Disponível em: <<http://ecoverdepemoldados.com.br/produto/escada-hidraulica/>>. Acesso em: 24/04/2019.

**ECIVIL.** “Boca de lobo”. Disponível em: <<https://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-boca-de-lobo.html>>. Acesso em: 24/04/2019.

**JUSBRASIL.** “Código civil – lei 10406/02 | Lei no 10.406, de 10 de janeiro de 2002”. Disponível em: <<https://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/91577/codigo-civil-lei-10406-02>>. Acesso em: 20/04/2019.

**GARCIA, Gustavo Filipe Barbosa.** ”O papel fundamental da lei na democracia”. Disponível em: <<http://genjuridico.com.br/2015/05/22/o-papel-fundamental-da-lei-na-democracia/>>. Acesso em: 20/04/2019.