



Gerenciamento das Águas Pluviais Urbanas

Pedro Ianni Gaban

Graduando em Engenharia Civil - Universidade de Araraquara – Uniara
Departamento de Ciências da Administração e Tecnologia, Araraquara – São Paulo
pedrogaban@hotmail.com

Sandra Fabiana Rodgher

Doutora em Engenharia de Transportes – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo – EESC USP – São Carlos – São Paulo
srodgher@uol.com.br

Resumo: No Brasil o crescimento constante da população gera entre outros fenômenos o aumento da demanda por habitações, causando um crescimento desorganizado e sem planejamento, trazendo consequências sérias para a população situada nas áreas atingidas. É proposto nesse artigo meios de se identificar áreas com risco em potencial, e métodos de implantação de projetos de drenagem para água Pluvial, minimizando assim os danos causados por loteamentos, e as consequências sofridas principalmente por loteamentos mais antigos situados a jusante das bacias.

Palavras-chave: Áreas de risco, Bacias Hidrográficas, Drenagem, Loteamento, Pluvial.

MANAGEMENT OF RAINWATER URBAN

Abstract: *In Brazil, the constant growth of the population generates among other phenomena the increase in the demand for housing, causing a disorganized and unplanned growth, bringing serious consequences for the population located in the affected areas. This paper proposes ways of identifying potential risk areas and methods for implementing drainage projects for rainwater, thus minimizing damage caused by subdivisions, and the consequences suffered mainly by older settlements located downstream of the basins..*

Key words: Areas of Risk, Hydrographic Basins, Drainage, Allotment, Pluvial.

1 INTRODUÇÃO

As mudanças econômicas no Brasil no final da década de 1950, levaram um grande número de pessoas a migrar do campo para os centros urbanos, que por sua vez não conseguiu absorver essas pessoas, levando o aumento da concentração de pessoas aos arredores das cidades, dificultando o acesso a infraestrutura.

Como consequência imediata um grande número de pessoas passaram a viver sem a infraestrutura que é direito de todos cidadãos brasileiros, mas a longo prazo o resultado foi outro, a impermeabilização do solo feito de maneira inadequada, e implantação de loteamentos em locais inapropriados ocasionou uma diminuição significativa nas áreas permeáveis aumentando o número de enchentes e inundações nos centros urbanos e o aumento de mortes em casos de deslizamentos de terra.

Essa problemática trouxe a necessidade de regularização e adequação de leis e fiscalização referentes aos métodos de implantações de novos loteamentos. A drenagem da água pluvial, distribuição de água potável, coleta de esgoto são parte da infraestrutura básica, nesse artigo dirigimos nossa atenção para um desses elementos, a drenagem das águas pluviais, que é responsável por captar a água da chuva e conduzi-la até um local adequado onde sua deposição será feita de modo correto, minimizando efeitos colaterais ao meio-ambiente e assim dando sequência ao ciclo natural da água.

O presente artigo tem a intenção de criar um olhar crítico ao leitor, e gerar consciência nos responsáveis por implantações de novos empreendimentos imobiliários, buscando salientar as consequências em negligenciar os projetos de drenagem, e incentivar um melhor estudo para os locais de implantação dos loteamentos futuros. Também é objetivo do presente artigo trazer à tona a ineficiência das políticas públicas ao lidar com o assunto, transferindo essa responsabilidade para cada cidadão que é a parte mais atingida pelas consequências presentes.

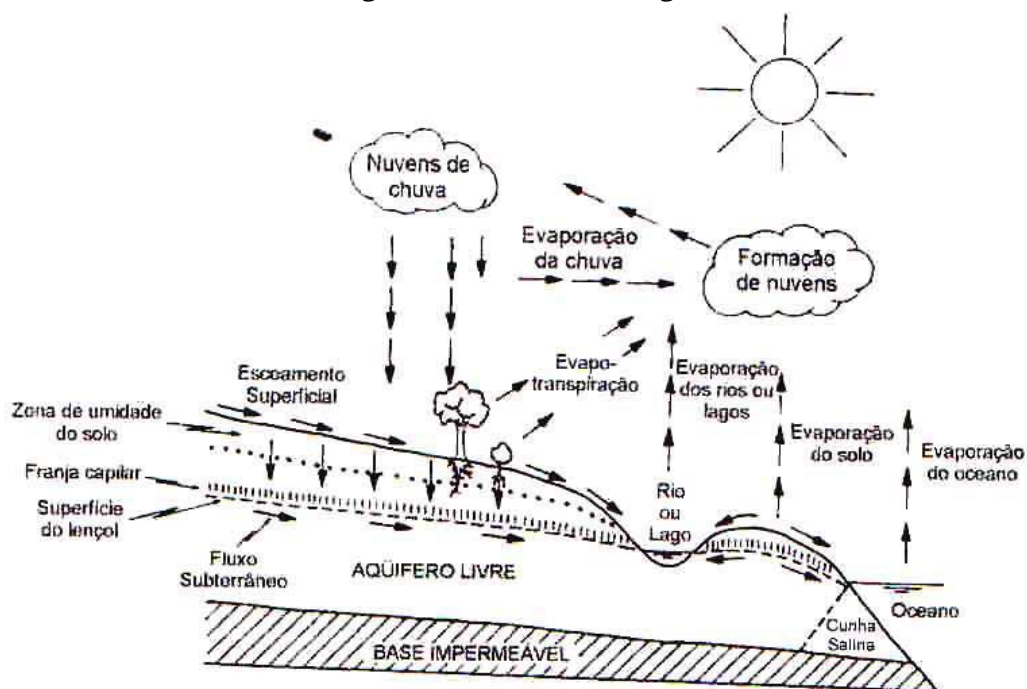
2 REVISÕES BIBLIOGRÁFICAS

O aumento do escoamento superficial e a diminuição da infiltração da água da chuva no solo são consequência do processo de urbanização, que traz ao solo mudanças irreversíveis afetando diretamente as respostas hidrológicas do local onde está situada (FONTES, 2003 *apud* JUSTINO; MARTINS DE PAULA; PAIVA, 2011).

A água que outrora se infiltraria no solo seria responsável para recarga dos aquíferos subterrâneos, e quanto maior a área permeável disponível para que as águas pluviais se infiltrem menor será o escoamento superficial, resultando na diminuição de inundações (MOTA, 1997).

O processo natural da água é chamado de ciclo hidrológico (Figura 1), onde após a precipitação uma parcela da água evapora, outra percorre a superfície da terra, fenômeno conhecido como escoamento superficial, outra parte reabastece os aquíferos subterrâneos se infiltrando no solo nas áreas da bacia de captação, e por fim temos a parcela que é absorvida pela flora e fauna (JORGE; UEHARA, 1998 *apud* CORGHI, 2014).

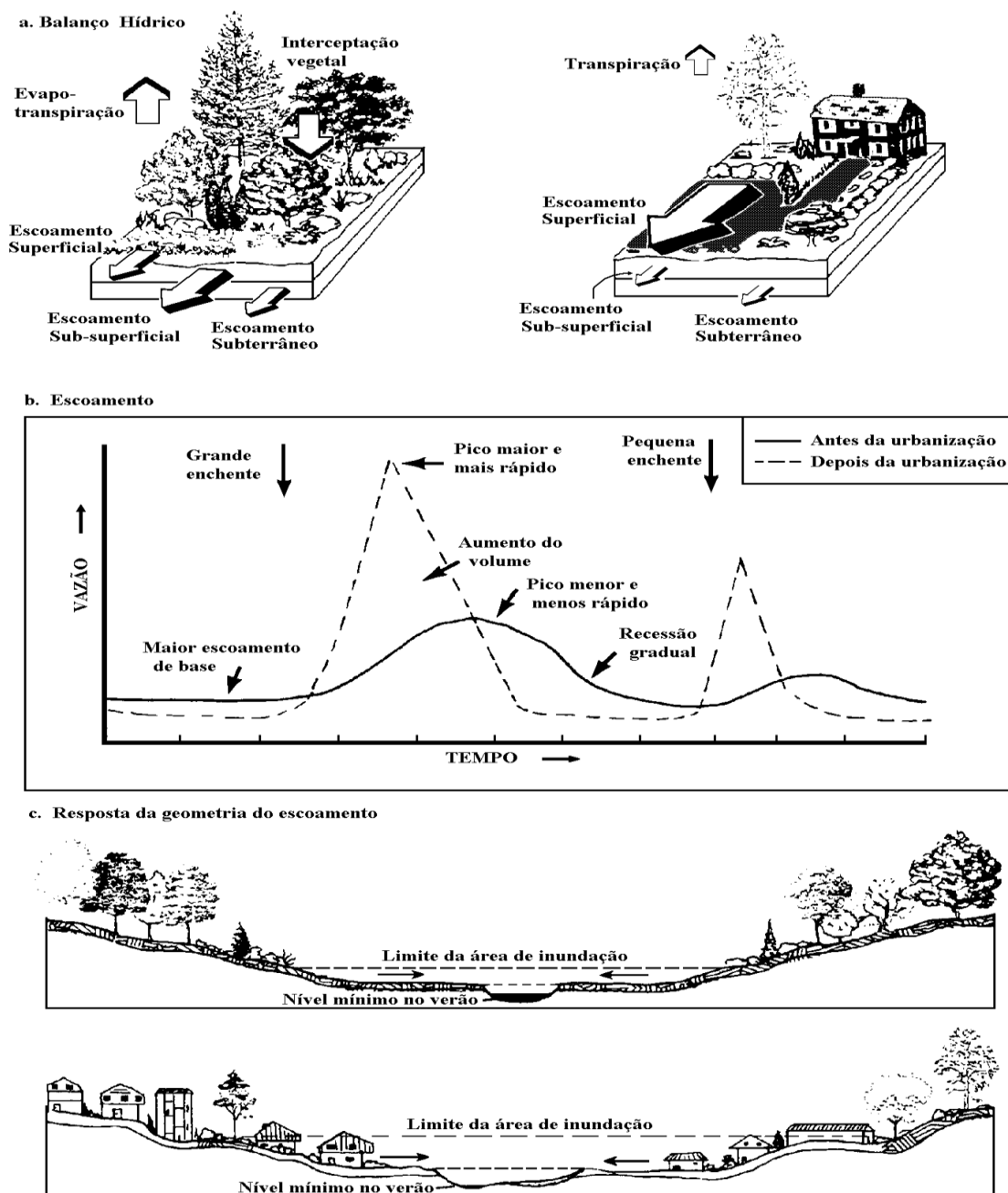
Figura 1: O Ciclo Hidrológico



Fonte: Albuquerque Filho (1995)

As inundações podem ser potencializadas ou reduzidas de acordo com a cobertura existente na área de captação da bacia. A cobertura vegetal tem função de barreira ao escoamento das águas pluviais, e facilita a infiltração, coberturas asfálticas por sua vez, agem de maneira contrária, aumentando o escoamento superficial e dificultando a absorção da água pelo solo, causando um aumento na quantidade de água pluvial recebida pelos rios, causando inundações como representado na figura 2 (INFANTI UNIOR; FORNASARI FILHO, 1998 *apud* CORGHI, 2014).

FIGURA 2



Segundo Tucci (1995) com o desenvolvimento urbano, ocorre a impermeabilização do solo através de telhados, ruas calçadas e pátios, entre outros. Dessa forma, a parcela da água que infiltrava passa a escoar pelos condutos, aumentando o escoamento superficial. O volume que escoava lentamente pela superfície do solo e ficava retido pelas plantas, com a urbanização, passa a escoar no canal, exigindo maior capacidade de escoamento das seções.

A tendência da urbanização é de ocorrer no sentido de jusante para montante, na macrodrenagem urbana, devido às características de relevo. Quando um loteamento é projetado, os municípios exigem apenas que o projeto de esgotos pluviais seja eficiente no sentido de drenar a água do loteamento. Quando o poder público não controla essa urbanização ou não amplia a capacidade da macrodrenagem, a ocorrência das enchentes aumenta, com perdas sociais e econômicas. Normalmente, o impacto do aumento da vazão máxima sobre o restante da bacia não é avaliado pelo projetista ou exigido pelo município (TUCCI, 1995, p. 19).

3 DESENVOLVIMENTO

Após a definição do tema abordado, foram definidas as palavras-chave e levantamento de questões a serem respondidas para a realização de levantamento bibliográfico. Com a finalidade de caracterizar uma rede de drenagem de águas pluviais, apresentar seus principais elementos, e também abordar as consequências do mal planejamento das redes. A pesquisa foi realizada através de pesquisa em teses, dissertações e livros, e também foram consideradas as indicações bibliográficas encontradas nas referências dessas obras.

Segundo narrações históricas de povos antigos, recomenda-se que o principal objetivo da construção de redes de drenagem urbanas eram evitar inundações através da coleta e manejo das águas pluviais. Apesar das limitações de projeto e planejamento, os sistemas antigos através da experiência, por ventura, atingiram os objetivos desejados (PIMENTEL JUNOR; MARTINS DE ANDRADE, 2014).

O sistema de drenagem atual como descrito nas Diretrizes Básicas para projetos de drenagem urbana no município de São Paulo (1999) faz parte de uma série de melhorias públicas presentes em uma área urbana. Porém apresenta singularidades em

relação a outros sistemas urbanos: sempre que houver precipitação ocorrerá o escoamento das águas, independente da qualidade do sistema, que por sua vez definirá a intensidade das consequências benéficas ou maléficas sofridas pela sociedade (RAMOS *et al*, 1999).

Outra peculiaridade descrita é sua demanda de uso não permanente, ou seja, durante e após as precipitações pluviométricas, diferentemente de outras melhorias públicas que são de uso frequente sociedade (RAMOS *et al*, 1999).

Dentro do contexto de desenvolvimento global de uma região, os programas de drenagem urbana devem ser orientados, de maneira geral, pelos seguintes objetivos principais:

- 1) reduzir a exposição da população e das propriedades ao risco de inundações;
- 2) reduzir sistematicamente o nível de danos causados pelas inundações;
- 3) preservar as várzeas não urbanizadas numa condição que minimize as interferências com o escoamento das vazões de cheias, com a sua capacidade de armazenamento, com os ecossistemas aquáticos e terrestres de especial importância e com a interface entre as águas superficiais e subterrâneas;
- 4) assegurar que as medidas corretivas sejam compatíveis com as metas e objetivos globais da região;
- 5) minimizar os problemas de erosão e sedimentação;
- 6) proteger a qualidade ambiental e o bem-estar social;
- 7) promover a utilização das várzeas para atividades de lazer e contemplação (RAMOS *et al*, 1999, p.11).

É essencial para a compreensão geral de uma rede de drenagem pluvial o conhecimento dos elementos que a compõem. Pimentel Junior e Martins de Andrade (2014), descrevem os dispositivos para um projeto de drenagem, como sendo:

- **Sarjetas**

Sarjetas que são canais longitudinais com função de captação e condução das águas pluviais incidentes sobre as ruas.



Figura 3 – Exemplo de sarjeta <http://presservengenharia.com.br/servicos/guias-sarjetas-sarjetoes/>

- **Caixas de ralo**

São elementos com finalidade de direcionar até as redes coletoras toda vazão proveniente das guias. Caso seja necessário aumentar sua capacidade de captação podemos desenvolver no projeto múltiplas caixas de ralo e ainda trabalhar em conjunto com bocas de lobo.



Figura 4 – Caixa de ralo e Boca de lobo simples <http://www.ebanataw.com.br/drenagem/bocadelobo.htm>

- **Canaleta em degrau**

Geralmente usadas em execuções de redes de drenagem em terrenos íngremes, na ocorrência de entrada nas galerias ou mudanças bruscas na direção é necessário a implantação de estruturas dissipadoras de energia.



Imagem 5 – Exemplo e Canaleta em degrau -

<https://www.engenhariaconcreta.com/projeto-de-drenagem-caracteristicas/>

- **Estruturas dissipadoras de energia**

É atribuído a essa estrutura a função de diminuir a energia do fluxo d'água que foi concentrado por outros dispositivos da rede, promovendo a diminuição da velocidade de escoamento, amenizando assim os impactos ao terreno natural no qual será feito a disposição final.



Imagem 6 – Estrutura dissipadora de energia -

<http://www.novaeradrenagem.com.br/infraestrutura-loteamento/servicos-de-drenagem.html>

- **Galeria fechada**

Este elemento tem como finalidade transportar as águas pluviais, através de um escoamento gravitacional, de um ponto inicial de coleta até seu destino determinado. Conduitos, estes, feitos geralmente de concreto armado ou PVC, possui forma circular ou retangular.



Imagem 7- Tubo de concreto circular https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/rede-de-drenagem-pluvial-eficiente-pode-evitar-enchentes_10832_0_1

- **Poço de visita e de queda**

Nesse elemento é possível a entrada de um técnico para averiguações, manutenções e limpezas das galerias.

O poço de visita tem a função primordial de permitir o acesso às canalizações para limpeza e inspeção, de modo que se possa mantê-las em bom estado de funcionamento. Sua locação é sugerida nos pontos de mudanças de direção, cruzamento de ruas (reunião de vários coletores), mudanças de declividade e mudanças de diâmetro (RAMOS *et al*, 1999, p.220)

Tabela 1 - Espaçamento dos poços de visita em m (DAEE/ CETESB, 1980)

Diâmetro (ou altura do conduto) (m)	Espaçamento (m)
0,30	120
0,50 - 0,90	150
1,00 ou mais	180

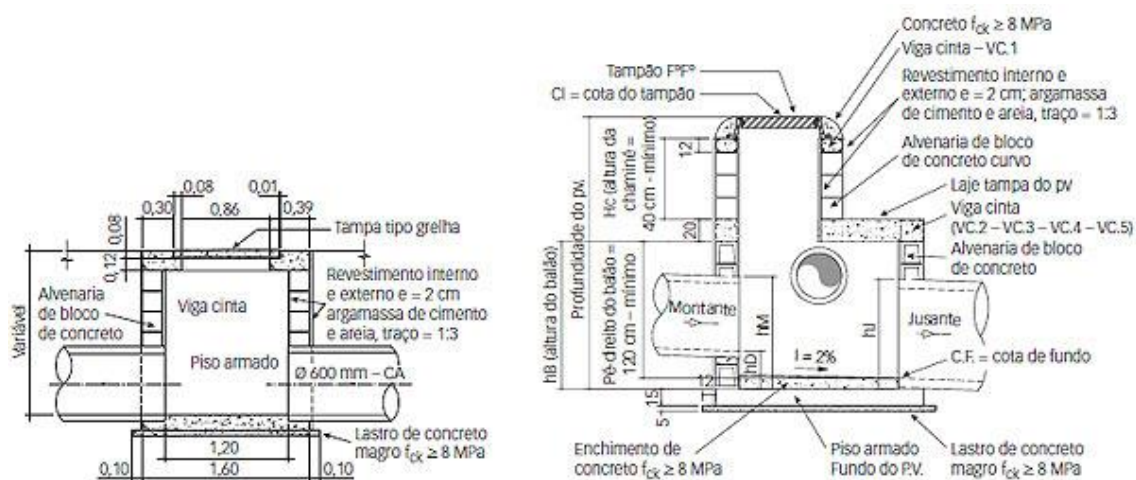


Imagem 8 – Poço de visita <http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/11/galeria-de-agua-pluvial-os-detalhes-tecnicos-do-projeto-245146-1.aspx>

São esses os principais elementos de uma rede de drenagem, responsáveis por diminuir o impacto da impermeabilização do solo, segundo Tucci (2005) a urbanização afeta, em geral, bacias de pequeno porte, agravando o quadro de enchentes, podendo ser evitado, através do controle do poder público em relação ao aumento da urbanização ou ampliação da capacidade de retirada de águas pluviais do solo.

Essa falta de planejamento atinge praticamente todas as cidades de grande e médio porte do país, visto que após a ocupação da cidade as medidas a serem tomadas são mais caras que as preventivas (TUCCI, 2005).

4 RESULTADOS

Como se observa, não existe nenhum programa sistemático em qualquer nível para controle da ocupação das áreas de risco de inundação no Brasil. Há, apenas, poucas ações isoladas de alguns poucos profissionais. Em geral, o atendimento a enchente somente é realizado depois de sua ocorrência. A tendência é que o problema fique no esquecimento após cada enchente, retornando na seguinte. Isso se deve a vários fatores, entre os quais estão os seguintes:

- falta de conhecimento sobre controle de enchentes por parte dos planejadores urbanos;
- desorganização, a níveis federal e estadual, sobre controle de enchentes;

- pouca informação técnica sobre o assunto a nível de graduação na Engenharia;
- o desgaste político para o administrador público, resultante do controle não-estrutural (zoneamento), já que a população está sempre esperando uma obra hidráulica;
- falta de educação da população sobre controle de enchentes (TUCCI, 2005, p. 21).

As consequências de uma gestão de urbanização unidas com os malefícios causados por negligências as questões do gerenciamento das águas pluviais é uma combinação terrível para sociedade, pode ser vista a curto prazo em um simples cruzamento como ilustrado nas imagens 9,10 e 11. E a longo prazo com o aumento do acúmulo de águas superficiais decorrentes da urbanização e impermeabilização do solo sem planejamento como mostrado na figura 12.

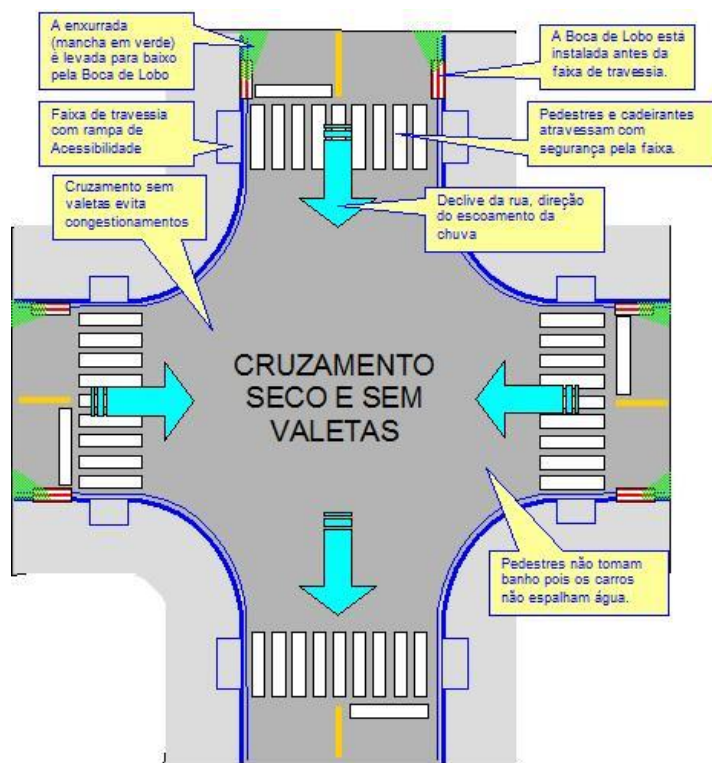


Figura 9 – Exemplo de cruzamento com uma rede de drenagem executada corretamente

<http://www.ebanataw.com.br/drenagem/bocadelobo.htm>

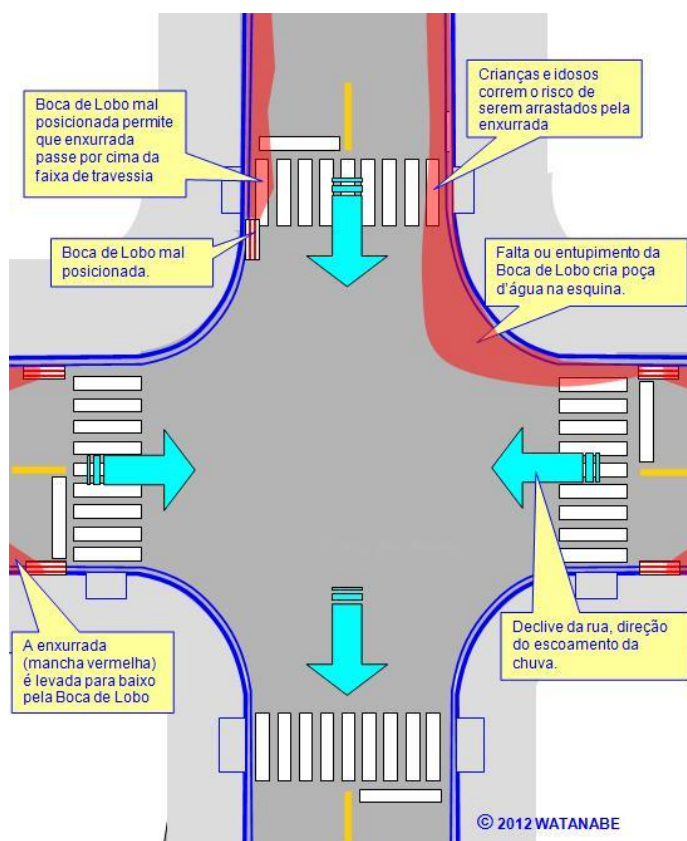


Figura 10 – Exemplo de cruzamento com uma rede de drenagem executada erroneamente

<http://www.ebanataw.com.br/drenagem/bocadelobo.htm>

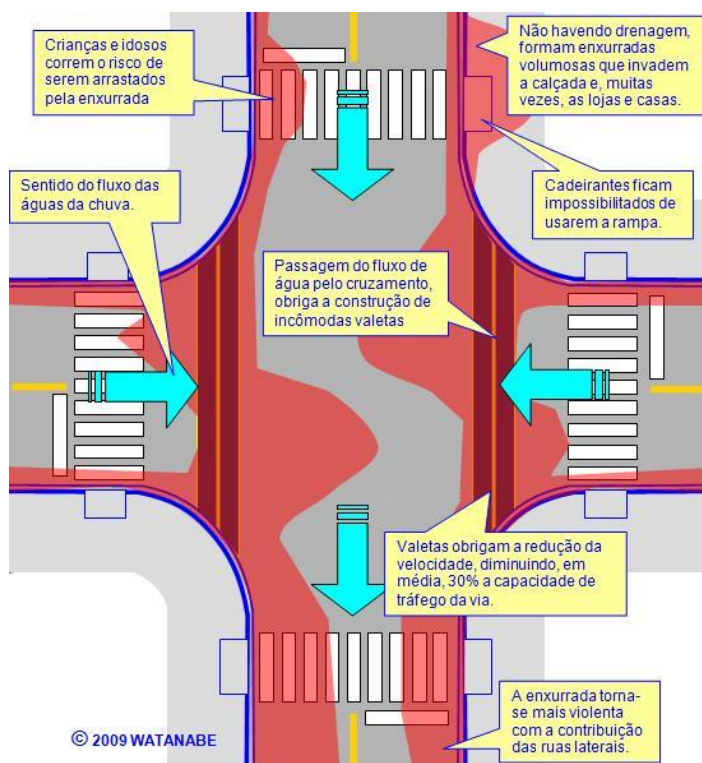


Figura 11 – Exemplo de cruzamento sem rede de drenagem

<http://www.ebanataw.com.br/drenagem/bocadelobo.htm>

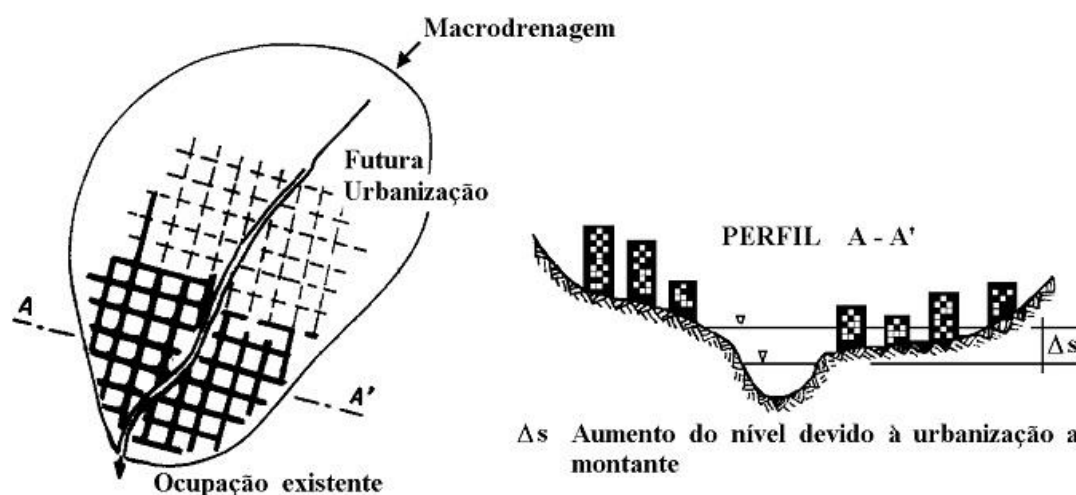


Figura 12 - Tendências da ocupação e impacto (TUCCI, 2005).

4 Conclusão

As enchentes urbanas além de trazerem riscos para a vida da população tem gerado prejuízos para a sociedade em geral, causadas pela falta de planejamento da ocupação o solo e manejo das águas pluviais.

Já era de conhecimento dos povos antigos a importância do gerenciamento de águas pluviais, e os benefícios trazidos por ele.

O presente artigo revelou, no entanto, que apesar do desenvolvimento tecnológico e o aperfeiçoamento nas técnicas construtivas alcançadas pelo homem, ainda existe a necessidade de voltarmos nossa atenção para o estudo dos impactos da urbanização sem planejamento e melhorar nossa análise quando em relação a escolha de áreas para novos loteamentos.

Um melhor estudo, regularizando as áreas de crescimento, o manejo das águas pluviais, os impactos decorrentes de loteamentos posicionados a montante das bacias, traria um benefício não só para a população afetada pelas enchentes urbanas, mas todos, haja visto que as medidas preventivas são de custo menores que as corretivas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE FILHO, J. L. **Oscilações induzidas no freático e as repercussões ao uso do solo.** BITAR, O. Y. (Coord.). Curso de geologia aplicada ao meio ambiente. Processos do meio físico modificados por obras de engenharia e pelo uso do solo. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Geologia (série Meio Ambiente), cap. 3, p. 135-147, 1995.

CORGHI, Fernanda Nascimento. **Diretrizes para implantação de Loteamentos Urbanos Aspectos Físicos, Legais e Sociais.** 2014. Disponível em: < <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/258344>>. Acesso em: 08 de junho de 2018.

DAEE/CETESB. Drenagem Urbana 2a ed., São Paulo, 1980.

JUSTINO, Aparecida Justino; MARTINS DE PAULA, Heber; PAIVA, Ed Carlo Rosa. **Análise do efeito da impermeabilização dos solos urbanos na drenagem de água pluvial do município de Uberlândia – MG.** Espaço em Revista, ISSN: 1519-7816, vol. 13, nº 2, jul/dez. 2011 páginas: 16 – 38. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/espaco/article/view/16884/10333>. Acesso em: 08 de junho de 2018.

MOTA, S. Introdução à engenharia ambiental. Rio de Janeiro: ABES,1997.

PIMENTEL JUNIOR, Carlos Alberto de Araújo; MARTINS DE ANDRADE, Felipe Quintas Peres. **Dimensionamento de uma rede de drenagem pluvial para a Ilha de Bom Jesus da Coluna.** 2014. Disponível em: <http://www.drhima.poli.ufrj.br/images/documentos/tcc/2014/carlos-alberto-de-araujo-2014.pdf>. Acesso em: 10 de outubro de 2018.

_____. Inundações Urbanas. In: **Drenagem urbana.** TUCCI, C. E. M. PORTO, R. La L.& BARROS, M. T. Porto Alegre: ABRH/ Editora da Universidade/ UFRGS, 1995. P. 15-36.

RAMOS, Carlos Lloret et al. **Diretrizes Básicas para projetos de drenagem urbana no município de São Paulo.** 1999. Disponível em: http://www.fau.usp.br/docentes/deptecnologia/r_toledo/3textos/07drenag/dren-sp.pdf.

Acesso em: 10 de outubro de 2018.