

HISTÓRIA DA DRENAGEM (*)

1. INTRODUÇÃO

O estudo da evolução histórica de um procedimento científico ou tecnológico em muito pode ajudar o estudante a entender os conceitos e aplicações do processo. Mesmo técnicas inadequadas empregadas no passado, muitas vezes aplicadas involuntariamente por prematuro conhecimento científico do assunto ou decorrentes de tentativas de acertos baseadas em suposições possivelmente equivocadas, servirão para evitar que tais fatos se repitam ao mesmo tempo em que ajudarão a fixar na memória do leitor como exemplos de novas descobertas tecnológicas. Até a capacidade inventiva do pesquisador pode depender do conhecimento histórico do avanço tecnológico.

Assim este capítulo pretende apresentar um resumo histórico sobre a evolução da drenagem desde os tempos primordiais das civilizações até os dias atuais, de modo que se possa avaliar a importância dessa técnica na vida do homem no planeta, especialmente em áreas urbanas, onde obras de drenagem são elementos essenciais de infraestrutura.

2. A HISTÓRIA

No início, a drenagem era basicamente um complemento da irrigação, mas depois evoluiu para uma técnica com objetivos bem definidos, como recuperar grandes extensões de terrenos inundados, tais como charcos, pântanos, etc, regular a umidade do solo em pequenas áreas de cultivo agrícola e desviar as águas do subsolo em terrenos destinados à construção.

Hoje, as técnicas modernas de drenagem exigem projetos pormenorizados, compostos de dispositivos coletores, coletores de transporte ou galerias e emissários, conforme sua função. Essa drenagem é um método eficaz para manter a salubridade de áreas urbanas ou a urbanizar, sujeitas a alagamentos e que podem converter-se em lodaçais e alagadiços.

A execução de obras de drenagem das áreas urbanas e adjacentes faz parte de um conjunto de obras de infra-estrutura necessária à garantia da integridade física das propriedades urbanas e evitar a perda de bens e vidas humanas.

Para um melhor entendimento do desenvolvimento das técnicas de drenagem ao longo dos milhares de anos da existência do homem no planeta, a seguir será exposto um rápido estudo que situa a evolução das práticas de drenagem desde a origem das civilizações e no contexto do crescimento de suas comunidades urbanas

2.1. A Origem das Civilizações e os Primórdios da Drenagem

No início a população humana era nômade e os homens perambulavam em pequenos grupos, de uma região para outra, na constante busca por alimentos. Os pioneiros dessa alteração no padrão de sobrevivência foram alguns habitantes do Oriente Médio. As primeiras aldeias apareceram por volta de 8500 a. C., ao norte e a leste da Mesopotâmia, região, que os gregos mais tarde assim chamariam e que significa entre rios, em regiões montanhosas onde as chuvas eram abundantes. Aos poucos, por volta de 7000 a. C., aprenderam a domesticar ovelhas e cabras e a cultivar o trigo e a cevada, o que lhes permitiu uma vida mais sedentária. Com a prática da agricultura foram surgindo técnicas de drenagem para a irrigação de cultivos de cereais independentemente das chuvas. A irrigação dos campos permitiu o aparecimento das primeiras cidades. A cidade bíblica de Jericó, um centro de comércio de sal, prosperou durante o sétimo milênio antes de Cristo no deserto próximo à extremidade norte do Mar Morto. Suas plantações eram irrigadas com água desviada de uma nascente. De modo semelhante, 800 quilômetros ao norte, na Ásia Menor, campos irrigados alimentavam a população de Satal Hüyük, um povoado que surgiu, em torno de 6500 a. C., junto a um campo de obsidiana, minério escuro e vítreo de origem vulcânica, empregado na fabricação de espelhos, jóias e facas. Embora tanto Jericó quanto Satal Hüyük abrigassem milhares de habitantes, o futuro dessas localidades era restrito, pois sua sobrevivência baseava-se num único e valioso produto, sem recursos agrícolas que favorecessem a expansão (McNEILL et alli, 1989, p. 9/10).

Coube aos sumérios, por volta de 3500 a. C., com acesso aos rios Tigre e Eufrates, desenvolver a agricultura irrigada em escala verdadeiramente grandiosa. Desviando a água de seus rios, cultivaram vastos trechos de deserto aluvial e transformaram a planície antes estéril em terras férteis. Região de muitas inundações, obrigou a população a desenvolver grandes obras de engenharia, como os grandes diques. Ao longo das margens dos rios, ergueram-se magníficas cidades, cercadas de espessas muralhas, no interior das quais havia palácios, templos imponentes e mansões de alvenaria e inúmeras ruas de casas confortáveis. Desenvolveram um sistema de governo e apareceram novas classes sociais. Estas transformações implicaram no fato mais importante da história humana: o nascimento da civilização. Os habitantes da Suméria haviam desencadeado, a partir das aparentes vantagens de sua terra natal, um movimento que alteraria para sempre a fisionomia do planeta (McNEILL et alli, 1989, p. 9).

No Egito, tal como seu equivalente mesopotâmico, o rico solo de aluvião deixado pelas cheias do Nilo constituía um terreno fértil. Por volta de 3500 a. C., os excedentes agrícolas da região já alimentavam uma civilização dispersa com cerca de 870 mil habitantes, que desenvolvera ofícios especializados, um panteão de deuses e a arte de escrever com hieróglifos. Porém, ao

contrário da Mesopotâmia, o Egito era um país fechado. Ocupando o baixo vale do Nilo e confinado por desertos, tinha uma sociedade altamente estratificada segundo uma hierarquia onde figuravam, em ordem decrescente, os deuses, o rei ou faraó, os mortos e, por último, os vivos.

Como na Suméria e no Egito, cerca de quatro mil anos antes de Cristo, um povo, do qual pouco se sabe, desenvolveu uma grande civilização na parte ocidental sul da Ásia, no hoje Paquistão e Índia ocidental, no vale do rio Indo, considerada hoje a que atingiu maior grau de desenvolvimento entre as quatro grades civilizações antigas. As cheias anuais do rio, provocadas pelo degelo do Himalaia, depositavam camadas aluvionais altamente férteis sobre a planície. Seus habitantes aprenderam a lidar com os caprichos do rio e começaram a cultivar a maior parte da planície de aluvião e a produzir excedentes agrícolas, que seria a base da organização social. Com o tempo ergueram grandes cidades, verdadeiros centros de produção e de comércio. Uma dessas cidades, de início apenas uma aldeia às margens do Ravi, importante afluente do Indo, no Punjab Oriental, veio a ser conhecida como Harappa, que deu seu nome a civilização ali desenvolvida, cuja capital era outra grandiosa cidade: Mohenjo-Daro, perto da foz do Indo, 550 km ao sul de Harappa.

NOTA: A ré-descoberta de Harappa se deu em princípios do século XIX (1827), pelos exploradores Charles Masson (1800-1853) e Alexander Burnes (1805-1841), e pelo arqueólogo Sir Alexander Cunningham (1832-1898) no início dos anos '70 (1872-1873). Este trabalho conduziu às primeiras escavações em Harappa, em princípios do século XX (1920-1921), por Rai Bahadur Daya Ram Sahni e, em Mohenjo-Daro (1933-1934), por Madho Sarup Vats, arqueólogos do Archaeological Survey of India. (do site SÓ BIOGRAFIAS - <http://www.sobiografias.hpg.ig.com.br/>)

2.2. As Primeiras Cidades

Escavações arqueológicas têm mostrado que a cerca de 4000 a.C. já era conhecido o processo de obtenção do cobre, por aquecimento dos seus minerais de cor verde. Dúctil e maleável, o metal era apropriado para a manufatura de armaduras e pontas de armas cortantes. Mas foi somente 1000 anos mais tarde que se conseguiu, provavelmente por acaso, juntar estanho ao cobre, criando-se a primeira liga metálica, o bronze. A possibilidade de utilização do bronze para a manufatura dos mais variados tipos de ferramentas duras, como o machado e o martelo, deu início a uma era de grandes transformações sociais e tecnológicas, tão importante para o desenvolvimento da sociedade humana, que o período histórico compreendido de 3000 a.C. até meados de 1500 a.C., ficou conhecido como a Idade do Bronze, e é utilizado por historiadores para dividir a história da pré-história (Klein, 2000).

Nessa época, ocorreu uma verdadeira revolução urbana, com a população deixando os campos para formar cidades. O uso do cobre e do bronze levou ao desenvolvimento de novas técnicas de fundição e metalurgia; aprendeu-se a aproveitar a energia representada pela tração animal, e, é claro, surgiram os primeiros veículos com rodas. É dessa época também o aparecimento de barcos à vela movidos com energia do vento. A cerâmica foi desenvolvida e apareceram os tijolos, que começaram a ser utilizados em construções sólidas, inclusive em condutos, drenos etc. Foi durante essa época que se desenvolveu a escrita, os caracteres cuneiformes.

Em 2334 a. C., cerca de mil anos depois do surgimento das primeiras cidades sumérias, Sargão I, o Grande, assumiu o controle da região e depois de toda a Mesopotâmia, impondo um sistema de governo centralizado em Ur.

Em torno do templo e do conjunto real de Ur ficava a cidade propriamente dita. Um labirinto de 60 hectares de casas de dois andares, feitas de tijolos de barro, dispostas em ruazinhas e vielas serpenteadas, sem planejamento. Para facilitar o trânsito, os cantos das casas eram arredondados e nas ruas havia blocos que serviam de apoio aos cavaleiros, para montar.

No Egito, o centro de cada cidade era ocupado por um complexo que continha templos, palácios reais, e moradias das demais autoridades e dos sacerdotes. Em volta espalhavam-se os subúrbios residenciais dos cidadãos. Embora ao contrário do solo mesopotâmico, no Egito existissem enormes depósitos naturais de pedra, os blocos tirados das pedreiras eram reservados para os templos e tumbas, de modo que a grade maioria das moradias era construída à base de tijolos de barro crus e madeira e, assim, com o tempo, todas elas desmoronavam e se transformavam em pó, deixando como único monumento à glória do Egito os túmulos dos faraós.

O povo do Indo edificava suas cidades de modo a se manter acima das linhas de enchente do rio. Sítios escavados em Mohenjo-Daro, na Índia, e em Harappa, no Punjab, indicam ser essas duas antigas cidades indianas, com populações em torno de 50.000 habitantes cada, planejadas em blocos retangulares, segundo, aparentemente, leis de construção. Como em algumas cidades sumérias, entre as quais Ur, as comunidades urbanas eram construídas sobre imensos platôs de terra e cascalho, verdadeiras ilhas artificiais, totalmente a salvo das cheias, em meio às planícies.

Especialistas na construção de robustas barragens e complexos sistemas de irrigação, suas cidades seguiam um plano padronizado e dentro delas havia áreas reservadas para escritórios administrativos, templos e as moradias das autoridades. Entre essas artérias principais ficavam grandes quarteirões de casas de tijolos cozidos e em tamanhos uniformes, separadas por vielas.

Enquanto os mesopotâmicos e os egípcios trabalhavam para erguer muralhas, túmulos e templos, o povo do vale do Indo dedicava-se a árdua tarefa de colocar suas acomodações acima das enchentes ameaçadoras, construindo enormes plataformas de terra batida e entulhos e, metodicamente, diante de eventuais derrotas, voltavam a reconstruir suas cidades, tijolo por tijolo, exatamente como eram antes.

Entre a primeiras estruturas construídas em Harappa, destaca-se uma cidadela com cerca de 425 metros de extensão e 180 metros de

largura, situada ao longo do Ravi, num platô, 12 metros acima da linha d'água durante a inundação. Para proteger a fortaleza da erosão provocada pela correnteza do rio, os arquitetos de Harappa forraram as fundações com um aterro de tijolos, de 14 metros de espessura na base. Ao norte, numa elevação um pouco mais baixa, ficava o bairro residencial, ocupando uma área de 260 hectares, com ruas paralelas de cerca de 9 metros de largura.

Segundo a tradição chinesa, de modo semelhante ao povo do vale do rio Indo, sua civilização também se originou da luta contra o poder de um rio. Um líder de nome Shen Nong, teria ensinado a seu povo a arte da agricultura e do comércio, assim como o controle das cheias. Esses conhecimentos eram bem necessários, pois desde o quarto milênio a. C. os agricultores chineses agrupavam-se em aldeias ao longo do rio Amarelo, no norte do país, cujos sedimentos trazidos da erosão no leito superior e acumulados nos trechos inferiores, faziam o rio elevar-se acima das planícies, transbordando e causando calamitosas enchentes nos campos e povoados agrícolas.

Ao longo dos séculos, a necessidade de canalizar o rio para a irrigação e também de construir diques para evitar os dilúvios uniu o povo chinês em uma notável civilização com cidades bem fortificadas, já em meados do terceiro milênio a. C.

2.3 A Origem da Drenagem

Pelo visto nos itens anteriores a arte da drenagem de águas superficiais e subterrâneas é tão antiga quanto à origem das civilizações. O fim da vida nômade e o estabelecimento do homem em localidades fixas tornaram-se possíveis a partir do momento em que ele pôde inventar técnicas de manejo da água sobre o solo e utilizar seu poder de percolação para estabelecer os primeiros processos de irrigação e produção de alimentos, independente de condições atmosféricas.

Nas primeiras civilizações, a drenagem contribuiu para o aproveitamento de grandes extensões de terra, como aconteceu com os sumérios (na Mesopotâmia), egípcios, hindus e chineses e também entre os astecas, no México, e incas, no Peru.

Os sistemas primitivos de drenagem consistiam exclusivamente de valas a céu aberto que atravessassem as terras, porém, aos poucos, surgiu a idéia de construir dutos cobertos para a drenagem urbana. Inicialmente empregavam-se blocos de argila cozidos e cimentados com barro e gesso. O gesso foi o ligante principal para os egípcios e o barro para os mesopotâmicos e hindus.

A experiência dos antigos foi aprimorada pelos fenícios, gregos e romanos. Obras de drenagem de grande porte foram realizadas no tempo do Império Romano, como as do vale do Pó, na Itália, e as do Fens, na Inglaterra. Na idade moderna, nos Estados Unidos, as terras pantanosas da costa do Atlântico, as terras baixas próximas ao rio Sacramento, na Califórnia e os pântanos meridionais dos grandes lagos, são exemplos de regiões que se tornaram agricultáveis devido a obras de macrodrenagem.

Um dos exemplos mais notáveis da prática da drenagem em grande escala é o dos Países Baixos, onde foi iniciado o grande projeto de Zuiderzee (1924) que compreendeu a construção de um dique de 29km de comprimento e 5,50m de altura, na foz de um rio, com o objetivo de impedir o acesso das águas do mar do Norte. Isolada, a área passou a ser dessecada por meio de um sistema de canais e bombas, o que permitiu o aproveitamento de novas terras aráveis, em um total de mais de dois mil quilômetros quadrados.

Os holandeses tornaram-se mestres na arte de resgatar grande parte das terras baixas do mar ou de lagos, por meio da utilização racional de técnicas de drenagem. Assim, uma área de mais de 180km², anteriormente coberta pelas águas do lago Haarlem, tornou-se arável (BARSA CD-ROM,1998).

2.4. As Primeiras Obras Sistemáticas de Drenagem Urbana

Embora os sumérios fossem muito evoluídos nas técnicas da irrigação, nas suas ci-dades a maioria das ruas não era calçada e transformava-se em atoleiros nas épocas de chu-va. É provável que os veículos de rodas fossem deixados nos portões das cidades, enquanto dentro das muralhas, nas ruas estreitas, trafegavam apenas pedestres e animais de carga.

Achados do Médio Império (2100-1700 a. C.) oferecem alguma idéia das condições do Egito. O extraordinário arqueólogo William Flinders Petrie (1853-1942) descobriu as ruínas da cidade de Kahum, construída, por ordem do faraó, segundo um plano unificado. Houve o cuidado de se fazer água escoar, através de uma calha de pedra de mármore implantada no centro da rua (Rosen, 1994, p. 31/2). As ruínas de Tel-el-Amarma, do século XIV a. C., são, em essência, iguais às de Kahum, sendo que aqui foram encontrados sinais da existência de banheiros em casas mais humildes.

Ameaçado pela água, o povo de Harappa aprendeu a conviver de maneira mais eficiente com essa ameaça. Uma característica das cidades do vale do Indo era a sofisticação do sistema de encanamento pelos quais a água servida corria para dutos ou esgotos centrais. Os esgotos, mantidos por uma autoridade municipal, eram forrados de tijolos e tinham aberturas a intervalos regulares para inspeção e manutenção.

Os cidadãos de Harappa desenvolveram um privilégio bastante raro no mundo antigo: água encanada. Cada casa dispunha de um banheiro com chão pavimentado em declive e de um sistema de escoamento de água. A água para o banho era puxada, com baldes,

de poços revestidos de tijolos de barro cozido, e despejadas em pequenos reservatórios e daí encaminhadas por curtos encanamentos cerâmicos para cair sobre o banhista. As pessoas também se lavavam com o auxílio de jarras e usavam assentos de alvenaria de tijolos sobre estreitos canais que desembocavam em escoadouros de águas usadas. Embora banheiros e tubulações de esgotos sejam construções comumente encontradas nas escavações, não existiam banheiras.

As escavações também mostram que as ruas eram largas, pavimentadas e drenadas por esgotos cobertos. Esses canais de escoamento ficavam cerca de meio metro abaixo do nível do pavimento e, geralmente, eram construídos em alvenaria de tijolos com uma argamassa de barro.

Usavam-se materiais de qualidade superior no interior das casas e empregavam-se canos de drenagem feitos de cerâmica, embutidos e rejuntados com gesso, para que não ocorressem vazamentos. Os dejetos das casas eram conduzidos para um engenhoso sistema municipal de esgotos. Uma fossa coberta do lado de fora de cada habitação, comunicava-se com um a rede de canais de esgoto, revestidos e cobertos com tijolos, que corria ao longo das ruas principais. Em cada interseção, havia uma fossa com tampa removível, para permitir a limpeza. Acredita-se que uma equipe permanente de trabalhadores se encarregava da manutenção do sistema e de fazer a coleta do lixo. Oportunamente deve-se citar aqui que o lixo escoava das calhas das casas para dentro de depósitos instalados nas ruas.

No período pré-helênico, em Tróia, onde existiam sistemas de abastecimento de água, regulamentava-se também o destino dos dejetos e existia um sistema de esgotamento. Em palácios, como o de Cnossos, em Creta, do segundo milênio pré-cristão, havia não apenas magníficas instalações para o banho, como também descargas para os lavatórios. Havia torneiras em casas particulares, como comprovado nas ruínas do Priene, na Ásia Menor, e era usual, em muitos lugares, retirar água de poços públicos (Rosen, 1994, p. 32).

Na América do Sul, impressionantes ruínas de sistemas de esgotos e de banhos atestam as façanhas dos quéchuas em engenharia sanitária. Esse povo que habitou regiões do atual Peru e Equador, ergueu cidades drenadas e com suprimento de água, garantindo assim, um terreno seguro para a saúde da comunidade. Estavam cômicos, ainda, da influência possível de outros elementos do ambiente físico sobre a saúde e reconheceram a conexão entre aclimatação e má saúde, a ponto de que tropas oriundas dos planaltos serviam nos vales quentes em um sistema de rodízio, permanecendo ali apenas alguns meses de cada vez (Rosen, 1994 p. 32).

Estudos biográficos sobre o filósofo Empédocles de Agrigento (504-443 a. C.) indica que mesmo antes do apogeu helênico, os gregos já haviam estabelecido uma associação entre pântanos e malária. Segundo o historiador Diógenes Laércio (350-400 a. C.), Empédocles livrou de uma epidemia o povo de Selinute, na Sicília, desviando dois rios para os pântanos, com o intuito de prevenir a estagnação das águas e salubrificá-las. Em Ares, Águas e Lugares, consideravam-se nocivas planícies encharcadas e regiões pantanosas e recomendava a construção de residências em áreas elevadas, aquecidas pelo sol, para que entrassem em contato somente com ventos saudáveis (Rosen, 1994 p. 36/7).

Muitas cidades antigas, entre as quais Atenas e Roma, tinham sistemas de esgoto. Cidades avançadas dos períodos helenístico e romano possuíam canalizações sob as ruas, para a eliminação da água de superfície e dos esgotos. O historiador judeu Flávio Josefo (37-96 d. C.), por exemplo, elogiou o moderno sistema instalado pelo rei da Judéia, Herodes (73-04 a. C.), em Cesaréia. Em seus relatos o geógrafo e historiador grego Estrabão (63 a. C.-24 d. C.) surpreendeu-se negativamente com a construção de Nova Esmirna, sem condutos fechados específicos para drenagem, de modo que a águas dos esgotos escoavam em valas abertas.

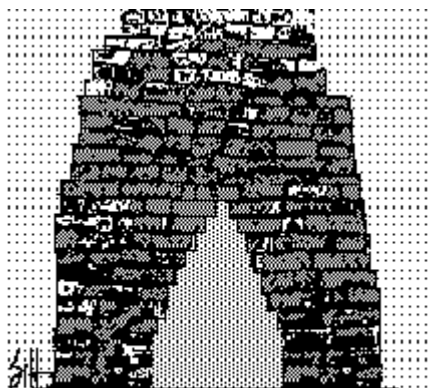
Atribui-se a construção do grande esgoto de Roma, a cloaca máxima, ao quinto rei romano, de origem etrusca, Tarquínio Prisco (580-514 a. C.), porém essa obra se origina, provavelmente, dos primeiros tempos republicanos e é a maior das obras de drenagem romana ainda funcionando. É um canal da água de drenagem que funcionava desde o Fórum Romano, drenando o solo encharcado aos pés da colina do Capitólio, e depois de serpentear através da Via del Velabro, do Fórum de Boario, e de uma curva larga, o canal esvazia no Tibre, em Ponte Emilio. As paredes da primeira seção são construídas dos blocos de pedra e em vários pontos ao longo do trajeto, deságuam drenos subterrâneos menores e tampados. A canaleta funcionou originalmente a céu aberto, mas no século III a. C. foi coberta. A seção do canal, inicialmente de 2,12m de largura por 2,7m de altura, ia aumentando progressivamente ao longo do percurso, alcançando em sua extremidade de jusante 4,50m largura por 3,30m de altura. A cloaca máxima ainda é parte do sistema de drenagem da atual Roma, sendo que o trecho final foi retificado de modo a desaguar perpendicularmente à margem murada do rio.

Para os romanos o sistema de esgotos, no qual se incluía a cloaca máxima, era tão valioso quanto o suprimento de água (Rosen, 1994, p. 43). No desenho ilustrativo (Figura HD2), elaborado pelo autor, pode se observar o detalhe de um arco de sustentação do teto e os degraus inferiores para inspeção, nessa magnífica obra de engenharia dos tempos antigos.

O arquiteto, engenheiro, agrimensur e pesquisador romano, Marco Vitruvius Pólio (c. 70-25 a. C.), em seu livro *De Architectura*, acentuou a importância de se determinar a salubridade de um sítio e oferece indicações precisas para a seleção de lugares apropriados à fundação de cidades e à construção de prédios. Vitruvius Pólio, também, deu muita atenção à posição, à orientação e ao sistema de drenagem das moradias (Rosen, 1994, p. 44).

ILUSTRAÇÕES

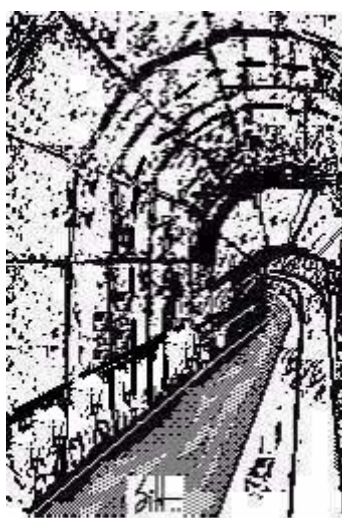
Dois tempos extraordinários da história da drenagem



Seção de uma galeria
de esgotos em Harapa

Galeria típica de Harappa (~ 2000 a. C.)

A figura, elaborada pelo autor deste texto, é uma representação de uma galeria construída em tijolos, típica de Harappa (observar o detalhe da abóbada em "V" invertido)



Trecho da Cloaca Máxima

A Cloaca Máxima (~ 500 a. C.)

No desenho ilustrativo, elaborado pelo autor deste texto, pode se observar o detalhe de um arco de sustentação do teto e os degraus inferiores para inspeção, nessa magnífica obra de engenharia dos tempos antigos.

2.5. O Surgimento da Urbanização Planejada

Na remodelação do Pireu, o porto de Atenas, em meados do século V a. C., trabalhou um jovem e grande urbanizador e arquiteto de Mileto, colônia grega da Ásia Menor, hoje Turquia, chamado Hipódamo de Mileto. Ali ele desenvolveu um sistema inteiramente novo de planejamento urbano posteriormente denominado de malha hipodâmica. Pela primeira vez foi empregada uma forma regular e padronizada que, além de proporcionar maior rapidez e praticidade na construção urbana, tornou-se um triunfo estético, permitindo que os arquitetos projetassem as cidades segundo padrões de simetria. Também permitiu o desenvolvimento futuro de traçados de microdrenagem mais eficientes, bem como a melhor disposição da macrodrenagem, principalmente obras de retificação.

Com as conquistas do poderoso imperador macedônico Alexandre Magno (356-323 a. C.) avançando por todo o Oriente Médio, chegando até o Afeganistão e oeste da Índia, iniciou-se a era que mais tarde seria conhecida como helenística, e a arte, as idéias e o planejamento urbano gregos transformaram-se em norma por todo o império. O próprio imperador fundou cerca de vinte Alexandrias durante suas campanhas, sendo que a mais famosa delas, na foz do rio Nilo, no Egito, tornou-se uma das maiores e mais importantes cidades da história, especialmente como centro cultural do mundo antigo.

A cidade romana padrão era construída como um tabuleiro de xadrez, com quarteirões de tamanho regular, em geral quadrados de 75 metros. Poucas casas particulares possuíam instalação sanitária além de latrinas escavadas em terra, porém cada cidade tinha seus lavatórios públicos, com longas fileiras de assentos comunitários, alinhados em semicírculo ou retângulo, construídos sobre calhas pelas quais a água corrente levava os dejetos.

A própria Roma foi fundada em torno de um forte no topo de uma colina, porém em torno de 600 a. C., a expansão da área urbana exigiu que o vale pantanoso ao pé da colina fosse drenado, produzindo uma área plana e seca que iria se tornar o fórum romano. Desenvolveu-se ali uma cidade-mercado, orientada segundo os quatro pontos cardeais, que alcançou a população de cerca de um milhão de habitantes no início da era cristã. A cidade era abastecida por onze aquedutos, porém água canalizada era um privilégio de poucos e a maioria dos cidadãos abastecia-se em fontes públicas.

Havia extensos esgotos, de construção esplêndida (alguns tão grandes que neles se podia passar com uma carroça puxada por um cavalo), mas se conectavam apenas com o sistema público de drenagem e não com as casas particulares. Para estas construções os romanos fabricaram um ligante à base de cimentos naturais de lava vulcânica. No século I a. C., Vitruvius descreveu as propriedades aglutinantes das misturas de cal, areia e cascalho.

Chang'an, na China central, sede dos imperadores Tang, fora cuidadosamente planejada e organizada segundo as teorias cosmológicas chinesas. A avenida central, ladeada por árvores e valas de drenagem, comportava doze carruagens lado a lado e até as laterais comportavam quatro e, embora algumas ruas fossem pavimentadas, a maioria era de terra e o ambiente urbano era impregnado de poeira levantada pelo tráfego de pedestres e de veículos. No final do século X, quando a dinastia Tang foi derrubada, a capital desmoronou, pois tal como todas as cidades chinesas da época, era também construída com materiais perecíveis como bambu, madeira e tijolos de barro.

Por outro lado, como exemplo de carência de serviços eficientes de drenagem na época, cita-se a capital egípcia. O Cairo havia se transformado no maior centro comercial do Oriente Médio. Para além das largas avenidas que levavam aos mercados centrais, amontoavam-se as ruas residenciais sem drenagem alguma. Eram vielas estreitas, densamente povoadas, muitas terminando em um beco sem saída.

2.6. As Cidades Medievais

O mundo medieval enfrentou o desafio de fundir a cultura dos invasores bárbaros com a herança clássica dos romanos e com os ensinamentos da religião cristã. As cidades medievais tinham origem variada e caracteristicamente consistiam de um amontoado de edifícios num labirinto de ruas estreitas, construídos aleatoriamente, sem planejamento deliberado. Umase desenvolveram de antigas colônias romanas, outras se ergueram nos vãos de rios ou em importantes rotas comerciais. Outras floresceram em torno de séis episcopais fortificadas, ou de castelos de senhores feudais, poderosos o suficiente para protegê-las contra inimigos.

Muitos centros importantes como Londres, Florença, Colônia e Milão, surgiram em locais de antigos assentamentos romanos, mas enquanto alguns conservaram no centro o quadriculado regular do traçado original, seu crescimento medieval e periférico afastava-se cada vez mais do traçado padronizado de origem.

De cada dez cidades medievais nove tinham menos de 2000 habitantes residentes. Eram densamente povoadas, barulhentas, sujas, multicoloridas e fervilhantes de atividades ao ar livre. Fediam a esterco e os veículos de roda eram uma raridade. Só as ruas mais largas eram pavimentadas e as outras eram sujas de esterco e lama nos meses de inverno, e freqüentemente não tinha mais que dois metros de largura. A maioria da população tinha costumes higiênicos rurais e jogava seus excrementos em valas de esgotos ou em

pilhas de detritos, a céu aberto.

Instalações higiênicas importantes, como água encanada, latrinas apropriadas, aquecimento, ventilação própria nos cômodos, já existiam no início da Idade Média, mas praticamente estavam restritas aos sítios monásticos. Nas cidades mais importantes apenas os ricos tinham suas próprias latrinas e fossas. A maioria de suas ruas não tinha pavimentação e tampouco obras de drenagem, e recebia toda sorte de refugos e imundície. Canalizar águas de fora da cidade era uma boa alternativa, porém tornava a cidade vulnerável a ataques externos. Esta idéia prosperou em Londres, menos temerosa de ataques que a maioria das capitais européias, que inaugurou seu primeiro aqueduto em 1236.

Mesmo no final dessa era as condições da vida urbana eram precárias. Como exemplo positivo cita-se Milão, do século XIV, onde esgotos e cloacas, tinham de ser construídos em lugares aprovados pelas autoridades e construídos em valas reaterradas, com profundidades suficientes para que não emitissem maus odores.

Em resumo, as cidades medievais caracterizaram-se por ocuparem espaços claramente definidos por muros, preenchidos por ruas, vielas, praças, que se sucediam dando acesso às edificações, em torno dos castelos e das igrejas. Nas praças se desenrolava toda a vida da comunidade, o mercado, as festas religiosas ou pagãs. Estas eram as condições que convinham para garantir o pleno desempenho das funções urbanas da época sem preocupações sanitárias coletivas ou áreas verdes, por exemplo. Algumas dessas cidades se desenvolverem, mas conservaram, pelos motivos mais diversos, espaços como bairros e logradouros que hoje representam um patrimônio de grande importância cultural e turística: Siena, com a sua Piazza del Campo, Carcassone dentro de suas muralhas, Bezalú com sua ponte e portal, e várias outras por toda a Europa.

2.7. A Pavimentação Sistemática

Com a finalidade de manter as ruas mais limpas e transitáveis, na segunda metade do século XII cristão, introduziu-se a prática da pavimentação. Paris, já com mais de 100 mil habitantes, foi a primeira cidade a iniciar a pavimentação sistemática de suas ruas (1185). Seguiram-se Praga (1331), Nuremberg (1368), Basiléia (1387) e Augsburg (1416).

Por volta de 1440 Florença, a então mais imponente cidade italiana, tinha todas as ruas pavimentadas, porém isto era uma exceção. De um modo geral as vias urbanas da época continuavam sem pavimentação e sem qualquer tipo de rede de esgotamento.

2.8. O Renascimento

O Renascimento representou o desaparecimento da civilização medieval e a aurora de um período moderno, no qual as preocupações com saúde pública como conhecemos hoje se desenvolveram.

O período entre o início do século XVI e meados do século XVIII é, sem dúvida, um tempo de transição. Generalizou-se a pavimentação das ruas e construção de obras de canais de drenagem onde escoavam os refugos indesejáveis das ruas em direção aos rios e lagos.

Embora esse fosse um meio fácil das sobras serem eliminadas, havia o sensível incômodo gerado pelos maus odores, além do que as provisões de água tornavam-se perigosamente poluídas. Dizia-se que os canais de Antuérpia matavam até mesmo os cavalos que bebiam sua água. Os poços e fontes se contaminavam com infiltrações oriundas das fossas e dos cemitérios.

2.9. A Evolução das Cidades

As cidades tendiam naturalmente a se desenvolver próximas de vias fluviais, por questões lógicas de sobrevivência. Usados no princípio como fontes de água de beber, os rios tornaram-se tão poluídos com esgotos e lixo que os habitantes tinham que ir para outro lugar. Este padrão universal foi seguido por gênero humano ao longo de muitos séculos, especialmente nas pequenas comunidades urbanas.

Com a evolução dos tempos as pessoas passaram a construir casas permanentes, favorecendo o aparecimento das grandes cidades e gerando maiores volumes de esgotos, lixo e refugo nas ruas. Quando as pilhas de detritos de toda natureza ficavam altas e o mau odor tornava-se praticamente insuportável, a sujeira era removida, utilizando pás e carros de tração animal. Esta condição foi clássica até o início do século XIX, quando surgiram os primeiros sistemas de distribuição urbana de água potável por encanamentos e se popularizou a peças de descarga hídrica para descarga de esgotos.

No início do XIX, as condições de vida urbana começaram claramente a melhorar. Apesar disso, esse movimento aconteceu de modo desigual e ainda restava muito que fazer. A evolução nos sistemas de abastecimento de água e de esgotamentos era modesta, restringindo-se à introdução gradual das bombas a vapor e canos de ferro. No entanto, até a primeira década do século XIX, os encanamentos principais continuavam a ser, principalmente, de madeira. Lichfield substituiu seus canos de chumbo por canos de ferro fundido (1805). A Companhia de Água de West Middlesex, uma das abastecedoras de Londres, substituiu a madeira por ferro (1808). Dublin, finalmente aderiu ao ferro fundido (1809), substituindo os encanamentos principais, de madeira, nos cinco anos

seguintes.

A generalização do sistema de drenagem por carreamento pela água logo originou mais problemas: as fossas raramente eram limpas e seu conteúdo se infiltrava pelo solo, saturando grandes áreas do terreno e poluindo fontes e poços usados para o suprimento de água. Além disso, era ilusoriamente fácil eliminar a água de esgoto, permitindo-a alcançar os canais de esgotamento existentes sob muitas cidades. Como esses canais de esgotamento se destinavam a carrear água de chuva, a generalização dessa prática levou os rios de cidades maiores a se transformarem em esgotos a céu aberto, um dos maiores desafios enfrentados pelos reformadores sanitários do século XIX. Muitas cidades como Paris, Londres e Baltimore adotaram o emprego de fossas, mas os resultados foram desastrosos.

Estas fossas se tornaram locais apropriados para geração de doenças e um problema de saúde pública. A extravasão para os leitos das ruas criou, também, constrangimentos do ponto de vista estéticos, levando a necessidade de criação de esquemas para limpeza das vias públicas das cidades grandes.

Paralelamente começava a se concretizar a idéia de serem organismos microscópicos a possível causa das doenças transmissíveis. No início do século XIX havia na Grã-Bretanha várias cidades consideradas de grande porte, mas elas pareciam tão incapazes como suas predecessoras de evitar as constantes ondas de mortes por doenças e epidemias, que ainda eram o preço inevitável da vida urbana. Apesar das consideráveis melhorias executadas nos esgotos londrinos no século anterior, as galerias continuavam despejando seus bacilos no rio Tâmsa, contaminando a principal fonte de água potável da capital.

A melhoria das condições de transporte, provocou um efeito colateral assustador: as epidemias se espalhavam com muito maior rapidez e produzindo um alcance de vítimas muito mais devastador, como a de cólera (1831-1832). O governo britânico assustou-se com a intensidade de mortes e as autoridades perceberam uma clara conexão entre a sujeira e a doença nas cidades. Os reformadores e os engenheiros hidráulicos (1842) propuseram, então, a reforma radical do sistema sanitário, separando rigorosamente a água potável da água servida: as valas de esgotos a céu aberto seriam substituídas por encanamentos subterrâneos construídos com manilhas de cerâmica cozida.

Princípios de serviço de saúde pública foram, em seguida, elaborados a partir da primeira Lei de Saúde Pública da Grã-Bretanha (1847), que entrou em vigor um ano depois (1848). Desenvolvido pelo inglês Edwin Chadwick (1800-1890), o texto era extremamente refinado por engenheiros daquele tempo e contribuiu para o desenvolvimento de projetos de esgotos corretamente classificados segundo o tamanho e alinhados, com instalações adequadas para limpeza e manutenção. No final da década seguinte (1859) deu-se início a limpeza geral das canalizações de esgotos da capital e dezesseis anos depois, 133 quilômetros de coletores novos de esgotos percorriam o subsolo da cidade, recolhendo dejetos em uma área de cerca de 260 quilômetros quadrados tornando-se um exemplo para o mundo, logo seguido por outras cidades industriais da Inglaterra e de outros países do continente europeu e americano.

A concepção inicial de sistemas de esgoto criados na América é creditada ao coronel e importante engenheiro civil Julius Walker Adams (1812-1899) nascido em Boston, Massachusetts, que projetou os esgotos em Brooklyn, Nova Iorque (1857). A preocupação com os problemas de saúde pública na América do Norte cresceu com o surgimento da epidemia de febre amarela em Memphis, Tennessee (1873). Neste ano foram mais de 2.000 mortes e, cinco anos depois, já eram cerca de 5150 mortes desta doença. Estas epidemias foram esponsáveis pela formação do Departamento de Saúde Nacional, o precursor do Serviço de Saúde Pública Norte-Americano. Depois do controle da epidemia e construção de um sistema de esgoto sanitário em Memphis (1889), as maiores cidades americanas estavam com linhas de esgoto em funcionamento.

Com os resultados positivos evidentes, aos poucos os serviços de iluminação pública, pavimentação, bibliotecas, hospitais e até mesmo lavanderias e banhos públicos, foram sendo ampliados e absorvidos pela administração pública. Na primeira década do século XX a vida nas cidades da Europa e da América do Norte era melhor do que nunca. O aperfeiçoamento do sistema de esgotos trouxe uma enorme melhoria na saúde pública e, livres da antiga maldição das epidemias, os cidadãos tornaram-se um número crescente. As ruas eram iluminadas à noite e bem pavimentadas. Mesmo nas cidades de industrialização mais sólida, os reformistas acrescentavam parques e áreas verdes, para benefício do bem-estar físico e mental dos moradores (Clark et alli, 1993, p. 150/3).

Outro fator importante foi a disseminação do concreto armado como material de construção (1866) pelo comerciante de mudas e peças de jardinagem francês, Joseph Monier (1829-1906), e a compra de sua patente pelos alemães (1867). Isso incrementou a construção civil pelo processo e generalizou o uso do material para a construção de reservatórios e encanamentos e canais, ainda que inicialmente de modo rudimentar e sem controle de cálculos (Ver Capítulo 10). Entre outras vantagens e qualidades, o concreto armado proporcionava além de segurança e durabilidade, rapidez de execução, economia de conservação, impermeabilidade e resistência a choques e vibrações. Este advento praticamente revolucionou favoravelmente o desenvolvimento das obras de drenagem, essencialmente as de microdrenagem, facilitando a construção de lajes de cobertura e possibilitando o emprego de tubos pré-moldados para construção das galerias, especialmente as de menor porte.

A partir de 1760, primeiro Londres, e depois outras grandes cidades, desenvolveram e efetivaram esquemas para melhoramentos públicos na arquitetura urbana. Derrubavam-se prédios deteriorados ou que impediam a circulação, pavimentavam-se, drenavam-se e iluminavam-se ruas. Vias estreitas e tortuosas foram alargadas e tornadas planas e retificadas. Prédios de alvenaria substituíram casas de madeira, modernizando áreas urbanas mais antigas e insalubres, dotando-as de suprimento de água e canalizações de esgotamentos, reduzindo o lançamento de águas de esgoto nas sarjetas. O exemplo de Londres se espalhou pelas províncias, e outras

idades empreenderam melhorias (Clark et alli, p.150).

Porém até o século XVIII, as latrinas continuavam raras e eram instalações de ricos. Só a partir dos anos 1780, o sistema de dejetos e resíduos carreados pela água começou a se tornar comum, com o desenvolvimento de projetos hidráulicos mais eficientes. Antoine Chezy (1718-1798), engenheiro e matemático francês natural de Châlons-sur-Marne, e operador do sistema sanitário de Paris, foi o precursor da fórmula moderna para velocidade relativa de fluxo e perda de cabeça devido a fricção em fluxo de canal aberto (1775).

No início do XIX, as condições de vida urbana começaram claramente a melhorar. Apesar disso, esse movimento aconteceu de modo desigual e ainda restava muito que fazer. A evolução nos sistemas de abastecimento de água e de esgotamentos era modesta, restringindo-se à introdução gradual das bombas a vapor e canos de ferro. No entanto, até a primeira década do século XIX, os encanamentos principais continuavam a ser, principalmente, de madeira. Lichfield substituiu seus canos de chumbo por canos de ferro fundido (1805). A Companhia de Água de West Middlesex, uma das abastecedoras de Londres, substituiu a madeira por ferro (1808). Dublin, finalmente aderiu ao ferro fundido (1809), substituindo os encanamentos principais, de madeira, nos cinco anos seguintes.

A generalização do sistema de drenagem por carreamento pela água logo originou mais problemas: as fossas raramente eram limpas e seu conteúdo se infiltrava pelo solo, saturando grandes áreas do terreno e poluindo fontes e poços usados para o suprimento de água. Além disso, era ilusoriamente fácil eliminar a água de esgoto, permitindo-a alcançar os canais de esgotamento existentes sob muitas cidades. Como esses canais de esgotamento se destinavam a carrear água de chuva, a generalização dessa prática levou os rios de cidades maiores a se transformarem em esgotos a céu aberto, um dos maiores desafios enfrentados pelos reformadores sanitários do século XIX. Muitas cidades como Paris, Londres e Baltimore adotaram o emprego de fossas, mas os resultados foram desastrosos.

Estas fossas se tornaram locais apropriados para geração de doenças e um problema de saúde pública. A extravasão para os leitos das ruas criou, também, constrangimentos do ponto de vista estéticos, levando a necessidade de criação de esquemas para limpeza das vias públicas das cidades grandes.

Paralelamente começava a se concretizar a idéia de serem organismos microscópicos a possível causa das doenças transmissíveis. No início do século XIX havia na Grã-Bretanha várias cidades consideradas de grande porte, mas elas pareciam tão incapazes como suas predecessoras de evitar as constantes ondas de mortes por doenças e epidemias, que ainda eram o preço inevitável da vida urbana. Apesar das consideráveis melhorias executadas nos esgotos londrinos no século anterior, as galerias continuavam despejando seus bacilos no rio Tâmsa, contaminando a principal fonte de água potável da capital.

A melhoria das condições de transporte, provocou um efeito colateral assustador: as epidemias se espalhavam com muito maior rapidez e produzindo um alcance de vítimas muito mais devastador, como a de cólera (1831-1832). O governo britânico assustou-se com a intensidade de mortes e as autoridades perceberam uma clara conexão entre a sujeira e a doença nas cidades. Os reformadores e os engenheiros hidráulicos (1842) propuseram, então, a reforma radical do sistema sanitário, separando rigorosamente a água potável da água servida: as valas de esgotos a céu aberto seriam substituídas por encanamentos subterrâneos construídos com manilhas de cerâmica cozida.

Princípios de serviço de saúde pública foram, em seguida, elaborados a partir da primeira Lei de Saúde Pública da Grã-Bretanha (1847), que entrou em vigor um ano depois (1848). Desenvolvido pelo inglês Edwin Chadwick (1800-1890), o texto era extremamente refinado por engenheiros daquele tempo e contribuiu para o desenvolvimento de projetos de esgotos corretamente classificados segundo o tamanho e alinhados, com instalações adequadas para limpeza e manutenção. No final da década seguinte (1859) deu-se início a limpeza geral das canalizações de esgotos da capital e dezesseis anos depois, 133 quilômetros de coletores novos de esgotos percorriam o subsolo da cidade, recolhendo dejetos em uma área de cerca de 260 quilômetros quadrados tornando-se um exemplo para o mundo, logo seguido por outras cidades industriais da Inglaterra e de outros países do continente europeu e americano.

A concepção inicial de sistemas de esgoto criados na América é creditada ao coronel e importante engenheiro civil Julius Walker Adams (1812-1899) nascido em Boston, Massachusetts, que projetou os esgotos em Brooklyn, Nova Iorque (1857). A preocupação com os problemas de saúde pública na América do Norte cresceu com o surgimento da epidemia de febre amarela em Memphis, Tennessee (1873). Neste ano foram mais de 2.000 mortes e, cinco anos depois, já eram cerca de 5150 mortes desta doença. Estas epidemias foram responsáveis pela formação do Departamento de Saúde Nacional, o precursor do Serviço de Saúde Pública Norte-Americano. Depois do controle da epidemia e construção de um sistema de esgoto sanitário em Memphis (1889), as maiores cidades americanas estavam com linhas de esgoto em funcionamento.

Com os resultados positivos evidentes, aos poucos os serviços de iluminação pública, pavimentação, bibliotecas, hospitais e até mesmo lavanderias e banhos públicos, foram sendo ampliados e absorvidos pela administração pública. Na primeira década do século XX a vida nas cidades da Europa e da América do Norte era melhor do que nunca. O aperfeiçoamento do sistema de esgotos trouxe uma enorme melhoria na saúde pública e, livres da antiga maldição das epidemias, os cidadãos tornaram-se um número crescente. As ruas eram iluminadas à noite e bem pavimentadas. Mesmo nas cidades de industrialização mais sólida, os reformistas acrescentavam parques e áreas verdes, para benefício do bem-estar físico e mental dos moradores (Clark et alli, 1993, p. 150/3).

Outro fator importante foi a disseminação do concreto armado como material de construção (1866) pelo comerciante de mudas e peças de jardinagem francês, Joseph Monier (1829-1906), e a compra de sua patente pelos alemães (1867). Isso incrementou a construção civil pelo processo e generalizou o uso do material para a construção de reservatórios e encanamentos e canais, ainda que inicialmente de modo rudimentar e sem controle de cálculos (Ver Capítulo 10). Entre outras vantagens e qualidades, o concreto armado proporcionava além de segurança e durabilidade, rapidez de execução, economia de conservação, impermeabilidade e resistência a choques e vibrações. Este advento praticamente revolucionou favoravelmente o desenvolvimento das obras de drenagem, essencialmente as de microdrenagem, facilitando a construção de lajes de cobertura e possibilitando o emprego de tubos pré-moldados para construção das galerias, especialmente as de menor porte.

Um marco na engenharia urbana nacional foi a inauguração da cidade de Belo Horizonte (1897), fundada para ser a capital do estado mineiro, obedecendo um traçado urbanístico predefinido, e servida com serviços de água e esgotos projetados por Saturnino de Brito, engenheiro civil e o mais notável sanitarista nacional, fluminense da cidade de Campos, nascido em 14/07/1864 e falecido em Pelotas-RS em 10/03/1929.

Outro grande feito desse notável engenheiro, desenvolvido no início do século XX, foi a inauguração dos primeiros canais de drenagem dos terrenos alagados, próximos ao centro da cidade de Santos (1912). A abertura desses canais destinava-se a drenagem das águas estagnadas dentro do perímetro urbano, diminuindo o surgimento de epidemias.

Com a adoção no Brasil do sistema separador absoluto (1912), onde os sistemas de esgotos sanitários passaram a ser obrigatoriamente projetados e construídos independentemente dos sistemas de drenagem pluvial, e da generalização do emprego de tubos de concreto, a drenagem tornou-se um elemento obrigatório dos projetos de urbanização. Hoje, quanto a sua extensão, não se dispõe de dados confiáveis em relação à drenagem urbana, porém se sabe que o planejamento, a elaboração de projetos, bem como a execução de obras em macro e microdrenagem das áreas urbanas e adjacentes, têm sido seriamente comprometidas devido à falta sistemática de recursos e escassez de mão de obra qualificada em todos os níveis, para a realização de uma infra-estrutura necessária a evitar a perda de bens e vidas humanas. Estima-se, entretanto, que a cobertura deste serviço, em especial a microdrenagem, seja superior ao da coleta de esgotos sanitários.

Especificamente quanto à macrodrenagem, são conhecidas as situações críticas ocasionadas por cheias urbanas, agravadas pelo crescimento desordenado das cidades, em especial, a ocupação de várzeas e fundos de vales. De um modo geral nas cidades brasileiras, a infra-estrutura pública em relação à drenagem, como em outros serviços básicos, caracteriza-se como insuficiente, o que não tem contribuído mais eficientemente para a tranquilidade dos cidadãos, agravada pela irresponsabilidade da ocupação das áreas de preservação naturais, tanto as de macrodrenagem como as de terrenos instáveis.

Logicamente um sistema de drenagem urbana adequado não significa que tenha condições de absorver enchentes extraordinárias, cuja ocorrência está fora da normalidade, como também são as catástrofes advindas de ventos muito fortes, furacões e terremotos. Porém há registros históricos, desde 1756, que a população da cidade do Rio de Janeiro, por exemplo, já sofria com os problemas de enchentes e deslizamentos.

Um marco na engenharia urbana nacional foi a inauguração da cidade de Belo Horizonte (1897), fundada para ser a capital do estado mineiro, obedecendo um traçado urbanístico predefinido, e servida com serviços de água e esgotos projetados por Saturnino de Brito, engenheiro civil e o mais notável sanitarista nacional, fluminense da cidade de Campos, nascido em 14/07/1864 e falecido em Pelotas-RS em 10/03/1929.

Outro grande feito desse notável engenheiro, desenvolvido no início do século XX, foi a inauguração dos primeiros canais de drenagem dos terrenos alagados, próximos ao centro da cidade de Santos (1912). A abertura desses canais destinava-se a drenagem das águas estagnadas dentro do perímetro urbano, diminuindo o surgimento de epidemias.

Com a adoção no Brasil do sistema separador absoluto (1912), onde os sistemas de esgotos sanitários passaram a ser obrigatoriamente projetados e construídos independentemente dos sistemas de drenagem pluvial, e da generalização do emprego de tubos de concreto, a drenagem tornou-se um elemento obrigatório dos projetos de urbanização. Hoje, quanto a sua extensão, não se dispõe de dados confiáveis em relação à drenagem urbana, porém se sabe que o planejamento, a elaboração de projetos, bem como a execução de obras em macro e microdrenagem das áreas urbanas e adjacentes, têm sido seriamente comprometidas devido à falta sistemática de recursos e escassez de mão de obra qualificada em todos os níveis, para a realização de uma infra-estrutura necessária a evitar a perda de bens e vidas humanas. Estima-se, entretanto, que a cobertura deste serviço, em especial a microdrenagem, seja superior ao da coleta de esgotos sanitários.

Especificamente quanto à macrodrenagem, são conhecidas as situações críticas ocasionadas por cheias urbanas, agravadas pelo crescimento desordenado das cidades, em especial, a ocupação de várzeas e fundos de vales. De um modo geral nas cidades brasileiras, a infra-estrutura pública em relação à drenagem, como em outros serviços básicos, caracteriza-se como insuficiente, o que não tem contribuído mais eficientemente para a tranquilidade dos cidadãos, agravada pela irresponsabilidade da ocupação das áreas de preservação naturais, tanto as de macrodrenagem como as de terrenos instáveis.

Logicamente um sistema de drenagem urbana adequado não significa que tenha condições de absorver enchentes extraordinárias,

cuja ocorrência está fora da normalidade, como também são as catástrofes advindas de ventos muito fortes, furacões e terremotos. Porém há registros históricos, desde 1756, que a população da cidade do Rio de Janeiro, por exemplo, já sofria com os problemas de enchentes e deslizamentos.

3. Exercícios

- Fazer um breve estudo sobre a relação entre a origem das civilizações e da drenagem.
- Desenvolver um estudo sobre a drenagem urbana antes da era Cristã.
- Quem foi Empédocles de Agrigento?
- Descrever a importância da Cloaca Máxima na Roma antiga.
- Por que não existem referências importantes sobre a drenagem urbana durante a Idade Média?
- Qual a relação entre a evolução da drenagem urbana e o surgimento da pavimentação das ruas?
- Escrever sobre a importância da invenção do concreto armado para o desenvolvimento da drenagem urbana moderna.
- Pesquisar sobre a evolução da drenagem urbana no período imperial brasileiro.
- Estudar o desenvolvimento da drenagem urbana hoje nas grandes cidades brasileiras.
- Como solucionar os graves problemas de drenagem urbana decorrentes da ocupação desordenada do solo urbano?