

Este livro se destina a todos aqueles que se preocupam com o futuro das cidades não apenas nos seus aspectos socioeconômicos, mas também na questão da qualidade de vida. A natureza, escreve a autora, não é hostil à cidade, como se costuma pensar. As enchentes, os deslizamentos de terra e a poluição do ar e da água são os resultados de uma abordagem antiquada e distorcida: natureza e cidade são vistas como opostas. O que Anne Whiston Spirn propõe é muito mais que embelezar a cidade com parques e árvores. Sua pesquisa mostra que a cidade faz parte da natureza - é sua extensão - e os projetos urbanísticos devem estar em união com essa mesma natureza. Escrito numa linguagem clara, precisa e até poética, *O Jardim de Granito* é resultado da grande experiência da autora como arquiteta paisagista e de uma visão ampla e interdisciplinar.

DEDALUS - Acervo - EESC



31100114897

Anne Whiston Spirn

O JARDIM DE GRANITO

edusp

Nas últimas duas décadas houve um enorme desenvolvimento nas pesquisas sobre a natureza da cidade. Entretanto, poucas idéias foram postas efetivamente em prática e, na maioria dos casos, tornam-se apenas normas restritivas e punitivas. Ou, em outra vertente, criaram-se projetos superficiais que visavam apenas estetizar a natureza da cidade (como no caso do plantio de árvores). O que Anne Whiston Spirn propõe é uma mudança mais radical.

Segundo essa visão, é necessário mudar o projeto geral das cidades em suas áreas ainda em expansão e redesenhar os centros já estabelecidos: reconhecer e aproveitar as potencialidades naturais. É preciso acabar com a deturpação dessa natureza, fato que acarreta vários dos problemas típicos das grandes metrópoles mundiais – enchentes, deslizamentos, poluição, etc.

Outro ponto fundamental levantado em *O Jardim de Granito* é o conceito de que a cidade faz parte da natureza e está repleta de natureza, que não se resume a parques e árvores. O ar, o solo,

Anne Whiston Spirn

O JARDIM DE GRANITO

A NATUREZA NO DESENHO DA CIDADE

USP

Reitor Flávio Fava de Moraes
Vice-reitora Myriam Krasilchik

edusp

EDITORA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Presidente Sérgio Miceli Pessôa de Barros
Diretor Editorial Plínio Martins Filho
Editor-assistente Rodrigo Lacerda

Comissão Editorial Sérgio Miceli Pessôa de Barros (Presidente)
Davi Arrigucci Jr.
José Augusto Pentecado Aranha
Oswaldo Paulo Forattini
Tupã Gomes Corrêa



edusp

Tradução: Paulo Renato Mesquita Pellegrino
Revisão Técnica: Geraldo Gerson de Souza

SUMÁRIO

Lista de Ilustrações	11
Prefácio	15
Prólogo: O Jardim de Granito	19

Parte I CIDADE E NATUREZA

1. Cidade e Natureza	25
----------------------------	----

Parte II AR

2. Poeira e Desconforto	55
3. Melhora da Qualidade do Ar, Aumento do Conforto e Conservação da Energia	77

Parte III TERRA

4. Solo Instável e Recursos Dilapidados	105
5. Descoberta de Solos Firmes e Exploração dos Recursos	125

Parte IV

ÁGUA

6. Enchentes, Secas e Águas Poluídas	145
7. Controle e Recuperação das Águas	159

Parte V

VIDA

8. Vegetação Urbana: A Luta pela Sobrevivência	189
9. Cultivo do Bioma Urbano	203
10. Animais de Estimação e Animais Nocivos	227
11. Projeto de Hábitats para a Vida Selvagem	237

Parte VI

O ECOSISTEMA URBANO

12. A Cidade como uma Máquina Infernal	253
13. Projeto do Ecossistema Urbano	267

EPÍLOGO

Visões do Futuro	289
A Cidade Infernal	290
A Cidade Celestial	294
Bibliografia	303
Índice Remissivo	331

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Fig. 1.1. Boston e seus arredores, 1806. Biblioteca Pública de Boston, Departamento de Livros Raros e Manuscritos	33
Fig. 1.2. Área aterrada em Boston, 1982. Autora	33
Fig. 1.3. Corte de Beacon Hill, Boston. Litografia em cores de J. H. Bufford, 1858, segundo desenho de J. R. Smith, de 1811-1812. Cortesia do Boston Athenaeum	35
Fig. 1.4. Vista de Boston, 4 de julho de 1870. Litografia em cores de F. Fuchs. Coleção de gravuras, Biblioteca Pública de Nova Iorque. Fundações Astor, Lenox e Tilden	36
Fig. 1.5. Escavadeira a vapor carregando cascalho para a Back Bay, cerca de 1859. Cortesia do Boston Athenaeum	37
Fig. 1.6. Vista da Festa da Água no Boston Common, 25 de outubro de 1848. Litografia em cores de R. Rowse, segundo B. F. Smith, Jr. Coleção de gravuras da Biblioteca Pública de Boston. Fundações Astor, Lenox e Tilden	40
Fig. 1.7. Colônia, na Alemanha, século XVI. Com a permissão da Biblioteca Houghton. Universidade de Harvard	46
Fig. 1.8. "Os Três Magnetos". <i>Garden Cities for To-morrow</i> , de Ebenezer Howard, 1902. 48	
Fig. 1.9. A Cidade-Jardim. <i>Garden Cities for To-morrow</i> , de Ebenezer Howard, 1902	49
Fig. 1.10. Estados Unidos à noite. Argonaut Press, Madison, Wisconsin	50
Fig. 1.11. Constelações urbanas. Desenho baseado em informação fornecida por Philip H. Lewis, Jr.	50
Fig. 1.12. Cidade Circular. Desenho baseado em informação de Philip H. Lewis, Jr.	52
Fig. 2.1. Formação de inversões térmicas. Autora	65
Fig. 2.2. Redução da velocidade do vento sobre a cidade e o subúrbio. Autora, segundo A. G. Davenport, "The Relationship of Wind Structure to Wind Loading", em <i>Proceedings of the Conference of Wind Effects on Structures</i> , Londres, Her Majesty's Stationery Office, 1965	67
Fig. 2.3. Ilha de calor, Londres. T. J. Chandler, <i>The Climate of London</i> , Londres, Hutchinson, 1965	68

Fig. 11.3. Diversidade de espécies de pássaros no Rock Creek Park e adjacências, Washington, D.C. Autora, segundo informação em Robert D. Williamson, "Birds in Washington, D.C.", em John H. Noyes e Donald R. Porgulske (eds.), <i>A Symposium on Wildlife in an Urbanizing Environment</i> , Amherst, University of Massachusetts Cooperative Extension Service, 1974	244
Fig. 12.1. O metabolismo da cidade. Autora, segundo informação em Abel Wolman, "The Metabolism of Cities", <i>Scientific American</i> , mar. 1965, pp. 178-190	257
Fig. 12.2. Chumbo no ecossistema da margem de estrada. Extraído de William H. Smith, "Lead Contamination of the Roadside Ecosystem", <i>Journal of the Air Pollution Control Association</i> , (26): 764, 1976. Reproduzido por cortesia do prof. William Smith, Yale University	260
Fig. 13.1. O problema: parques projetados como sistemas "abertos"	273
Fig. 13.2. A solução: parques projetados como sistemas "semifechados" ou "fechados". Autora	274
Fig. 13.3. Mapas desenhados por computador extraídos do <i>Dallas Ecological Study</i> , Dallas, Texas, Departamento de Planejamento e Desenvolvimento Urbano, 1973. Cortesia do Departamento de Planejamento e Desenvolvimento da Cidade de Dallas	281

Tabelas

Tab. 2.1. Características do clima urbano. Extraído de Helmut E. Landsberg, <i>The Urban Climate</i> , Nova Iorque, Academic Press, 1981	57
Tab. 2.2. Fontes dos principais poluentes atmosféricos. Autora, segundo informação do Departamento de Estatística Americana, <i>Statistical Abstracts of the United States</i> , 1979	59
Tab. 2.3. Definição dos valores do Índice-Padrão de Poluentes (IPP). U.S. Council on Environmental Quality, <i>Tenth Annual Report</i> , 1979	62
Tab. 2.4. Classificação das áreas-padrão de estatística metropolitana segundo o índice-padrão de poluentes. U.S. Council on Environmental Quality, <i>Tenth Annual Report</i> , 1979	63
Tab. 2.5. Freqüência de qualidade de ar inadequado em quatro cidades (1977). Autora, segundo informação em U. S. Council on Environmental Quality, <i>Tenth Annual Report</i> , 1979	64
Tab. 4.1. Concentração de elementos na poeira de rua de Urbana, em Illinois. Extraído de Philip K. Hopke, Robert E. Lamb e David F. S. Natusch, "Multielemental Characterization of Urban Roadway Dust", <i>Environmental Science and Technology</i> , (14):165, 1980. Reeditado com a permissão da American Chemical Society	118
Tab. 5.1. Normas de terraplenagem e redução do dano à propriedade, Los Angeles, 1969. Extraído de Robert W. Fleming, David J. Barnes e Robert L. Schuster, "Landslide Hazards and Their Reduction", em <i>Geological Survey Yearbook</i> , Washington, D.C., U. S. Geological Survey, 1978	133
Tab. 5.2. Projeção de perdas e redução de perda devida a problemas geológicos. Extraído de John T. Alfors, John L. Burnett e Thomas E. Gay, "Urban Geology Master Plan for California - A Summary", em R. L. Utgard, G. E. McKenzie e D. Foley (eds.), <i>Geology in the Urban Environment</i> , Minneapolis, Burgess, 1978...	139
Tab. 9.1. Tipos de hábitat da vegetação urbana. Autora	205

PREFÁCIO

A natureza permeia a cidade, forjando relações entre ela e o ar, o solo, a água e os organismos vivos em seu interior e a sua volta. Em si mesmas, as forças da natureza não são nem benignas nem hostis à humanidade. Reconhecidas e aproveitadas, representam um poderoso recurso para a conformação de um hábitat urbano benéfico; ignoradas ou subvertidas, ampliam os problemas que há séculos castigam as cidades, como enchentes, deslizamentos e a poluição do ar e da água. Infelizmente, as cidades têm geralmente negligenciado e raramente explorado as forças naturais que existem dentro delas.

Sabe-se hoje mais sobre a natureza humana do que em qualquer outra época; nas duas últimas décadas, os cientistas da natureza coletaram um impressionante conjunto de informações sobre a natureza na cidade. Apesar das informações, poucas delas foram aplicadas diretamente para modelar a cidade — a forma de seus edifícios e parques, o traçado de suas ruas e o padrão do todo. Uma pequena parcela desse conhecimento foi empregada no estabelecimento de normas para a melhoria da qualidade ambiental, mas estas foram geralmente percebidas como restritivas e punitivas, e não como oportunidades para novas formas urbanas. Os regulamentos também se mostraram vulneráveis a mudanças na política pública, ao sabor das preocupações do momento, ao passo que a forma física da cidade permanece por gerações e gerações de políticos. Nos Estados Unidos, a administração Reagan nos anos 80 revogou as políticas ambientais dos anos 70, desmantelando a base institucional que tinha sido construída para a implementação dessas políticas, abalando as conquistas da década anterior. A legislação de controle da emissão de poluentes

atmosféricos pode ser alterada, mas a forma urbana projetada para a dispersão desses poluentes permanecerá cumprindo essa função, independentemente das mudanças na política.

Este é um livro sobre a natureza na cidade e que mostra o que a cidade poderia ser, se fosse projetada de acordo com os processos naturais, e não ignorando-os ou opondo-se a eles abertamente. Nele são revistas estratégias globais tanto para mudanças radicais, mais facilmente implementadas em áreas em franca expansão, bem como soluções de desenvolvimento mais apropriadas ao redesenho gradual de centros urbanos existentes. Sua concentração na aparência e forma da cidade, especialmente nos espaços livres nos quais estão situadas as edificações, reflete o fato de ser a autora uma arquiteta paisagista e uma planejadora ambiental, e não uma economista ou uma estudiosa de política governamental.

As questões exploradas neste livro constituem, até onde minha lembrança alcança, preocupações pessoais. Nunca aprendi a duvidar de que a cidade fosse parte da natureza. Durante anos, um pequeno canteiro de árvores num terreno baldio próximo foi uma selva cujos mistérios nunca cheguei a desvendar completamente. Aquele bosquezinho de pouco mais de 465 m², disposto num prado de capim alto, forneceu um amplo espaço para fantasias infantis. Vários quarteirões além, um córrego desaparecia numa galeria subterrânea, suficientemente larga para acomodar dois pequenos aventureiros, armados com velas e fósforos, à procura da foz da correnteza. Mais tarde, o centro de Cincinnati, distante quinze minutos num percurso de ônibus, proporcionava uma natureza diferente: bandos de pombos na Fountain Square; as largas águas marrons do rio Ohio; topos de colinas a cavaleiro do rio e da cidade abaixo; e parques cujos leitos dos córregos eram forrados por galhos petrificados e conchas – remanescentes fósseis de antigas plantas e animais. Os mapas e os livros ampliam agora minha investigação da natureza urbana e da forma urbana que com ela evoluiu – contribuições aos olhos e à imaginação.

Meu primeiro contato com a área da arquitetura paisagística foi como estudante de história da arte. As cartas e escritos de Frederick Law Olmsted deram-me uma nova visão dos valores sociais da natureza na cidade, que iam muito além dos prazeres estéticos, intelectuais e espirituais que ela proporcionava. Do término da Guerra Civil até o fim do século XIX, Olmsted forjou um papel para os parques urbanos que estava em estreita ligação com a diminuição dos problemas ambientais e sociais da cidade naquele século. Nesse processo, ajudou a transformar a cidade americana. Através do projeto de parques e bulevares, procurou melhorar o clima urbano, minorar a poluição do ar e da água, mitigar as enchentes e fornecer um contraponto naturalístico aos edifícios e ruas congestionadas da cidade. Olmsted foi um reformador social que usava a natureza para educar a crescente população urbana americana. As questões por ele levantadas e as abordagens que defendeu pareceram-me bas-

tante atuais. Deixei o estudo da história da arte, para ingressar numa profissão que prometia a possibilidade de uma síntese entre natureza, cidade e arte.

Como arquiteta paisagista e planejadora ambiental, fui treinada a projetar novas comunidades que acomodassem tanto os interesses humanos como os processos naturais. Todavia, parecia contraditório estar tão preocupada com a integração da natureza e das atividades humanas na periferia da cidade e tão pouco preocupada com a recuperação da área central degradada. Por que concentrar-se na diminuição do impacto em terras que talvez não pudessem ser urbanizadas, sendo a área central mais salubre e atraente? Não poderia o projeto urbano explorar também as oportunidades que a natureza oferecia e respeitar as restrições que ela colocava? Por que não criar algumas das amenidades ambientais do campo dentro da cidade – água e ar puros, uma área verde, contato com outros organismos vivos e acesso a bosques e prados – explorando simultaneamente os recursos minerais, protegendo os mananciais e diminuindo os riscos naturais? O conhecimento profissional da época sustentava que, embora teoricamente pudesse ser benéfico projetar a cidade de acordo com a natureza, além de haver pouco de natureza no centro da cidade, muito pouco era conhecido sobre ela para que essa abordagem tivesse resultados práticos. A forma das cidades era vista como forjada em larga medida por forças sociais e econômicas, nas quais a natureza desempenhava um papel pouco importante, exceto no embelezamento da criação humana com a arborização das ruas e com os parques.

Mais tarde, descobri que já existia uma imensa quantidade de informações sobre a natureza na cidade, isolada em publicações científicas especializadas, anais de congressos e relatórios técnicos. Este livro surgiu de minha frustração em não encontrar uma publicação que resumisse esse conhecimento e o aplicasse ao projeto urbano. Baseado em minha experiência como arquiteta paisagista e planejadora, este livro evoluiu com uma crescente consideração pelo papel crucial desempenhado por profissionais de outras áreas, não pertencentes ao campo do paisagismo e urbanismo, na conformação da cidade. O resultado é um livro para todos aqueles que se preocupam com o destino da cidade e da natureza: legisladores e autoridades públicas, jornalistas e líderes comunitários, arquitetos, planejadores e cidadãos.

A literatura sobre o ambiente natural das cidades é extensa e fragmentada, encontrando-se em muitas disciplinas. Devo muito aos vários especialistas que, generosamente, auxiliaram em minha pesquisa. Uma bolsa de estudos de um ano no Instituto Bunting foi indispensável para minha imersão na literatura, resumida na bibliografia deste livro. Contei com um conhecimento pessoal adquirido em projetos como o Projeto Climático Dayton, o da Nova Cidade de Woodlands e o Estudo da Orla de Toronto, nos quais estive diretamente envolvida, e com descrições publicadas de outros estudos de caso.

Tive a sorte de ter bons professores e colegas. Ian McHarg, Narendra Juneja, Frederick E. Smith e Carl Steinitz influenciaram direta e indiretamente este trabalho. Estou em débito com Heidi Cooke, com quem explorei pela primeira vez muitas dessas questões, uma década atrás. Muitas pessoas forneceram informações importantes: Fred Bartenstein, Jim Bockheim, Andrew Euston, Al Fein, Richard Forman, Mollie Hughes, Phil Lewis, Richard Nalbandian, Jim Patterson, Jim Prince, Elliot Rhodeside, Carl Steinitz e Frank Vigier. Sou grata a Fred Bartenstein, Blanche Linden-Ward, Mollie Hughes e Fred Smith por terem comentado capítulos específicos, e a Carl Steinitz e Paul Spirn pela leitura de todo o manuscrito.

Uma bolsa do Fundo Nacional para as Artes financiou as ilustrações e parte do tempo utilizado na redação. O reitor Gerald McCue e a Escola de Graduação em Projeto forneceram apoio para a datilografia e auxiliares de pesquisa. Sou especialmente grata a TenBroeck Davison, Jane Emens, Willa Reiser e Donna Viscuglia por terem facilitado a produção do manuscrito, do rascunho ao texto final, e a Randy Palmer por sua dedicação e talento em produzir as ilustrações finais. Muitos auxiliares de pesquisa deram ajuda valiosa: John Burkholder, Laurel Raines, Elisabeth Miller, David Johnson, Dana Brown, Lynn Wolf e Mark Goldschmidt.

Minha editora, Jeannette Hopkins, a primeira pessoa que me desafiou a escrever este livro, em vez de uma versão mais técnica, foi uma fonte de perseverança, crítica incisiva, inspiração e profundos conselhos, nos últimos três anos. O entusiasmo que Jane Isay, da Basic Books, manifestou pela idéia, desde o início, e o encorajamento por ela oferecido ao longo do caminho, ajudaram a dar forma ao livro e a promover seu progresso. Judith Greissman ofereceu sugestões e apoio nas últimas dores de parto da redação e da produção; Sheila Friedling facilitou o processo de produção com habilidade e paciência.

A Paul Spirn, meu mais severo crítico e mais generoso esteio, devo uma profunda gratidão, de coração e mente, e ao meu filho Sam, renovada esperança no futuro.

ANNE WHISTON SPIRN
Cambridge, Massachusetts
1983

PRÓLOGO

O JARDIM DE GRANITO

Vista do espaço, a Terra é um mundo-jardim, um planeta de vida, uma esfera de verdes e azuis envolta numa atmosfera úmida. À noite, as luzes das cidades brilham ao longe, formando constelações tão distintas e variadas como as do firmamento além. Os espaços negros que seus arcos abarcam não são, contudo, desprovidos de espaço, mas repletos de florestas e fazendas, campos e desertos. Quando surge um novo dia, as luzes da cidade apagam-se, sobrepujadas pela luz do sol; mares azuis, florestas e campos verdes emergem, contornando as vastas constelações urbanas e nelas penetrando. Mesmo vistas de tão longe, a essa altura da terra, as cidades são um mosaico cinza, permeado por gavinhas e pontos verdes, com largos rios e grandes parques dentro delas.

Detendo-se em uma dessas constelações a centenas de quilômetros, ainda não se consegue discernir os edifícios. Mas os dedos e manchas verdes – vales dos rios, encostas íngremes, parques e campos – expandem-se e multiplicam-se. As matas contornam a cidade; grandes lagos e lagoas brilham ao refletir a luz do sol. Aproximando-se mais, agora apenas a alguns quilômetros, a visão é preenchida por uma cidade única. Altos edifícios brotam contra o céu, florescências de rocha e aço, e edificações menores sobressaem da floresta suburbana. Os verdes se diferenciam em muitos matizes. Faixas prateadas de rodovias cruzam a paisagem, e os meandros dos cursos d'água interrompem e suavizam as bordas da malha angular da cidade.

Voando mais baixo, desliza-se sobre uma cidade fervilhante de vida. A quantidade de vegetação nas partes mais densas da cidade é impressionante;

árvores e jardins crescem no alto dos edifícios e em pequenos lotes de terra. No chão, um broto de ailanto resiste numa fresta entre a calçada e um edifício, e uma ousada erva daninha abre caminho por entre o meio-fio e o passeio. Suas raízes bifurcam-se abaixo do solo, em busca de nutrientes e de água. Sob a superfície, rios subterrâneos rumorejam através dos bueiros.

A cidade é um jardim de granito, composto por muitos jardins menores, disposto num mundo-jardim. Partes do jardim de granito são cultivadas intensivamente, mas a maior parte não é reconhecida e é negligenciada.

Para o olhar desatento, árvores e parques são os únicos remanescentes da natureza na cidade. Mas a natureza na cidade é muito mais do que árvores e jardins, e ervas nas frestas das calçadas e nos terrenos baldios. É o ar que respiramos, o solo que pisamos, a água que bebemos e expelimos e os organismos com os quais dividimos nosso hábitat. A natureza na cidade é uma força poderosa que pode sacudir a terra, fazendo-a deslizar, deslocar-se ou desmoronar-se. É um grande clarão do substrato rochoso exposto numa encosta, os afloramentos rochosos em uma pedreira abandonada, os milhões de microrganismos cimentados no calcárioossilífero de um edifício numa área central. É a chuva e o barulho da correnteza dos rios subterrâneos enterrados no sistema de águas pluviais. É a água de uma pia, trazida por tubulações de algum rio ou reservatório distantes, usada e escoada pelo ralo, e retornando às águas do rio e do mar. A natureza na cidade é uma brisa noturna, um redemoinho girando contra a fachada de um edifício, o sol e o céu. A natureza na cidade são cães e gatos, ratos no porão, pombos nas calçadas, ratazanas nos bueiros, falcões encastelados nos arranha-céus. É a consequência de uma complexa interação entre os múltiplos propósitos e atividades dos seres humanos e de outras criaturas vivas e dos processos naturais que governam a transferência de energia, o movimento do ar, a erosão da terra e o ciclo hidrológico. A cidade é parte da natureza.

A natureza é um *continuum*, com a floresta num dos pólos e a cidade no outro. Os mesmos processos naturais operam na floresta e na cidade. O ar, mesmo contaminado, é sempre uma mistura de gases e partículas em suspensão. O calçamento e a pedra dos edifícios são compostos de rocha e afetam o aumento do calor e o escoamento da água do mesmo modo que as superfícies rochosas o fazem em qualquer lugar. A vegetação, exótica ou nativa, invariavelmente procura uma combinação de luz, água e ar para sobreviver. A cidade não é nem totalmente natural nem totalmente artificial. Ela não é "inatural", mas, antes, uma transformação da natureza "selvagem" pelos seres humanos para servir às suas necessidades, do mesmo modo que as áreas agrícolas são administradas para a produção de alimentos, e as florestas, para a de madeira. Dificilmente um ponto sobre a terra, por mais remoto que seja, está livre do impacto da atividade humana. As necessidades humanas e as questões ambientais que delas surgem têm mi-

lhares de anos, são tão antigas quanto a mais antiga das cidades, repetidas a cada geração, nas cidades de todos os continentes.

A compreensão de que a natureza é ubíqua, um todo que envolve a cidade, tem implicações poderosas na forma como a cidade é construída e mantida, bem como na saúde, segurança e bem-estar de cada morador. Infelizmente, a tradição colocou a cidade contra a natureza, e a natureza contra a cidade. A crença de que a cidade é uma entidade separada da natureza, e até contrária a ela, dominou a maneira como a cidade é percebida e continua a afetar o modo como é construída. Esta atitude agravou e até causou muitos dos problemas ambientais urbanos: água e ar poluídos; recursos dilapidados ou irrecuperáveis; enchentes mais frequentes e mais destrutivas; demandas crescentes de energia e custos de construção e manutenção mais elevados do que os anteriores à urbanização; e, em muitas cidades, uma feiúra generalizada. Os problemas urbanos atuais não são diferentes, em essência, daqueles que afetavam as cidades antigas, a não ser quanto ao grau, à toxicidade e à persistência de novos contaminantes, e à extensão da terra que está agora urbanizada. Com o crescimento das cidades, essas questões se tornaram mais agudas. Todavia, continuam a ser tratadas como fenômenos isolados, e não como fenômenos interligados resultantes de intervenções humanas corriqueiras, e a ser exacerbadas por uma desconsideração pelos processos naturais. A natureza tem sido vista como um embelezamento superficial, como um luxo, mais do que como uma força essencial que permeia a cidade. Mesmo aqueles que procuraram introduzir a natureza na cidade, na forma de parques e jardins, freqüentemente viram a cidade como algo estranho à natureza, e a si mesmos como introdutores de um pedaço da natureza na cidade.

Para aproveitar as oportunidades inerentes ao ambiente natural da cidade, para ver além dos custos e benefícios a curto prazo, para perceber as consequências das inúmeras ações aparentemente desconexas que fazem o dia-a-dia da cidade, e para coordenar milhares de ações incrementalistas, é necessária uma nova atitude para com a cidade e sua conformação. A cidade precisa ser reconhecida como parte da natureza e ser projetada de acordo com isso. A cidade, sua periferia e o campo precisam ser vistos como um único sistema em evolução dentro da natureza, como cada edifício e parque devem ser vistos dentro daquele todo maior. O valor social da natureza precisa ser reconhecido e seu poder, mais do que combatido, deve ser aproveitado. A natureza na cidade precisa ser cultivada como um jardim, em vez de ser ignorada ou subjugada.

Parte I

CIDADE E NATUREZA

CIDADE E NATUREZA

Na próxima década, importantes decisões serão tomadas a respeito do futuro das cidades através do globo. Estas decisões trarão conseqüências para milhões de pessoas, por muitos e muitos anos. A infra-estrutura deteriorada das cidades mais antigas – especialmente seus sistemas de abastecimento de água, de drenagem e de esgoto – logo deverá ser renovada ou reparada. Na Ásia, África, América do Sul e Oriente Médio, os migrantes rurais incham as aglomerações urbanas, diminuindo a capacidade local de prover as necessidades básicas da vida: alimentação, abrigo, água e uma disposição segura dos resíduos. As áreas centrais das cidades americanas mais antigas e maiores estão diminuindo em população, mas muitos dos que abandonam essas áreas e os bairros mais centrais não estão mudando para além dos subúrbios das velhas metrópoles; enquanto nos países densamente povoados da Europa restam muito poucos campos e florestas para ocupação. As cidades no Sul e no Oeste dos Estados Unidos com populações inferiores a um milhão de habitantes estão crescendo aceleradamente, mas estão encontrando dificuldade cada vez maior para assegurar um abastecimento de água adequado e resolver o crescente conflito entre transporte e poluição.

As recompensas por se projetar a cidade de acordo com a natureza aplicam-se igualmente a todas as cidades, novas ou antigas, grandes ou pequenas. O investimento requerido para melhorar e modernizar a infra-estrutura das cidades mais velhas montará a bilhões de dólares, somente nos Estados Unidos. As oportunidades para uma nova abordagem dos recursos e do lixo são imensas, como também o são para equívocos dispendiosos. O desafio que enfren-

tam cidades menores em crescimento e novas cidades está em aprender com os erros das cidades mais antigas e projetar a cidade desde o início de forma a explorar as oportunidades do ambiente natural. Este desafio é particularmente agudo nas cidades de crescimento rápido, onde bairros inteiros surgem da noite para o dia.

A desconsideração dos processos naturais na cidade é, sempre foi e sempre será tão custosa quanto perigosa. Muitas cidades sofreram com o erro de não levar em conta a natureza: Los Angeles e Nova Iorque sofrem com a qualidade inadequada do ar, três dias em quatro, resultado tanto da forma urbana como dos meios de transporte; a Cidade do México afundou 7,5 m por não ter reconhecido a relação entre a água e a estabilidade do solo; Los Angeles e Hong Kong são castigadas por maciços deslizamentos de terra, muitos deles causados pelo desenvolvimento urbano; Houston é devastada por enchentes causadas pela urbanização das nascentes, e Harrisburg, pela ocupação das várzeas dentro da área urbana; Boston e Detroit não podem mais pagar a manutenção de seus parques e árvores das ruas; Niagara Falls está envenenada pelo acúmulo de seus próprios dejetos. O custo pela desatenção à natureza se estende também à qualidade de vida. As áreas mais novas das cidades — através de continentes, climas e culturas — estão por toda parte adquirindo a mesma tediosa aparência. A potencialidade que tem o ambiente natural de contribuir para uma forma urbana mais diferenciada, memorável e simbólica é desconsiderada e desperdiçada.

Mais afortunadas são aquelas poucas cidades que se adaptaram engenhosamente à natureza: Stuttgart, na Alemanha, que empregou seus espaços livres na canalização do ar fresco e limpo para o centro congestionado; Woodlands, no Texas, uma cidade nova, cujos espaços livres, públicos e privados, funcionam como um efetivo sistema de drenagem de águas pluviais, absorvendo as águas das cheias e prevenindo enchentes mais abaixo; Boston, onde as várzeas a montante da cidade foram compradas para o armazenamento das águas das cheias a uma fração do custo de uma nova barragem; Zurique e Frankfurt, que administram suas florestas urbanas para a produção de madeira, bem como para a recreação; Filadélfia, que transformou o resíduo sólido do esgoto numa ampla gama de produtos úteis. Cada uma dessas cidades tratou de uma maneira abrangente pelo menos um de seus problemas urbanos.

Mas as soluções abrangentes não são os únicos meios de melhorar a cidade. Existem pequenos projetos engenhosos também: um pequeno parque no centro da cidade que oferece um recanto calmo e fresco no meio de Manhattan; praças em Denver que retêm as águas pluviais para prevenir enchentes; um projeto que transformou o degradado rio South Platte num recurso para a recreação urbana e proteção contra as enchentes; parques em Delft, na Holanda, que exploraram tanto a produção de energia quanto a beleza de paisagens agrestes. Mudanças idealizadas através de pequenos projetos são

freqüentemente mais viáveis, manejáveis, menos traumatizantes e mais adaptáveis às necessidades e valores locais. Quando coordenadas, mudanças incrementalistas podem ter um efeito de longo alcance. As soluções não precisam ser abrangentes, mas o entendimento do problema sim.

Embora muitos dos desafios ambientais que as cidades enfrentam sejam mais substanciais do que nunca, a compreensão e as ferramentas disponíveis para enfrentá-los são muito mais sofisticadas. Precisam apenas ser aplicadas. A natureza na cidade deve ser cultivada e integrada com os vários propósitos dos seres humanos; mas primeiro precisa ser reconhecida, e seu poder de conformar os empreendimentos humanos avaliado.

NATUREZA URBANA E PROJETO HUMANO

No ambiente natural de cada cidade, existem elementos diferenciados e elementos comuns. Muitas cidades devem sua localização, seu crescimento histórico e a distribuição da população, bem como o caráter de seus edifícios, ruas e parques às características diferenciadas de seu ambiente natural. Muitas cidades ocupam o sítio de antigas aldeias, escolhido pelos primeiros habitantes por causa da facilidade de defesa, acesso à água, combustível e material para construção, além da proximidade das rotas de transporte. O sítio de Washington, por exemplo, não foi escolhido por acaso¹. As quedas do Potomac, em Georgetown, marcam o limite da navegação entre o mar e a divisa entre duas regiões fisiográficas, o piemonte e a planície costeira. Estas duas regiões fisiográficas, cada qual com sua topografia característica, materiais de construção e qualidades cênicas, dividem a cidade. A transição das colinas escarpadas para as planícies, das corredeiras para os rios amplos, e das pedreiras rochosas para as jazidas de argila marcam essa divisa.

Em Washington, a planície costeira, a nordeste e ao sul, área de cultivo e de ocupação mais fácil, foi ocupada um século mais cedo que o distrito noroeste, mais montanhoso. L'Enfant projetou as avenidas retilíneas da capital através da planície, dispondo os monumentos e principais edifícios nas maiores elevações que ali existiam. Muitas das primeiras casas foram construídas com tijolos, a partir da argila abundante. Mas a difícil drenagem desse mesmo solo argiloso tornou finalmente essa terra indesejável e relativamente barata. Fileiras de pequenas casas e grandes complexos de apartamentos dominam esta parte da cidade hoje, em contraste com as caras e espaçosas mansões da parte noroeste de Washington. As rochas metamórficas e resistentes à erosão do piemonte deram à parte noroeste de Washington seu caráter distin-

1. C. F. Withington, "Geology: Its Role in the Development and Planning of Metropolitan Washington", em R. O. Utgard, G. D. McKenzie e D. Foley (eds.), *Geology in the Urban Environment*, Minneapolis, Burgess, 1978.

tivo de encostas íngremes, vales de rios incisos e picos com vistas. Ocupada posteriormente à planície, ela é hoje uma área de grandes casas e embaixadas. Muitas dessas casas foram construídas com as rochas da área – mica, xisto e gnaíse.

Washington não é única; muitas cidades do Leste dos Estados Unidos, de Nova Jersey à Geórgia, dispõem-se ao longo dessa divisa entre a planície costeira e o piemonte. Muitas das principais cidades da costa leste, desde Trenton até Macon, e as ferrovias que as ligam, estão nessa linha de queda: Filadélfia, Wilmington, Baltimore, Washington e Richmond; e o mesmo padrão de desenvolvimento urbano aparece repetidamente. Como em Washington, a parte mais antiga de Filadélfia está na planície, onde fileiras de casas de tijolos são o tipo de habitação predominante. O piemonte foi ocupado posteriormente com casas maiores, feitas com o xisto local.

O respeito às limitações impostas pela natureza e a exploração de seus recursos levaram a formas urbanas memoráveis. Os antigos gregos, por exemplo, eram mestres em adequar as construções, praças e ruas à topografia de suas cidades. A forma urbana de Jerusalém acentua seu significado espiritual. Toda a cidade é feita com o calcário local; importantes monumentos estão dispostos no topo de espigões e elevações na paisagem, com suas silhuetas contra o céu visíveis à distância. A cidade de Nova Iorque deve o perfil característico de arranha-céus da ilha de Manhattan à resistência de seu subsolo rochoso e a sua proximidade da superfície. O xisto de Manhattan, que forma a espinha dorsal da ilha e fornece as fundações para seus altos edifícios, aflora no Central Park. Mais ao sul, na altura da Thirtieth Street, no meio de Manhattan, o substrato submerge dezenas de metros abaixo do solo e ressurgiu a 12 m da superfície, na ponta sul da ilha. Dois aglomerados de arranha-céus, um no centro entre as ruas Thirty-fourth e Sixtieth, e outro no distrito financeiro próximo à extremidade sul, testemunham a proximidade do substrato rochoso das fundações.

Os recursos oferecidos e as dificuldades impostas pelo sítio natural de cada cidade compreendem uma constante com a qual sucessivas gerações tiveram de tratar sucessivamente, cada uma de acordo com seus próprios valores e tecnologia. Civilizações e governos ascendem e caem; tradições, valores e políticas mudam; mas o ambiente natural de cada cidade permanece uma estrutura duradoura na qual atua a comunidade humana. O ambiente natural de uma cidade e sua forma urbana, tomados em conjunto, compreendem um registro da interação entre os processos naturais e os propósitos humanos através do tempo. Juntos, contribuem para a identidade única de cada cidade.

Apesar de suas diferenças, todas as cidades transformaram seus ambientes de um modo similar: certos aspectos naturais urbanos são tão característicos das antigas Babilônia e Roma como são das modernas Boston e Chicago. As atividades humanas que modificam o ambiente natural são comuns a todas as cidades: a necessidade de prover segurança, abrigo, alimento, água e ener-

gia para tocar os empreendimentos humanos; a necessidade de dispor os resíduos, de permitir a circulação dentro da cidade, o acesso e a saída desta; e a sempre crescente demanda por espaço. As cidades antigas da Ásia e do Mediterrâneo e as velhas cidades da Europa transformaram a natureza num ambiente caracteristicamente urbano, muitos séculos atrás. As cidades mais novas da América são igualmente urbanas, mas a transição do interior para a cidade ocorreu mais recentemente, nos últimos três séculos. O processo continua hoje, quando novas cidades surgem no campo em todo o mundo e as cidades invadem as áreas rurais, florestas e desertos adjacentes.

Os ambientes naturais de Londres, Tóquio e Nova Iorque – todas grandes cidades de clima temperado – têm muito em comum, assim como cada uma delas com seu entorno rural. Todas as cidades, em razão do adensamento populacional, dos edifícios e da queima de combustíveis, alteram o caráter de seu clima original e poluem o ar. A escavação e o aterro da área necessária para garantir espaço plano abundante para a construção, encontrar fundações firmes para as edificações e explorar recursos minerais transformam os relevos originais. A profusão de ruas, calçadas e estacionamentos pavimentados, e os sistemas de águas pluviais que drenam as cidades interrompem o ciclo hidrológico e mudam as características dos cursos d'água e lagos. A deposição dos resíduos contamina tanto as águas superficiais quanto as subterrâneas, dificultando o atendimento da crescente demanda por água pura. Fertilizantes, herbicidas e pesticidas, aplicados em gramados e hortas, juntamente com o sal descarregado nas ruas congeladas, contaminam ainda mais as águas subterrâneas e diminuem seu valor como recurso. A demanda de água leva as cidades a procurarem este recurso a quilômetros de distância e, desta forma, tem mudado o equilíbrio hídrico de nações e regiões inteiras. A vegetação nativa é derrubada e novas plantas são introduzidas (tanto intencional quanto inadvertidamente), com o resultado de que, por todo o mundo, cidades com climas semelhantes abrigam virtualmente as mesmas espécies de plantas.

Todas essas interações das atividades humanas com o ambiente natural produzem um ecossistema muito diferente daquele existente anteriormente à cidade. É um sistema sustentado por uma importação maciça de energia e de matérias-primas, um sistema no qual os processos culturais humanos criaram um lugar completamente diferente da natureza intocada, ainda que unida a esta através dos fluxos de processos naturais comuns. À medida que as cidades crescem em tamanho e densidade, as mudanças que produzem no ar, no solo, na água e na vida, em seu interior e à sua volta, agravam os problemas ambientais que afetam o bem-estar de cada morador.

Boston, em Massachusetts, evoluiu a partir de um deserto, há apenas três séculos e meio. Nesse pequeno espaço de tempo, o ambiente natural transformou-se, a ponto de ficar irreconhecível, numa natureza caracteristicamente urbana. Apesar de amplamente alterado, o sítio natural continua a im-

por uma constelação de oportunidades e restrições. Algumas dessas são características de Boston e outras são compartilhadas por todas as cidades; algumas suscitaram respostas bem-sucedidas, outras foram ignoradas. Como em todas as cidades, a forma de Boston evoluiu dentro desse quadro, moldado pela interação dos propósitos humanos com as características dos processos da natureza. Na história de Boston, há lições para todas as cidades.

BOSTON: UM AMBIENTE NATURAL TRANSFORMADO

Os colonizadores da Colony Bay de Massachusetts navegaram para a baía de Boston em 1630 e lá encontraram um local propício para uma futura cidade: uma península facilmente defensável, conectada ao continente por uma estreita faixa de terra, coberta por várias colinas, já quase totalmente desmatada; um amplo porto protegido e um abundante suprimento de água de fonte potável.

A forma da terra era o resultado da ação tanto de forças violentas quanto graduais, através de milênios. A península na qual a cidade foi fundada situa-se junto ao centro de uma bacia semicircular, contornada por colinas ao norte, sul e oeste, delimitada a leste pelo oceano Atlântico. Milhões de anos atrás, terremotos atingiram a região, como tem acontecido muitas vezes desde então; as colinas graníticas à sua volta estavam dispostas ao longo de linhas de falhas, e a bacia cedeu. A estrutura geral do espigão e da bacia permanecem, mas a maior parte do relevo da bacia – suas colinas, lagos e o curso de seus rios – é remanescente da geleira que cobriu toda a região há mais de 10 mil anos. Quando a capa de gelo se moveu para sudeste através da bacia, ela obstruiu antigos vales de rios e colinas, transportando grandes quantidades de areia e cascalho, remodelando o relevo. Muitas das colinas na bacia de Boston, incluindo a maioria das ilhas do porto de Boston, são morros elípticos formados pela geleira e alinhados segundo seu movimento. Aos poucos, o chão da bacia afundou, e o mar inundou os vales, formando baías amplas e longas. A baía de Boston é uma paisagem inundada; trabalhadores escavando um túnel, 6 m abaixo do nível do mar, encontraram um caniço de pesca indígena, testemunho da subida do nível do mar dentro da escala da história humana².

Dez mil anos de mudança gradual da paisagem, erodindo colinas e elevando o nível do mar, precederam a ocupação de Boston pela Bay Colony de Massachusetts no século XVII. Os índios, com suas varas de pescar e agricultura limitada, tiveram pouco impacto sobre a terra, mas a transformação do sítio natural acelerou-se após a fundação da nova cidade. A linha da costa e a

2. Walter Muir Whitehill, *Boston: A Topographical History*, 2. ed., Cambridge, Mass., The Belknap Press, Harvard University Press, 1968, p. 1.

topografia de Boston foram mais alteradas pelas atividades humanas nos últimos 150 anos do que pelos processos naturais nos 10 mil anos anteriores. A história dessa transformação é a história de Boston: a demanda por facilidades portuárias, espaços para edificação, um adequado suprimento de água, alimento e combustível; e a necessidade de proteger a saúde, a segurança e o bem-estar de seus cidadãos. Ao prover essas necessidades, os cidadãos de Boston assumiram um papel de agentes geológicos, com uma força equivalente ao gelo, à água e ao vento.

Hoje, Boston tem uma forma radial. O centro comercial de Boston, na península original, é o centro gerador. A rede de transportes da cidade – suas vias expressas, linhas de ônibus e ferrovias – irradia-se desde o centro ao longo dos rios e penínsulas. Um antigo anel viário que conecta os subúrbios a noroeste corre pelo topo de uma antiga linha de falha, junto à qual as colinas da bacia de Boston foram impelidas; as mais recentes auto-estradas perimetrais ficam além da borda da bacia. O centro de Boston fica no meio da bacia; os subúrbios mais ricos, com poucas exceções, estão fora da bacia, dispostos ao longo de seu espigão. Hoje, os limites da área metropolitana de Boston, Providence e Worcester quase se tocam. Moradores dos subúrbios podem baldear para qualquer uma das três.

O protegido porto de Boston deu à cidade uma importância precoce como importante centro colonial; mas sua pequena península tornou-se uma restrição no século XIX, quando impediu o crescimento urbano. Ela restringia a cidade tanto quanto as muralhas fortificadas das cidades da Europa continental, levando a uma ocupação extremamente densa no interior da velha área central. Planícies de maré baixa e um fácil suprimento de material de aterro das colinas pedregosas permitiram uma expansão dessa península em direção aos rios, pântanos e portos adjacentes. Hoje, a península original é circundada por aterros, sobre os quais projetistas dos séculos XIX e XX aplicaram sua arte. Apesar de as três colinas de Boston (Beacon Hill, monte Vernon e Pemberton Hill) terem sido escavadas quase até o chão, grande parte do relevo montanhoso e glacial da cidade ainda se mantém, marcos sobre os quais os bostonianos construíram monumentos e instituições: o Monumento Bunker Hill; os hospitais no topo das colinas Parker e Powderhorn; escolas no topo do Orient Heights e da Telegraph Hill. As colinas que formam as ilhas na baía de Boston, usadas durante muito tempo como depósitos de lixo e instituições não-desejáveis, como prisões e sanatórios, são agora parte do Parque Estadual das Ilhas da Baía e fornecem um sistema de parques ventilados e frescos.

Existe uma surpreendente quantidade de terra não-construída dentro da cidade de Boston, terra cuja ocupação foi muito difícil ou muito cara. Esta terra – áreas de maré, pântanos, encostas escarpadas e declives arborizados – revela um caráter distintivo que está faltando nas áreas de parque mais cuidadas.

Muitos dos mais antigos edifícios de Boston são de tijolos, material resistente ao fogo e facilmente conseguido nas jazidas de argila da área. Edifí-

cios de pedra eram raros até o século XIX, quando a construção de uma ferrovia próxima à pedreira Quincy permitiu que a pedra fosse transportada mais facilmente. Sarjetas de granito tornaram-se obrigatórias e agora alinham todas as ruas de Boston, uma solução para as abundantes nevascas, pois o granito resiste melhor à retirada da neve do que o concreto ou o asfalto.

As Novas Formas de Relevo

Apesar de a natureza ter influenciado profundamente o crescimento e a forma da cidade de Boston, seus primeiros habitantes dificilmente reconheceriam a topografia e a linha da costa que a cidade apresenta hoje. O relevo da Boston contemporânea, apesar de composto principalmente de areia, cascalho, argila e pedra, é também um produto da atividade humana. Moldado artificialmente, é no entanto tão vulnerável aos processos naturais de erosão e sedimentação quanto qualquer colina ou formação rochosa natural. Essas conformações podem hoje parecer tão “naturais” quanto as criadas pelos processos da natureza, como os afloramentos rochosos de uma pedreira abandonada em Roxbury ou as margens do rio Muddy, ambos intencionalmente moldados por interesses humanos.

Os colonizadores primeiramente ocuparam a planície baixa entre o porto e as três colinas. Uma estrada percorria a longa e estreita garganta da península, ligando esse primeiro assentamento ao continente. Boston prosperou, consequência principalmente do seu sucesso como porto e, por volta de 1690, era a maior cidade das colônias americanas, com uma população de 7 mil pessoas³. Os primeiros mercadores construíram seus atracadouros à margem da baía, começando a modificação da linha da costa que nunca mais parou (Figs. 1.1 e 1.2). Em 1641, um mercador cavou um atracadouro na área inundada pela maré na Bendall's Cove (angra de Bendall), hoje o local do Faneuil Hall. Em dois anos, os colonos cavaram um segundo atracadouro e, pouco tempo depois, em 1643, construíram outro⁴. No início do século XVIII, o North End e a área ao redor do atracadouro da cidade estavam densamente ocupados, e a linha da costa, recortada por atracadouros. O mais longo, construído em 1710, tinha mais de 300 m de comprimento e era ocupado por lojas e armazéns.

Foi durante o século XIX, que trouxe rápido crescimento de população e riqueza, que os bostonianos modificaram sua paisagem mais radicalmente. Entre 1790 e 1825, a população da cidade mais que triplicou, crescendo de 18 320 para 58 277 habitantes⁵. As áreas devolutas remanescentes foram logo

3. Carl Bridenbaugh, *Cities in the Wilderness: The First Century of Urban Life in America, 1625-1724*, Londres, Oxford University Press, 1966, p. 6. Bridenbaugh nota ainda que, em 1680, havia apenas quatro cidades na Inglaterra cuja população excedia a 10 mil habitantes.

4. Whitehill, *op.cit.*, p. 11.

5. *Idem*, pp. 73-74.



Fig. 1.1. Boston em 1806, às vésperas da grande expansão. Em oitenta anos, os baixios de maré na base do monte Vernon (a), em lago Mill (b) e Back Bay (c) foram aterrados e ocupados.

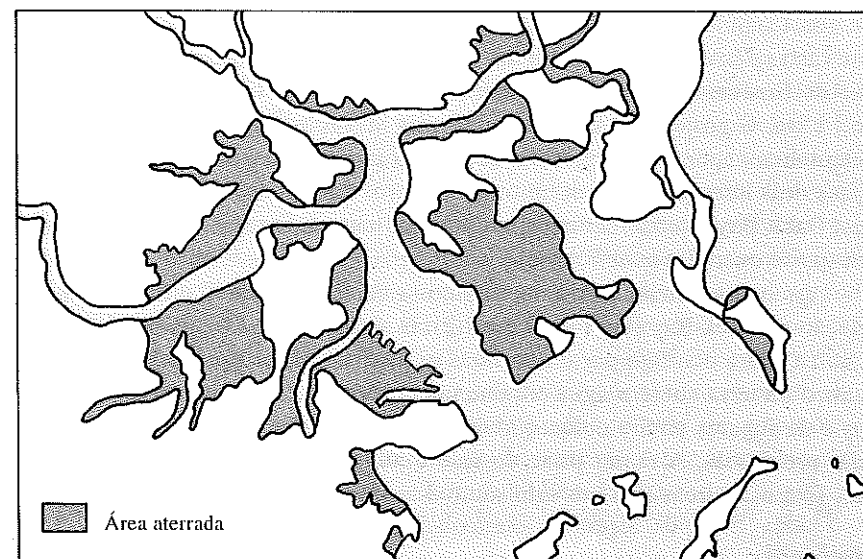


Fig. 1.2. Área aterrada em Boston, 1982. A maior parte de Boston, como outras cidades costeiras, é construída em áreas aterradas. Os aterros oferecem oportunidades para a expansão, mas deixam um legado de problemas.

ocupadas, e a terra na península tornou-se valiosa. Em 1799, a Mount Vernon Proprietors comprou uma propriedade de John Singleton Copley nas colinas, que era, nessa época, principalmente pasto; quatro anos mais tarde, a Mount Vernon Proprietors cortou o topo do monte em 15 a 20 m, carreando a terra encosta abaixo numa estrada perigosa, e com ela aterrou a área alagada na base⁶. Desta forma, não apenas conseguiram áreas planas para construção nas colinas, mas também converteram os baixios de maré em novas áreas de ocupação. O novo e cobiçado setor residencial que eles criaram inclui a maior parte do que hoje é conhecido como Beacon Hill.

Outros cavalheiros ambiciosos se apressaram em seguir o exemplo dado pela Mount Vernon Proprietors. Moinhos vinham operando junto ao lago Mill desde que este foi represado, em 1643. Em 1804, os proprietários do moinho estabeleceram a Mill Pond Corporation e propuseram o aterro do lago para criar 20 ha de novas áreas para edificações. Em 1807, os herdeiros de John Hancock concordaram em escavar sua propriedade em Beacon Hill para fornecer a terra necessária ao aterro. Quando a escavação chegou a 20 m abaixo do nível original, o monumento de Beacon Hill e uma casa num lote adjacente, na Bowdoin Street (ver Fig. 1.3)⁷, tinham sido afetados. O último topo das três colinas foi eliminado em 1835, para criar três novos hectares de terra ao norte da Causeway Street. Em cinco meses, 20 m foram cortados do topo da Pemberton Hill e a terra transportada em carros de boi⁸.

Porém a mais dramática dessas operações de aterro no século XIX, e certamente a maior, foi o aterro da Back Bay, os baixios de maré ao pé do Boston Common. Os trabalhos de aterro começaram em 1858 e continuaram por várias décadas (Fig. 1.4). Back Bay foi aterrada com uma combinação do lixo de Boston e de areia e cascalho de Needham, que ficava a uma distância de 15 km. O projeto foi facilitado por duas invenções recentes: a ferrovia e a máquina a vapor (ver Fig. 1.5). "O aterro prosseguiu a uma velocidade de quase dois lotes por dia, um trem de 35 carros carregados de cascalho chegava a Back Bay, a uma média de um por dia, noite e dia, seis dias por semana, por quase quarenta anos"⁹.

As operações de aterro sucederam-se de forma quase contínua desde a criação de Back Bay (ver Figs 1.1 e 1.2). O aeroporto de Logan, por exemplo, situa-se sobre o antigo porto e as ilhas originais de East Boston. O inevitável avanço da terra sobre a água continua com a constante busca de novos espaços e de lugares para a colocação do lixo. Mas a área aterrada não deixa de criar problemas. A maior parte do solo é muito baixa e suscetível a inundação. Extensas áreas têm um solo saturado, onde a flutuação do nível da água

6. *Idem*, p. 62.

7. *Idem*, pp. 81-84.

8. *Idem*, p. 109.

9. Museum of Fine Arts, *Back Bay Boston: The City as a Work of Art*, Boston, Museum of Fine Arts, 1969, p. 38.

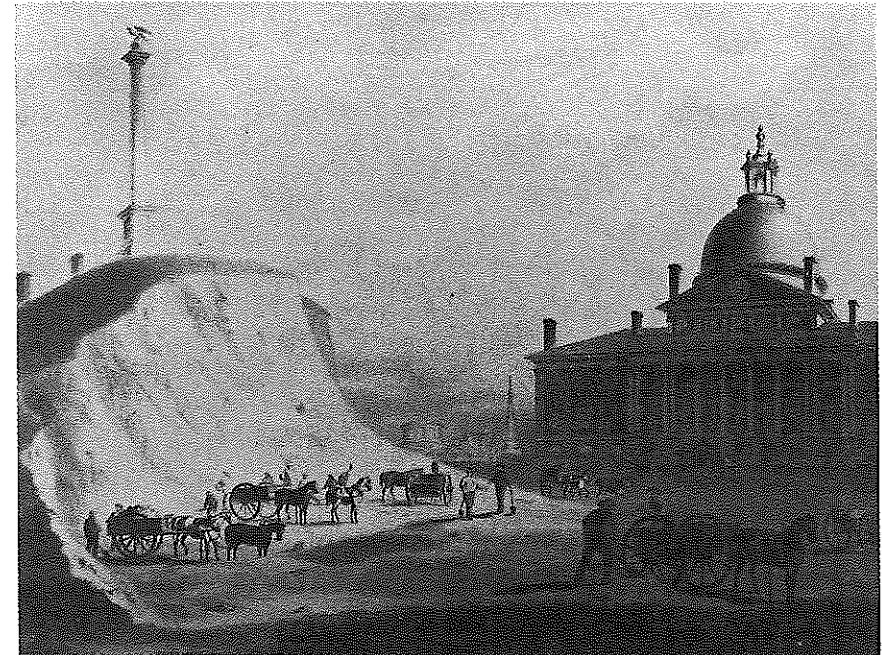


Fig. 1.3. Corte do topo de Beacon Hill para o aterro do lago Mill, 1811.

pode danificar os alicerces das edificações. Edifícios em áreas aterradas são particularmente vulneráveis a terremotos, quando a movimentação da terra pode liqüefazer o solo saturado sob suas fundações. A área aterrada no início do século XIX e início do século XX está densamente ocupada, coberta por edifícios construídos antes que surgissem, nos códigos de obras, medidas preventivas contra os terremotos. Um terremoto pode provocar uma destruição muito maior nessas áreas do que em áreas adjacentes, situadas em solo mais estável. Apesar de Boston não estar sujeita a terremotos tão frequentes como San Francisco e Tóquio, apresenta um risco similar a terremotos de grande magnitude. Em 1638, em 1727 e, novamente, em 1755, grandes terremotos sacudiram Boston. O dano causado pelo terremoto de 1727 foi considerável. Chaminés ruíram, telhados caíram, e alguns edifícios de alvenaria racharam e desabaram. Hoje, um terremoto de magnitude similar poderia ser catastrófico.

A proporção do centro de Boston que se situa nas áreas aterradas não é extraordinária. Um terço da baía de San Francisco foi aterrada e construída desde 1849, assim como grande parte da área da baía de Tóquio¹⁰. (Não é de admirar que os maiores danos no grande terremoto de 1906 em San Francisco

10. Gary B. Griggs e John A. Gilchrist, *Geological Hazards, Resources, and Environmental Planning*, Belmont, Calif., Wadsworth, 1983, p. 225.



Fig. 1.4. Vista de Boston, 1870. A construção de edifícios na nova área criada na Back Bay progride rapidamente.

tenham ocorrido nesse solo saturado.) Na Holanda, a escala de áreas conquistadas ao mar é inigualável; hoje, os holandeses estão construindo cidades novas em vastas áreas planas, recentemente conquistadas ao mar, da mesma forma que muitas das cidades holandesas mais antigas, como Amsterdã, foram construídas no passado.

A Mudança do Curso das Marés e dos Rios

Os habitantes de Boston acostumaram-se há muito tempo a usar a água para a geração de energia e a disposição de detritos. Treze anos após sua chegada, os colonizadores da Bay Colony de Massachusetts já haviam explorado as forças das marés para operar seus moinhos. O lago Mill, criado pelo represamento de uma enseada natural, mantinha um moinho, uma serraria e uma fábrica de chocolate, até ser aterrado, no século XIX. Os cidadãos também dependiam da ação das marés para se livrarem dos detritos. Mas só no século XIX o conflito entre as marés como fonte de energia e como agente de limpeza se tornou crítico. Durante o século XVIII, Boston começou um ambicioso programa de pavimentação de ruas, no qual a maioria das novas ruas pavimentadas eram construídas com uma lombada no centro e sarjetas laterais.

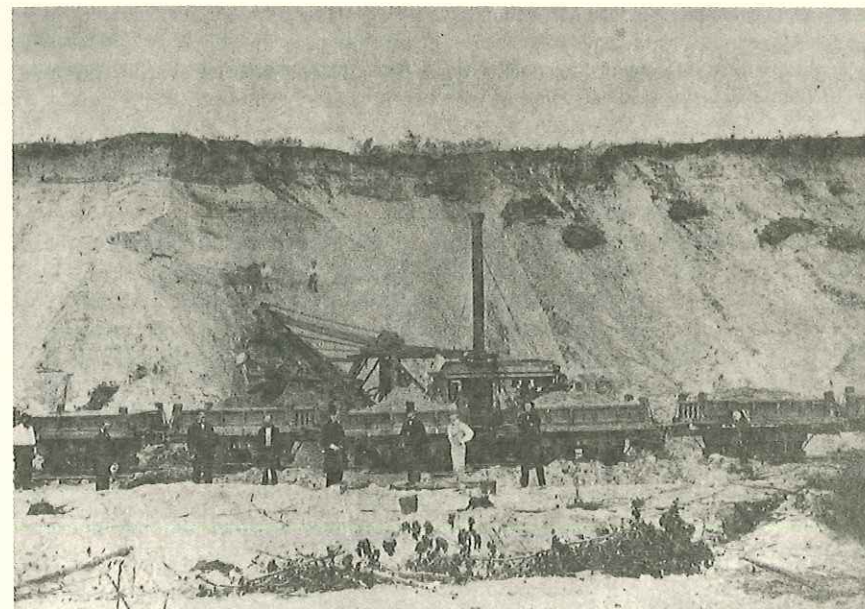


Fig. 1.5. Escavadeira a vapor carregando terra nos vagões de um trem para Back Bay, cerca de 1859. Duas máquinas a vapor faziam o serviço de duzentos homens, carregando uma composição de 35 carros em dez minutos. Esta escavadeira a vapor foi uma das primeiras produzidas nos Estados Unidos.

Um extenso sistema de drenagem subterrânea foi construído pela iniciativa privada¹¹. Este primeiro sistema de drenagem era tão eficiente que considerável parte das águas servidas e das águas da chuva eram esvaziadas nos baixios de maré. O grau com que as marés eram capazes de carregar os detritos para o mar dependia de seu fluxo constante. Para produzir energia das marés, por outro lado, era necessário controlar seu fluxo e restringir sua vazão.

As questões de qualidade da água e de saúde pública tornaram-se fundamentais numa controvérsia do século XIX acerca de uma proposta para uma nova barragem na Back Bay. Os defensores da proposta estimavam que o projeto poderia fornecer energia para 81 moinhos, incluindo "seis moinhos de cereais, oito moinhos de farinha, seis serrarias, dezesseis cotonifícios e oito lanifícios, doze oficinas de corte e laminação, assim como muitas outras para o torneamento de canhões, a fabricação de âncoras, foices, rebolos e o polimento de pinturas, e sabe Deus o que mais"¹². Os opositores previam as conseqüências da limitação do fluxo das marés na Back Bay, e um deles antecipou, em uma carta de 10 de junho de 1814 ao jornal *Daily Advertiser*, o que mais tarde se tornaria sensível a qualquer olfato:

11. Bridenbaugh, *op. cit.*, p. 159.

12. Whitehill, *op. cit.*, p. 92.

Cidadãos de Boston! Já visitaram o Mall? Já inalaram a perfumada brisa do oeste, refrescando cada sentido e revigorando cada nervo? O que pensam da conversão deste belo lençol de água que contorna o Common em uma planície de lama, transbordando com dejetos, repugnante ao olfato e repulsiva ao olhar? Pelos deuses do mar, lagos e fontes, isto é incrível¹³.

Mas o esquema foi aprovado, a barragem Mill completada em 1821, e o destino da Back Bay, selado.

A contaminação da água, predita pelos opositores à barragem Mill, concretizou-se rapidamente. Tanto o rio Muddy como o córrego Stony despejavam suas águas na bacia de Back Bay; o mesmo faziam os esgotos de Roxbury. A ação das marés foi impedida não apenas pela barragem, mas também por mais duas ferrovias que a cortaram. Por volta de 1849, o Departamento de Saúde de Boston, decidindo que alguma coisa precisava ser feita a respeito da Back Bay, descreveu suas condições como “uma aborrecida, ofensiva e injuriosa questão para a grande e crescente população residente em suas proximidades”¹⁴. Na década de 1870, quando o distrito residencial de Back Bay estava quase pronto, esta era descrita como

os mais absurdos pântanos e lamacentos baixios que podem ser encontrados em Massachusetts, sem um único aspecto atrativo; um corpo d'água tão absurdo que nem mariscos e ostras podem viver ali, um lugar do qual ninguém se aproxima mais de um km no tempo de estio, a menos que seja absolutamente necessário, tão grande é o fedor que dali se exala¹⁵.

A situação se exacerbou pelo eficiente sistema de drenagem das águas e pela vulnerabilidade das áreas adjacentes à inundação. As águas das cheias e os esgotos que estas carregavam eram levados de volta até as ruas baixas de Roxbury.

Na década de 1880, Frederick Law Olmsted propôs para a área remanescente da Back Bay um plano que objetivava tanto o controle sanitário quanto o das enchentes (ver Cap. 7). Seu ponto central era um parque chamado Fens, criado pela dragagem dos baixios de maré em uma bacia e ajardinado com plantas tolerantes às periódicas mudanças no nível da água. O Fens foi projetado para armazenar temporariamente as águas das chuvas, sem provocar com isso a inundação das áreas adjacentes. Uma eclusa controlava o fluxo da maré para dentro e para fora do Fens, permitindo uma circulação regenerativa da água. Um novo sistema de canalização subterrâneo interceptava o esgoto vindo do córrego Stony e o desviava diretamente para o rio Charles. Desta forma, os baixios de maré da Back Bay transformaram-se num atrativo parque. O Fenway tornou-se um endereço da moda, ladeado por casas e pelos novos edifícios de velhas instituições de Boston. A solução de

13. *Idem*, p. 90.

14. *Idem*, p. 150.

15. *Idem*, p. 180.

Olmsted foi eficiente e muito “moderna”; técnicas similares ainda representam o que há de mais avançado atualmente. De fato, em 1977, quando o Corpo de Engenheiros do Exército deu início à compra de milhares de hectares de várzeas a montante de Boston, por sua capacidade de reter as águas das cheias, prevenindo dessa forma a inundação do centro de Boston, esta ação foi considerada inovadora (ver Cap. 7).

Apesar de a construção do Fens na Back Bay ter reduzido as enchentes e melhorado a qualidade das águas na área, os baixios de maré do rio Charles continuaram a ser um risco sanitário, especialmente na maré baixa, quando uma combinação de águas pluviais e águas servidas continuava a ser despejada com seus detritos. Finalmente, em 1910, uma barragem foi construída através da foz do rio Charles, convertendo-o num corpo de água doce; os baixios ao longo das margens do rio foram aterrados para criar o dique do rio Charles, cuja forma não guarda, hoje, qualquer semelhança com as amplas baías do rio de maré original. Boston nunca equacionou adequadamente seus sistemas de esgotos. Muitos esgotos da cidade contêm uma combinação de águas pluviais e águas servidas. Os sistemas de tratamento de esgoto da cidade estão sobrecarregados e obsoletos, o esgoto *in natura* é rotineiramente despejado na baía durante as tempestades, e os colapsos são cada vez mais frequentes. A combinação de esgoto com o deteriorado sistema de tratamento é um problema compartilhado pela maioria das cidades do nordeste dos Estados Unidos e por muitas outras cidades mais antigas da Europa. Nestas cidades, inundações cada vez maiores agravam a poluição das águas.

Água Importada e Vales Inundados

O suprimento de água por fontes e poços locais era suficiente para as necessidades de Boston, no fim do século XVIII. Em 1794, Thomas Pemberton realçou que muitos habitantes se abasteciam de água pura retirada de poços perfurados em seus próprios quintais¹⁶. Em 1825, quando a população triplicou, contudo, um suprimento adequado de água não-contaminada não poderia mais ser fornecido por poços privados ou mesmo por uma fonte de água municipal localizada na cidade. Em 1834, uma pesquisa dos poços da cidade revelou que muitos estavam contaminados, e que a oferta de água era insuficiente. A água em aproximadamente um quarto dos poços não era potável. Apenas sete poços de um total de 2767 forneciam água suficientemente limpa para a lavagem de roupas. Os pesquisadores descobriram quarenta ou cinquenta bombas que eram acorrentadas e fechadas com chaves que os proprietários cediam mediante uma taxa anual. Algumas ruas não tinham poço

16. Thomas Pemberton, 1794, citado em Whitehill, *op. cit.*, p. 47.

algum¹⁷. Esse estudo concluía com uma recomendação para que a cidade captasse água de lagos a 20 km de distância, em Framingham e Natick.

Em 1846, depois de mais de dez anos de contínuos debates, teve início a construção de um aqueduto que ia do lago Long, em Natick, até Boston. Cem quilômetros de canos de ferro foram assentados em dois anos¹⁸. Em 25 de outubro de 1848, a primeira água vinda do lago Long, rebatizado de lago Cochituate, foi celebrada num grande evento no Boston Common (Fig. 1.6). Uma multidão entre 50 e 100 mil pessoas compareceu à celebração. O prefeito declarou feriado escolar, e a nova fonte no Common esguichou durante todo o dia. Entretanto, a celebração foi prematura, porque o consumo de água aumentou muito mais rapidamente do que o previsto. Fontes públicas foram construídas em parques e praças, e privadas e banheiras foram introduzidas nas residências. Em cinco anos, o consumo médio diário tinha excedido todas as expectativas. Em 1869, apenas vinte anos depois da celebração, as águas do lago Cochituate se tornaram insuficientes. Desde então, a cidade de Boston tem lançado olhares para águas cada vez mais distantes.

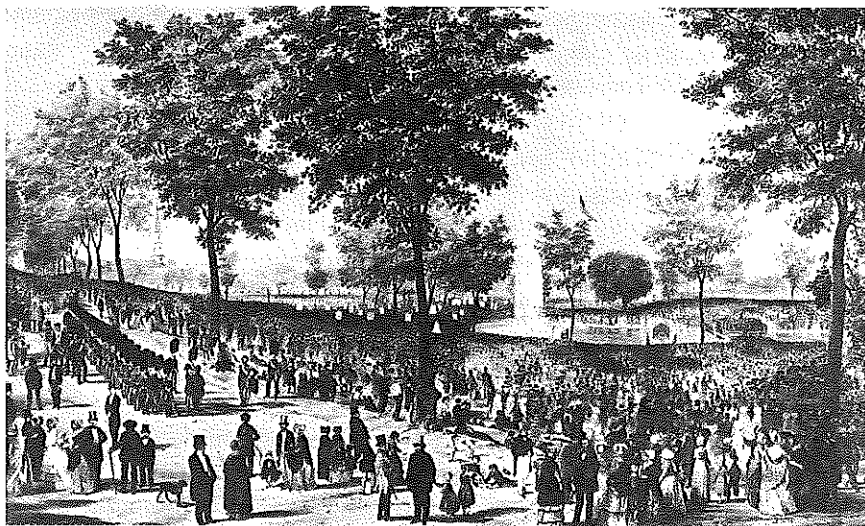


Fig. 1.6. A Festa da Água no Boston Common, 25 de outubro de 1848, inaugurando um novo suprimento de água com bandas, paradas, salvas de canhões e fontes rumorejantes. O motivo dessa celebração teve vida curta. Em cinco anos, o uso da água excedeu as expectativas, e Boston enfrentou uma crise de abastecimento de água.

17. Nelson, M. Blake, *Water for the Cities: A History of the Urban Water Supply Problem in the United States*, Syracuse, N. I., Syracuse University Press, 1956, p. 178.

18. *Idem*, p. 215.

Já no ano de 1895, a cidade começou o trabalho político para a incorporação das terras do Quabbin, o que sucedeu em 1928, quando a bacia de aproximadamente 250 km² do vale do rio Quabbin, 100 km a oeste, foi destinada a um reservatório. As casas, as igrejas, as escolas e os cemitérios de quatro cidades foram removidos do vale antes que ele fosse inundado. O Reservatório Quabbin tem sido a principal fonte de água de Boston desde então. Cinquenta anos mais tarde, ainda é possível caminhar por uma estrada que atravessa a Reserva de Quabbin e segui-la até a linha d'água onde desaparece, na direção do sítio subaquático de uma cidade submersa. Em 1974, o Reservatório Quabbin fornecia água para cerca de 2 milhões de pessoas em 32 cidades e vilarejos, em um raio de 25 km do centro de Boston. A poluição dos poços, que originalmente forçou Boston a captar água mais além dos limites da cidade, continua. Um por um, os poços dos subúrbios distantes são contaminados por resíduos tóxicos, forçando essas comunidades a se interligarem ao Sistema de Água Metropolitano, aumentando ainda mais o número de usuários do serviço. Muitas cidades se juntaram ao distrito, não por necessidade, mas apenas por conveniência. Ironicamente, diversas dessas cidades – Canton e Norwood, entre elas – situam-se no aquífero Neponset, fonte potencial de suprimento de água para a cidade de Boston. Essas comunidades, todavia, não têm incentivo para proteger a qualidade da água de seus solos, e o aquífero está ameaçado pelo desenvolvimento industrial e pelo despejo de detritos. Hoje, a cidade de Boston, sempre em demanda de água, está olhando novamente a oeste, para o rio Connecticut, planejando captar a água em seu caminho para o estreito de Long Island e canalizá-la para Boston. A batalha pela água já não é apenas entre cidade e campo; ela agora opõe cidade contra cidade.

A situação de Boston não é excepcional: todas as cidades importantes estão sempre à espreita de novos recursos hídricos. O problema pode ser muito mais grave em cidades de regiões áridas e semi-áridas como, por exemplo, Denver, Los Angeles e Phoenix. Mas mesmo cidades em regiões com farta precipitação de chuvas (Nova Iorque, Baltimore, Nova Orleans) estão encontrando dificuldades crescentes para assegurar um suprimento de água não-contaminada.

Domesticação da Flora e da Fauna

Os colonizadores da baía de Massachusetts fundaram a cidade de Boston numa península desprovida de árvores. Sua vegetação consistia provavelmente em uma flora típica de maré e de áreas pantanosas, assim como em arbustos e algumas árvores. Embora os colonizadores usassem as marés para mover seus moinhos, a madeira era a única fonte de combustível durante o

século XVII, e a madeira para combustível estava constantemente em déficit em relação à demanda¹⁹. As matas próximas foram derrubadas para abastecer a cidade que crescia; a madeira era trazida das áreas próximas do continente por trenós, no inverno, e das ilhas na baía por barcos, nas outras estações²⁰.

Os colonizadores trouxeram consigo árvores frutíferas e ornamentais da Europa, e em 1728 a primeira fileira de árvores foi plantada no Boston Common como uma alameda de sombreamento²¹. Muitas árvores plantadas nos séculos XVIII e XIX em Boston foram espécies européias importadas; choupos-da-italia, tílias, e olmos ingleses eram bastante populares. A moda de plantar espécies exóticas atingiu seu apogeu no século XIX, quando jardins botânicos foram implantados em Boston e em outras cidades através dos Estados Unidos e Europa. O resultado é a flora cosmopolita de hoje. As árvores nas ruas de Boston têm diversas origens; a acácia-meleira é nativa do centro dos Estados Unidos, o bordo norueguês e a tília de folha miúda da Europa, o ginkgo do Leste da China. O capim-do-campo de Kentucky nos jardins privados e parques não é nativo do Kentucky, é uma grama asiática transplantada na América do Norte através da Europa²².

Entre 1880 e 1895, os habitantes de Boston fizeram novas grandes plantações de árvores e prados dentro da cidade – Franklin Park, Arnold Arboretum, lago Jamaica. Estas paisagens construídas pelo homem foram modeladas por exércitos de cavalos e trabalhadores, como parte de um movimento mais amplo nas cidades norte-americanas e européias, nas quais grandes e bucólicos parques foram criados para a crescente população urbana. Como o Franklin Park em Boston, a paisagem do Central Park de Nova Iorque foi inteiramente remodelada, replantada com mais de 4 mil novas árvores e arbustos. A maior parte do trabalho no Central Park foi completada num período de cinco anos. O projeto chegou a empregar 2,5 mil trabalhadores por dia, que criaram colinas e vales, lagos e pântanos, movendo matações e arrancando árvores adultas. Esses parques bucólicos, projetados como uma forma idealizada de natureza, derivada das propriedades rurais inglesas, requeriam uma enorme manutenção. Hoje, muitos deles estão em declínio e em péssimas condições, necessitando de renovação.

Nem todas as plantas foram importadas para fins agrícolas ou ornamentais, ou mesmo plantadas intencionalmente. Algumas encontraram seu caminho alojadas na bagagem de um viajante, presas nos eixos de carroças ou nos cascos dos animais, misturadas com sementes comerciais, ou nos fundos das caixas de embalagem. Entre essas, havia plantas que se associaram ao ho-

19. Bridenbaugh, *op. cit.*, p. 12.

20. *Idem, ibidem*.

21. Nathaniel B. Shurtleff, *A Topographical and Historical Description of Boston*, Boston, Rockwell & Churchill, City Printers, 1890, p. 320.

22. Edgar Anderson, *Plants, Man and Life*, Berkeley e Los Angeles, University of California Press, 1969, p. 12.

mem, milhares de anos atrás. Foram companheiras dos viajantes desde então, brotando nos campos agrícolas abandonados e nos terrenos baldios das cidades, à margem de estradas e nos canteiros dos jardins. Sobrevivem em solo pobre – um dos habitats mais comuns criados pelo homem. A *Plantago lanceolata*, uma tanchagem, é uma das mais antigas seguidoras do homem. Primeiro associada com os agricultores neolíticos, ela é hoje comum em gramados, parques e margens de estrada, ranhuras e frestas nas calçadas em Boston e em muitas cidades de ambos os lados do Atlântico²³.

Remanescentes de comunidades de plantas nativas são ainda abundantes em espaços abandonados e esquecidos por toda a cidade. Em muitos lugares, todavia, as plantas mais resistentes se misturam com forasteiras naturalizadas, formando uma comunidade cosmopolita encontrada em cidades de clima temperado por todo o mundo. Desta forma, uma pedreira abandonada em Boston abriga muitas das espécies de plantas encontradas no pátio de uma velha estação ferroviária em Berlim, destruída em 1945: ailanto (*Ailanthus altissima*), falsa-acácia (*Robinia pseudoacacia*), bordo-norueguês (*Acer platanoides*) e álamo-trêmuilo (*Populus tremuloides*)²⁴. Estas “silvestres urbanas”, tão expressivas do poder regenerativo da natureza, e tão significativas como contraponto às densas ruas da cidade, começam a ser reconhecidas como um recurso em Boston, como o são na Alemanha e na Holanda (ver Cap. 9).

Os colonizadores trouxeram consigo vacas, ovelhas, porcos e cachorros. Vacas e ovelhas pastavam no Common, vigiadas por um pastor, mas porcos e cachorros vagavam livremente pela cidade.

Os porcos fuçavam pelas ruas à vontade, servindo ao propósito útil de lixeiros, mas tornando a circulação de homens e cavalos perigosa. Tentativas constantes foram feitas para abolir esse aborrecimento. Em 1634, os cidadãos de Boston votaram que não mais deveria ser permitido aos suínos correr à solta, mas deveriam ser “presos nos quintais” e, dois anos mais tarde, escolheram Richard Fairbanks como inspetor de porcos, com poder de impor todos os corretivos²⁵.

Cães vadios também eram um aborrecimento na Boston do século XVII, como o são ainda hoje. A cidade fez uma tentativa para resolver o problema em 1697, com a proibição de que qualquer pessoa abaixo de uma renda mínima possuísse um cão. Altas multas eram impostas por se deixar um cachorro solto, e qualquer pessoa tinha permissão de matar um cão vadio. Nas modernas cidades norte-americanas, estima-se que a média da população canina é de um cão por sete pessoas. Cachorros sem coleira são ainda um abor-

23. *Idem*, pp. 3-5.

24. Compare-se a lista de plantas em Herbert Sukopp, Hans-Peter Blume e Wolfram Kunick, “The Soil, Flora, and Vegetation of Berlin’s Wastelands”, em *Nature in Cities*, ed. por Ian C. Laurie, Chichester, Engl., Wiley, 1979, pp. 125-127, com aquela de uma pedreira abandonada em Boston, em Nancy M. Page e Richard E. Weaver, Jr., *Wild Plants in the City*, Nova Iorque, Quadrangle/The New York Times Book Co., 1975, p. 9.

25. Bridenbaugh, *op. cit.*, p. 19.

recimento nas cidades americanas, assim como em cidades do Japão e da Grã-Bretanha.

A alteração da comunidade vegetal de Boston e o crescente aumento da densidade da população humana ocasionaram mudanças correspondentes na vida selvagem da cidade. Muitos animais nativos, privados de seus habitats e fontes de alimentação, e presas de gatos e cães domésticos, retrocederam aos limites da cidade. Com o tempo, espécies alienígenas preencheram os nichos criados pelo homem – cornijas e beirais de edifícios, armazéns e jardins. Estas alienígenas – pardais, estorninhos, pombos, ratos e baratas – agora abundam em muitas cidades. Junto com carniceiros nativos adaptáveis, como as gaivotas, eles compõem a maior parte da vida selvagem da cidade de Boston hoje. Mesmo os grandes parques urbanos e as reservas de Boston, como o cemitério Mt. Auburn, abrigam abundante e diversificada vida selvagem, do mesmo modo que o Rock Creek Park em Washington, D.C., e o Regent's Park, em Londres (ver Cap. 11).

Alteração do Ar

A situação original de Boston, aberta às brisas marinhas e com pequena predisposição às inversões térmicas, protegeu-a da poluição do ar experimentada por cidades coloniais em localizações menos afortunadas, como a colônia espanhola de Los Angeles. Nos séculos XVII e XVIII, a fumaça do carvão nas chaminés da cidade provavelmente se dispersava com rapidez. Efetivamente, Boston disputa com Chicago o título de "Cidade dos Ventos", fato largamente apreciado na década passada, depois da construção do Prudential Center Tower, da Torre Hancock e de inúmeros outros edifícios de escritórios no centro, que canalizaram o vento e criaram redemoinhos nas ruas abaixo. As operações de aterro e construção do século XIX devem ter produzido uma marcante mudança no clima de certas partes da cidade. Onde os baixios de maré foram aterrados e construídos, os ventos reduziram-se ao nível do chão. O Common, que fora aberto à força direta dos ventos que sopram do rio Charles, foi, na década de 1870, protegido pelo novo conjunto residencial na Back Bay. Mas o vento ainda sopra, dificilmente amainado, ao longo da costa e no topo das colinas expostas. Altos edifícios, construídos desde 1965, agravaram o problema dos ventos naturais da cidade, criando condições desconfortáveis e até perigosas em algumas esquinas. Os longos e rigorosos invernos de Boston aumentam a demanda da cidade por combustível e impõem um desafio aos pedestres, especialmente nos espaços amplos e abertos. Quando a torre de escritórios e o centro de compras do Prudential Center foram abertos próximo à Copley Square, as lojas anteciparam uma explosão de vendas. As ásperas condições de vento, criadas pela torre, derrubaram essas promessas, e a maior parte do *shopping center* foi subseqüentemente fechada. A

parte aberta da praça do *shopping* é desconfortável, mesmo no verão, quando os ventos sopram partículas arenosas, atirando-as contra os consumidores. O centro de compras nunca atingiu o potencial econômico previsto.

Existe farta comprovação dos contínuos processos naturais na moderna Boston. As marés sobem e descem nos brejos salobres, ao longo do cais e dos diques. Num dia calmo, uma suave brisa passa pelo centro, vinda do oceano. Depois de uma tempestade, o rio Muddy testemunha a erosão a montante. Plantas colonizam em poucas semanas o solo nu dos terrenos baldios. Sementes de árvores invadem os gramados, e a floresta é contida apenas à custa de podas contínuas. O ambiente natural de Boston – sua brisa marítima, suas colinas, afloramentos rochosos, ilhas da baía; seus rios, lagos, brejos, córregos canalizados; seus parques; e mesmo seus terrenos baldios e ruas – não é menos "natural" que a paisagem intensamente cultivada do campo, ou as ruas sombreadas e os jardins cuidados dos subúrbios. Menos bucólicos talvez, mas não menos parte da natureza. Ver a natureza na cidade é apenas uma questão de percepção.

A BUSCA DA NATUREZA: PARQUE, SUBÚRBIO E CIDADE-JARDIM

Por mais insensíveis que possam ter sido aos processos da natureza, os habitantes da cidade têm cultivado elementos naturais isolados, procurando incorporá-los ao seu ambiente físico. Essa busca da natureza tem sido evidenciada, através de milênios, em jardins, parques e alamedas, subúrbios e propostas utópicas de cidades-jardins. No século VII a.C., Senaqueribe construiu um parque para os cidadãos de Nínive; no século XIX, as cidades reservaram grandes porções de bosques e prados para a educação, saúde e recreação de seus habitantes. Filósofos da antiga Atenas reuniam seus discípulos em jardins arborizados; os habitantes das cidades do século XVII passeavam por alamedas margeadas de árvores. Moradores das cidades medievais européias cuidavam de numerosos jardins dentro dos muros das cidades, da mesma forma que os jardineiros urbanos cultivam atualmente pequenos canteiros em coberturas, terraços e terrenos baldios.

Enquanto a cidade permaneceu relativamente pequena, não era divorciada do campo. Muitos habitantes das antigas cidades mesopotâmicas, mesmo os artesãos e mercadores, cultivavam suas próprias terras ou as de outros²⁶. A maior parte dessas áreas de cultivo ficava fora dos limites dos muros da cidade, mas muitas áreas para culturas e pastos ficavam dentro dos muros, uma

26. Henri Frankfort, "Town Planning in Ancient Mesopotamia", em *The Town Planning Review*, 21: 102, jul. 1950.



Fig. 1.7. Mapa de Colônia, Alemanha, do século XVI. Esta planta ilustra o estreito relacionamento entre a cidade e o campo, típico de muitas cidades da Europa medieval. Notem-se os jardins e renques de árvores dentro dos muros da cidade, o caminho adornado de árvores ao longo do fosso e os campos agrícolas apenas do lado de fora do muro.

precaução contra os cercos. Milhares de anos depois, na Europa medieval, atividades rurais e agrícolas como a caça e a pesca faziam parte da vida urbana cotidiana. A cidade e o campo ainda estavam interligados. As hortaliças eram trazidas à cidade, e os refugos e o lixo orgânico, despejados nas vilas rurais próximas para adubação. No século XVI, em Colônia, uma importante cidade européia, muitas casas tinham grandes quintais. O novo mercado era localizado numa grande praça cheia de árvores, assim como as seis ruas que marcavam o local dos antigos muros da cidade (Fig. 1.7). Um muro, um fosso e um caminho margeado de árvores cercavam a cidade. O muro e o fosso, mais do que representarem uma barreira para o campo, criavam um lugar agradável para passeio e recreação. “Fora da cidade”, lê-se numa inscrição de um atlas contemporâneo, “existem duas colinas e um amplo fosso, sombreado por árvores verdes, que servem como campos de jogos no verão, e são usados para a recreação de estudantes e para todos os tipos de esportes e passatempo”²⁷.

À medida que as cidades se tornaram maiores e mais congestionadas, a distância do campo e a nostalgia da natureza aumentaram, enquanto queixas contra a vida urbana – especialmente a fumaça e o mau cheiro – se multiplicaram. Isso foi tão verdadeiro para a Roma do século I, como para a Londres do século XVI e a Nova Iorque do século XX. No século XVII, na Europa, a propriedade de um jardim e a facilidade de acesso ao campo, anteriormente privilégio de todo cidadão, tornaram-se inacessíveis ao morador comum. Onde antes havia pomares nos quintais e jardins foram construídas casas, servidas por vielas escuras atrás das ruas principais. No século XVIII, os muitos jardins de Colônia e da maioria de outras cidades européias desapareceram. Habitantes das cidades desde então têm tentado recapturar a natureza. Já no ano de 1516, quando *Sir Thomas More* publicou sua *Utopia*, muitas das amenidades das pequenas cidades medievais, como Colônia, tinham praticamente desaparecido dos maiores centros urbanos, como Londres e Paris. A descrição de More da capital imaginária de *Utopia*, com seus florescentes e abundantes quintais e jardins e o seu cinturão verde do campo, se encaixa na Colônia da época. Autores utópicos posteriores têm seguidamente ecoado os temas e as idéias de More sobre a limitação do tamanho das cidades, o cultivo de jardins dentro delas e a integração cidade-campo.

Aqueles que introduziram a natureza na paisagem cívica, na forma de parques, árvores e jardins, procuraram criar uma pequena utopia onde eles viviam. “Aqui ou em parte alguma está nossa utopia”, sustentavam os reformadores cívicos do século XIX, que defendiam a concretização da cidade ideal, latente em cada cidade²⁸. As condições de superpovoamento e de poluição do ar e da água, criadas pelo crescimento intenso das cidades do século XIX,

27. Georg Braun e Franz Hogenberg, *Old European Cities*, Arthur Hibbert e Ruthardt Oehme (eds.), Londres, Thames and Hudson, s. d., p. 57.

28. Patrick Geddes, *Cities in Evolution*, Londres, Williams & Norgate, 1915, p. 87.

precipitaram o movimento de reforma sanitária que provocou um maciço investimento em paisagismo e infra-estrutura cívica, um investimento cuja magnitude é pouco apreciada hoje. Durante esse período, a maioria das cidades dos Estados Unidos abriram suas ruas para instalar novas linhas de água e esgoto. Grandes parques públicos foram construídos em cidades através da América do Norte e Europa, planejados como "pulmões da cidade", parte de um esforço abrangente para a melhoria do bem-estar, segurança e saúde dos residentes das cidades mediante a alteração do ambiente físico. Quando esses empreendimentos utilizaram as forças da natureza, e quando projetos como parques, drenagem das ruas e tratamento dos esgotos foram percebidos e projetados como empreendimentos afins, atingiram um sucesso memorável, como o do Fens de Boston, de Olmsted. Muito freqüentemente, entretanto,

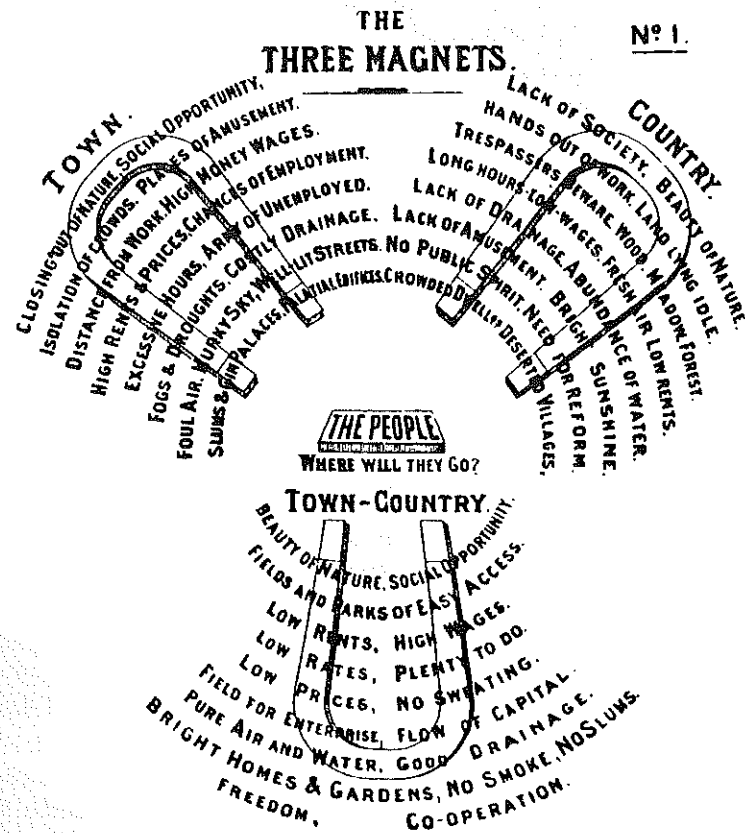


Fig. 1.8. Resumo de Ebenezer Howard do antigo debate sobre as vantagens da vida na cidade, comparadas às da vida no campo. Howard propôs a combinação dos benefícios de ambas na cidade-jardim.

focalizavam as agradáveis mas superficiais manifestações da natureza e ignoravam os processos naturais subjacentes.

Mas outros rejeitaram a velha cidade em favor dos subúrbios ou das novas cidades-jardins. Em 1902, Ebenezer Howard descreveu sua cidade ideal, uma cidade onde indústria e comércio pudessem ser integrados com habitações, jardins e fazendas²⁹ (Fig. 1.8). Fora o acréscimo da indústria moderna e das ferrovias, sua cidade-jardim apresenta grande semelhança com a descrição de Thomas More da cidade utópica. Cada cidade-jardim, circundada por um cinturão verde, devia ser parte de uma constelação de cidades-jardins, cada qual com uma população limitada a 30 mil habitantes, separadas umas das outras pelo campo (Fig. 1.9). Cidades-jardins foram de fato construídas tanto na Grã-Bretanha (Welwyn e Letchworth) como nos Estados Unidos (Greenbelt, Maryland, e Radburn, Nova Jersey) e impulsionaram um novo movimento urbano ainda hoje influente (Reston, Virgínia, e Columbia, Maryland). Embora a integração da cidade à natureza seja um objetivo fre-

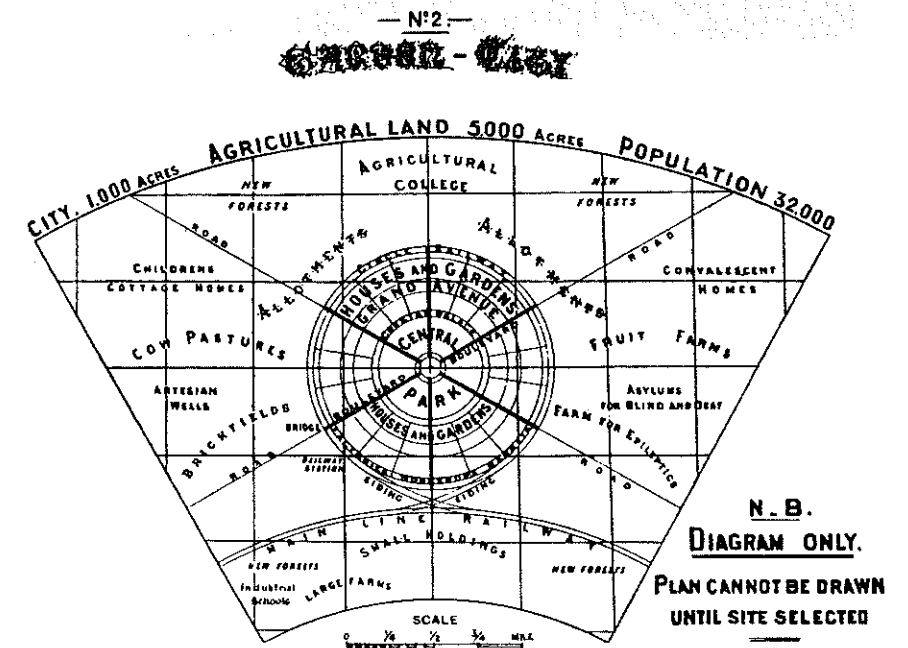


Fig. 1.9. A Cidade-Jardim, imaginada por Ebenezer Howard, em 1902, retoma muitos dos aspectos da cidade utópica de Thomas More. Aspirando à integração da natureza e da cidade, a cidade-jardim e as novas cidades que ela inspirou incorporaram os ornamentos da natureza, mas não conseguiram atingir os processos naturais subjacentes.

29. Ebenezer Howard, *Garden Cities for To-morrow*, 1902; reimp. Cambridge, Mass., MIT Press, 1965.



Fig. 1.10. Vista dos Estados Unidos à noite, de satélite. Fotografias de aviões e sensoriamento remoto a partir de satélites revolucionaram nossa percepção do mundo. Aqui, as luzes da cidade formam constelações urbanas.

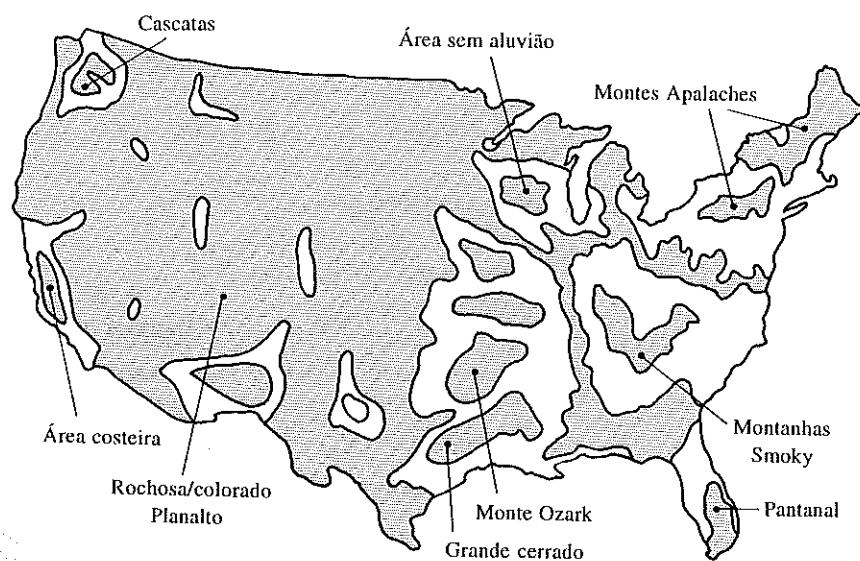


Fig. 1.11. Constelações urbanas delimitadas por Philip H. Lewis Jr. de imagem de satélite, a maioria circundando uma grande área selvagem.

qüentemente citado nas novas cidades e implícito nos subúrbios, a maioria das novas cidades e subúrbios incorporam simplesmente os ornamentos da natureza, como árvores, gramados, jardins e lagos, mas são construídos com tão pouco cuidado na observação dos processos da natureza como foram as velhas cidades. Com poucas exceções, eles têm utilizado os mesmos processos de ocupação e técnicas de edificação. À medida que envelhecem e a urbanização se desenvolve à sua volta, exibem muitos dos mesmos problemas ambientais das antigas cidades. Podem ser, à primeira vista, uma combinação ideal entre a cidade e o campo para o indivíduo que tem recursos para viver neles, mas com o passar do tempo são apenas uma solução particular e temporária para os problemas das metrópoles.

O primeiro subúrbio provavelmente apareceu pouco depois da construção do primeiro muro de cidade. O êxodo em massa da classe média da cidade para os subúrbios, todavia, data do século XIX e da invenção de novos meios de transporte. O bonde e, depois, o automóvel tornaram possível trabalhar na cidade e viver fora dela. Pela primeira vez, muitos puderam permitir-se

criar um refúgio no qual pudessem, como indivíduos, superar os efeitos crônicos da civilização enquanto comandavam segundo sua vontade os privilégios e benefícios da sociedade urbana. Essa utopia revelou-se, até certo ponto, realizável: tão encantadora, que aqueles que a seguiram não viram a desvantagem fatal que estava ligada a ela – a desvantagem da popularidade, a inundação fatal do movimento de massas: seus próprios participantes destruíram o benefício que cada indivíduo buscava para seu próprio círculo doméstico³⁰.

A magnitude da migração durante os séculos XIX e XX para os subúrbios levou, finalmente, os problemas ambientais da cidade para o campo, criando um muro maciço de propriedades privadas entre aqueles que viviam no interior da cidade e as áreas rurais mais além, um muro ainda mais efetivo na separação da cidade em relação ao campo circundante do que as amplas fortificações dos séculos XVII e XVIII.

O crescimento da maioria das cidades do século XX ocorreu principalmente nos subúrbios periféricos, não no centro urbano. Populações urbanas abandonaram o centro da cidade em ondas sucessivas, dando início a um padrão de dispersão através do campo – padrão encorajado pela proliferação do automóvel e pela construção de sistemas de rodovias eficientes. Modernas metrópoles tomaram uma forma totalmente nova. Os limites de muitas das antigas cidades superpõem-se agora às suas bordas, formando vastos campos urbanos com múltiplos centros em vez de um único. Retalhos remanescentes do campo são agora comumente cercados pelos limites externos dos subúrbios de diversas cidades. Realmente, grandes constelações urbanas, cada qual composta de muitas cidades, circundam a maior parte das áreas selvagens remanescentes dos Estados Unidos (ver Figs. 1.10, 1.11 e 1.12). Soluções efeti-

30. Lewis Mumford, *The City in History*, Nova Torque, Harcourt Brace Jovanovich, 1961, p. 487.

vas tanto dos problemas da cidade quanto do subúrbio podem ser agora alcançadas se se compreender o lugar de cada um dentro da região maior e se encararem a cidade, os subúrbios e o campo como um sistema único e em evolução, interligado pelos processos da natureza e pelos interesses econômicos e sociais dos humanos.

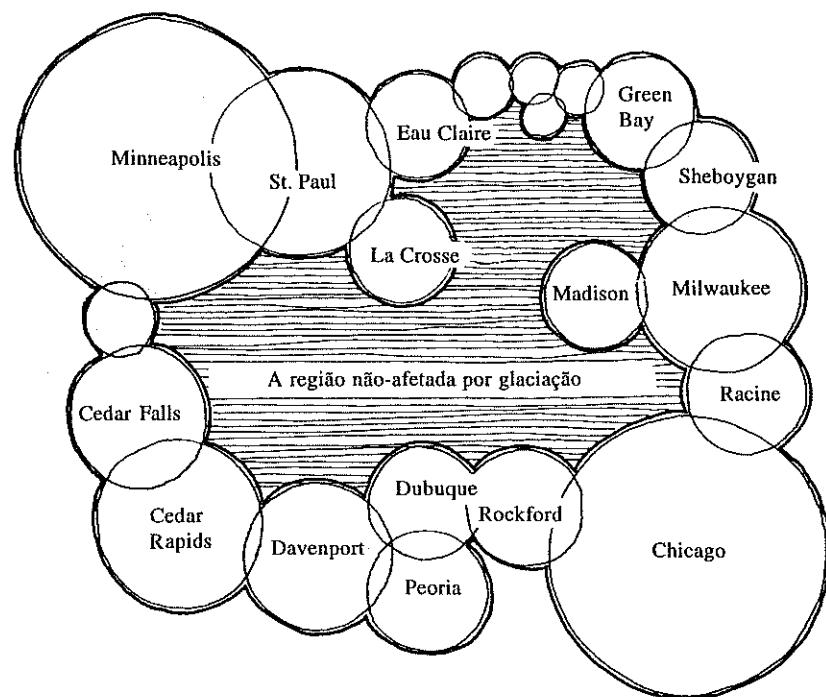


Fig. 1.12. Cidade Circular, uma constelação urbana formada por Chicago, Milwaukee, Eau Claire, Minneapolis-St. Paul, Cedar Rapids, Davenport e muitas outras cidades menores, habitada por 15 milhões de pessoas. A área rural no meio desta cidade circular é o seu "Central Park".

Os habitantes da cidade têm demonstrado interesse constante pela natureza através da história. Hoje, esse interesse vem aumentando devido a uma crescente consciência por toda a sociedade dos custos para a saúde e o bem-estar decorrentes de uma contínua degradação ambiental. É tempo de desenvolver o que tem sido um apego romântico aos ornamentos da natureza em um empenho para remodelar a cidade em harmonia com os ciclos da natureza. O conhecimento dessas atividades e a aplicação da nova tecnologia podem fornecer esses meios.

Parte II

AR

Parte IV

ÁGUA

ENCHENTES, SECAS E ÁGUAS POLUÍDAS

Água poluída, enchentes e secas castigam a cidade. Rios turvos, carregados de esgoto, sedimento, lixo e produtos químicos fluem através da cidade, um caldo sujo do qual muitas cidades retiram sua água de beber. Em alguns anos, só as enchentes serão responsáveis por mais danos materiais nos Estados Unidos do que qualquer outro fenômeno natural, ainda que a seca se esteja transformando num fenômeno urbano cada vez mais comum. Todas as cidades, mesmo aquelas em climas úmidos, logo se defrontam com a perda de seu mais precioso recurso – um suprimento abundante de água não-contaminada.

A água é o sangue da vida das cidades: impele as fábricas, aquece e resfria as casas, nutre os alimentos, mata a sede e carrega os dejetos. As cidades importam mais água do que todos os outros bens e matérias-primas combinados. Água suficiente não é apenas um pré-requisito para a saúde, é essencial para a vida. Apesar de sua desesperada necessidade de água, e apesar de sofrerem com sua crescente escassez, as cidades sujam e desperdiçam o precioso líquido. Cada chuva carrega sujeira, entulho, metais pesados e fezes de animais das ruas e estacionamentos para os rios e lagos. Os sistemas de águas pluviais que drenam as superfícies pavimentadas das cidades agravam as enchentes e impedem a recarga dos lençóis freáticos, e o decréscimo e no resultante fluxo dos cursos d'água concentra os poluentes. Mesmo com a diminuição dos suprimentos, a água potável continua a irrigar gramados e jardins.

No seu conjunto, as atividades urbanas, a densidade da forma urbana e os materiais impermeáveis com os quais é construída, o padrão de assentamento e sua relação com a rede de drenagem natural, e o projeto dos sistemas

de drenagem e de controle das enchentes produzem um regime hídrico urbano característico. O escoamento abundante e rápido dos temporais cria vazões de água extremamente altas durante e imediatamente após as chuvas e diminui as vazões no intervalo entre essas. A pavimentação e os bueiros reduzem a infiltração e baixam o nível da água sob o solo. As atividades urbanas e sua localização, a forma urbana e seus materiais influenciam o nível das enchentes e a sua localização, o grau de poluição e o local em que se concentra e a quantidade de água consumida. As características da dinâmica, da poluição e do uso das águas urbanas são bem conhecidas, assim como suas causas e seus efeitos, mas esse conhecimento raramente é aplicado. Os planejadores, arquitetos urbanistas, construtores e administradores das cidades quase sempre tratam separadamente dos problemas de enchentes, drenagem, poluição, uso e abastecimento de água.

O AUMENTO DAS ENCHENTES

Excetuando-se os maiores, todos os córregos e cursos d'água da paisagem anterior à urbanização desapareceram dos mapas modernos. Cobertos e esquecidos, antigos cursos d'água ainda correm através da cidade, enterrados sob o solo em grandes tubulações, canais primários de um sistema de drenagem subterrâneo. Seu ruído abafado pode ser ouvido sob as ruas após uma chuva pesada; eles são invisíveis, mas sua contribuição potencial às enchentes a jusante não é, todavia, diminuída, mas sim aumentada. As enchentes crescem em volume e destruição com o desenvolvimento urbano; a urbanização pode aumentar a taxa média anual de enchentes cerca de seis vezes¹. Isso é causado pela rápida drenagem das enxurradas e pelas várzeas mais estreitas e mais rasas, comprimidas por prédios e diques e entupidas por sedimento. Enquanto os sistemas de drenagem das águas pluviais escoam eficientemente a água dos telhados, ruas e calçadas, o sistema de controle das enchentes precisa ser continuamente ampliado para prevenir a inundação mais abaixo.

O concreto, a pedra, o tijolo e o asfalto da pavimentação e dos edifícios recobrem a superfície da cidade como um escudo à prova d'água. Incapaz de penetrar no solo e desimpedida pela superfície lisa da cidade, a chuva que cai nos telhados, praças, ruas e estacionamentos corre pela superfície em quantidades cada vez maiores, mais rapidamente do que a mesma quantidade de chuva que cai na superfície esponjosa de uma floresta ou do campo. As partes mais densas da cidade aumentam ao máximo a drenagem das águas pluviais; esse escoamento diminui nas partes menos densamente ocupadas da ci-

1. Luna B. Leopold, "Hydrology for Urban Land Planning - A Guidebook on the Hydrologic Effects of Urban Land Use", *U.S. Geological Survey Circular*, Washington, D.C., U.S. Geological Survey, (554): 5, 1968.

dade e diminui drasticamente em áreas florestadas. Sarjetas, meios-fios e escoadouros coletam as águas das chuvas dirigindo-as para os esgotos, que as transportam rapidamente para rios e lagos. Quanto mais densa a cidade, quanto maior a proporção de áreas pavimentadas em relação às áreas verdes, tanto maior é a eficiência do sistema de drenagem das águas pluviais e a quantidade de águas das chuvas que alcança os córregos e rios num menor espaço de tempo. Sistemas de drenagem transportam a água de um ponto para outro; eles não reduzem nem eliminam água, apenas mudam sua localização. A prática tradicional de drenagem protege ruas locais, subterrâneos e estacionamentos contra as enchentes, enquanto contribuem para um dano maior de inundação mais abaixo.

As grandes cheias provocadas pelos temporais na cidade ultrapassam a capacidade dos leitos dos cursos d'água, com suas várzeas ocupadas e apertadas entre edifícios, ruas, diques e comportas. As enchentes resultantes são maiores, fluem mais rapidamente e são mais destrutivas do que as enchentes provocadas por tempestades semelhantes antes da urbanização. A enchente de 1973 do rio Mississípi na cidade de St. Louis foi similar em magnitude à enchente de 1908; mesmo assim, as águas subiram 2,5 m a mais em 1973. A enchente de 1973 foi a pior nos 189 anos em que os dados foram recolhidos, embora os técnicos estimem que ela teve um intervalo de recorrência de apenas trinta anos². Não foi a magnitude da enchente em si, mas principalmente o confinamento do rio por barragens e a deposição de sedimentos no leito do rio que contribuíram para a elevação da inundação de 1973. Enquanto as várzeas e os canais dos rios na cidade são confinados para controlar as enchentes e melhorar a navegação, eles se tornam também mais rasos, como seqüela de outras atividades humanas. A construção e a demolição expõem o solo à erosão, e a água das chuvas carrega os sedimentos para os cursos d'água. Um canteiro de obras produz uma quantidade dez a cem vezes maior de sedimentos de erosão que a produzida por fazendas e florestas³. Mais de 4 500 t de solo foram erodidas durante um período de cinco anos de um único canteiro de obras de 8 ha no município de Montgomery, Maryland⁴. O impacto cumulativo nos corpos d'água é substancial. Sedimentos de erosão aterram canais e portos, diminuindo sua capacidade de escoamento.

O rio e sua várzea são uma unidade. A várzea é uma área relativamente plana na qual o rio se movimenta, e na qual transborda regularmente quando acontecem as inundações. Desobstruído, o fluxo dinâmico da água erode constantemente uma margem, depositando sedimentos na margem oposta. Os leitos dos rios não permanecem sempre no mesmo local; a menos que seja confina-

2. Thomas Dunne e Luna B. Leopold, *Water in Environmental Planning*, San Francisco, W. H. Freeman, 1978, p. 402.

3. *Idem*, p. 684.

4. Harold E. Thomas e William J. Schneider, "Water as an Urban Resource and Nuisance", *U.S. Geological Survey Circular*, Washington, D.C., U.S. Geological Survey, (601-D): 4, 1970.

do, o leito, através do tempo, ocupa finalmente todos os pontos dentro da várzea. A forma e o tamanho do leito natural de um rio refletem o tamanho e a frequência das inundações aos quais ele está sujeito, e duas vezes por ano, o rio preenche seu leito, transbordando para as margens; uma vez a cada dois anos, o rio transborda para a várzea até à altura do fluxo médio no seu leito (ver Fig. 6.1)⁵. Quando residências e casas comerciais ocupam a várzea, não só correm o risco de destruição, mas também comprometem sua capacidade de conter as águas das cheias. Em algumas cidades, edificações, estacionamentos e outras estruturas urbanas ocupam a maior parte das várzeas: 89,2% da várzea em Phoenix, no Arizona; 83,5% em Harrisburg, na Pensilvânia; 62,2% em Denver; e 53,3% em Charleston, Carolina do Sul⁶.

Quando o sistema de drenagem das águas pluviais aumenta o fluxo máximo do curso d'água, e as habitações e edifícios ocupam a várzea, estruturas de controle de inundações são comumente construídas para protegê-los. A confiança em obras de engenharia pesadas como represas e diques minimiza os danos de enchentes frequentes, mas pode contribuir para um número maior de mortes e destruição, provocadas por inundações maiores, ainda que menos frequentes⁷. Obras extensas de proteção contra as enchentes inspiram uma ilusão de segurança que pode promover uma densa ocupação em áreas sujeitas a enchentes. O cenário está então montado para uma enorme perda de vidas e danos às propriedades, quando essas obras de proteção contra as enchentes falham ou são sobrepujadas ou inundadas por chuvas extremamente pesadas. A enchente de 1972 em Rapid City, Dakota do Sul, matou 237 pessoas e feriu 3 057 quando as águas transbordaram a represa e derrubaram a barragem construída a montante da cidade. Muitos moradores, confiantes na capacidade de proteção oferecida pela barragem, permaneceram em suas casas, apesar dos avisos para evacuá-las. O rio subiu 4 m em quatro horas e 1 m em apenas quinze minutos⁸. A enchente devastou 1 335 residências e carregou 5 mil carros. Do total estimado de 160 milhões de dólares em danos materiais, menos de 300 mil dólares estavam no seguro⁹.

As cidades não correm o mesmo risco no tocante às enchentes. O clima regional de uma cidade e seu padrão sazonal de precipitações pluviométricas, o total de várzeas e a extensão em que foram ocupadas contribuem para o grau relativo do risco de sua inundação. Cidades costeiras no Leste dos Estados Unidos situam-se na rota de furacões e estão sujeitas a enchentes provocadas por uma combinação de altas precipitações e elevação do ní-

5. Luna B. Leopold, *Water: A Primer*, San Francisco, W. H. Freeman, 1974, pp. 90-91.

6. William J. Schneider e James E. Goddard, "Extent and Development of Urban Floodplains", *U.S. Geological Survey Circular*, Washington, D.C., U.S. Geological Survey, (601-J): 12, 1973.

7. Ian Burton, Robert W. Kates e Gilbert S. White, *The Environment as Hazard*, Nova Iorque, Oxford University Press, 1978, pp. 13-14.

8. Dunne e Leopold, *op. cit.*, p. 393.

9. *Idem, ibidem*.

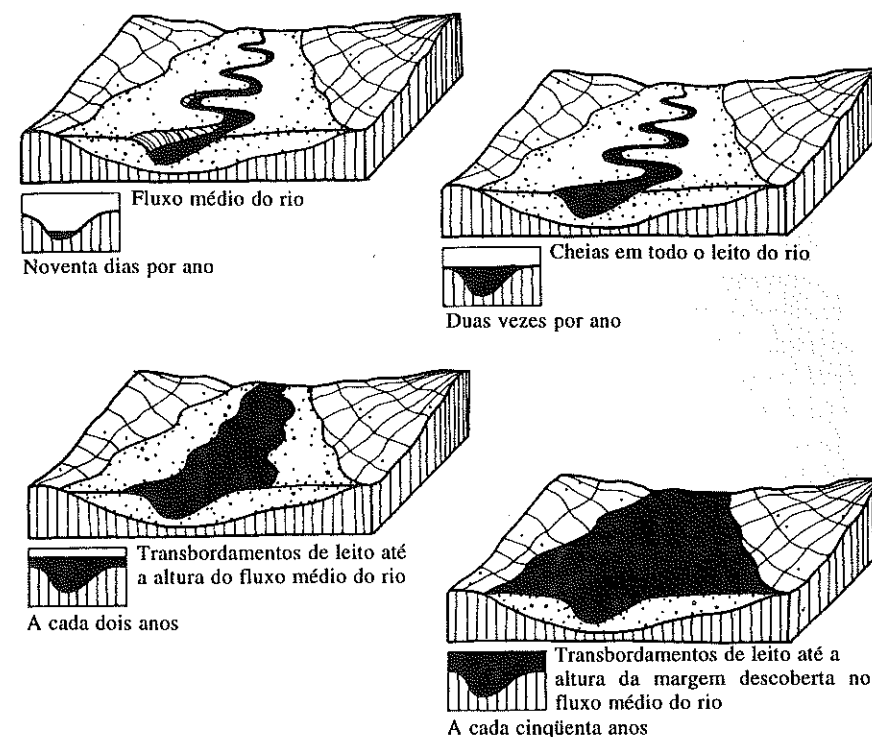


Fig. 6.1. A dinâmica de uma várzea. Os rios transbordam para suas várzeas com uma frequência previsível, e as estruturas construídas nas várzeas correm o risco de destruição.

vel das marés. Os riscos de enchentes na costa oeste dos Estados Unidos são aumentados pela ameaça adicional de tsunamis gerados por terremotos. Cidades em climas áridos e semi-áridos também sofrem ameaças de enchentes; suas várzeas amplas e rasas, relativamente secas a maior parte do ano, podem ser ilusórias. James Michener descreveu o rio South Platte, que flui através de Denver, como "um triste e confuso projeto de rio [...] um fundo de areia, um pensamento tardio e errante, uma irritação inútil, uma frustração, e depois que a gente disse tudo isto, ele subitamente incha, se estica um quilômetro, engole nossas plantações e devasta nossas fazendas"¹⁰. A maior parte do ano, o South Platte consiste em um riacho raso no meio de uma várzea ampla, chata e arenosa, mas pesadas chuvas sazonais convertem o rio numa impetuosa torrente. Em junho de 1965, 355 mm de chuvas caíram sobre partes de Denver no período de algumas horas. As águas subiram rapidamente, transbordaram as ribanceiras e arrastaram entulhos contra as pontes, formando barragens de tal modo que as águas se desviaram, invadindo a ci-

10. James Michener, *Centennial*, Nova Iorque, Fawcett, 1978, p. 65.

dade vizinha. Quando a tempestade passou, a maior parte das pontes de Denver tinham sido destruídas, e as estradas e edifícios, soterrados em toneladas de silte. A enchente foi o pior desastre na história de Denver, ceifando doze vidas e causando prejuízos de 300 milhões de dólares¹¹.

A extensão na qual a várzea é comprimida e ocupada pode agravar os riscos naturais de enchentes numa cidade. A quantidade de várzeas que uma cidade contém e a proporção dessa área que é ocupada variam de cidade para cidade. Oitenta e um por cento de Monroe, na Louisiana, e 40% de Charleston, na Carolina do Sul, estão em áreas de várzeas, enquanto as várzeas compreendem apenas 2,4% de Spokane, em Washington¹². O projeto do sistema de drenagem das grandes chuvas de uma cidade pode também agravar ou diminuir os riscos de enchentes. Quanto mais rápido as águas das chuvas atingem os cursos d'água e rios, maior é a enchente; quanto mais as águas das chuvas são retardadas, mais as enchentes são atenuadas.

O efeito do sistema de drenagem das águas pluviais não se limita ao risco de enchentes; ele também pode aumentar a poluição e o consumo de água. De maneira característica, o sistema de drenagem das águas pluviais agrava a poluição pelo escoamento de cargas de esgoto e de enxurradas após os temporais e pela diminuição do fluxo dos cursos d'água no intervalo entre as chuvas, de tal forma que as descargas das indústrias e das estações de tratamento não são diluídas. As cidades que tiram seu suprimento de água dos rios urbanos devem, então, enfrentar fluxos de água variáveis e uma contaminação crescente. Quando sistemas de esgotos e de águas pluviais são combinados, como nas cidades mais antigas, a quantidade de água das chuvas, após uma precipitação maior, sobrepuja a capacidade das estações de tratamento de esgoto, de forma que tanto a água da chuva como o esgoto não-tratado são lançados diretamente nos corpos d'água. Uma vez que o solo, impermeabilizado pela pavimentação e drenado pelas tubulações, absorve pouca água, o volume de água estocada no solo, da qual as plantas obtêm seu suprimento, é reduzido. A diminuição do nível dos lençóis freáticos é insuficiente para manter os níveis dos cursos d'água entre os aguaceiros e sustentar as plantas durante os períodos de seca.

ÁGUAS POLUÍDAS

O odor desagradável e a aparência das águas nos poços e rios das cidades densamente ocupadas foram uma fonte de preocupação durante séculos. Ainda que, no século IV a.C., Hipócrates tenha alertado que a água poluída

11. Robert M. Searns, "Denver Tames the Unruly Platte: A Ten-Mile River Greenway", *Landscape Architecture*, (70): 82, 1980.

12. Schneider e Goddard, *op. cit.*, p. 5.



Fig. 6.2. "Sopa de Monstros, comumente chamada água do Tâmesa. Uma correta representação desse precioso líquido que nos é distribuído. Microcosmo dedicado à Companhia de Águas de Londres." Cartum de Paul Pry, 1829.

oferecia um sério risco para a saúde, apenas em 1854, quando John Snow, um médico londrino, relacionou a origem de um surto de cólera à simples água de um poço, foi que a ligação entre a água e a doença foi definitivamente estabelecida. Na Londres do século XIII, tanto a Coroa quanto a administração da cidade fizeram repetidas tentativas ineficazes para diminuir a poluição do rio Tâmesa, mas o rio continuou a ser um esgoto a céu aberto (Fig. 6.2)¹³. O Tâmesa era um rio muito poluído em 1855, quando Michael Faraday se queixava, numa carta ao *Times*, de que "todo o rio é um líquido marrom-claro opaco [...] próximo às pontes a imundície desliza em nuvens tão densas que elas são visíveis da superfície"¹⁴. O ano seguinte, 1856, foi o "Ano do Fedor", e lençóis embebidos em desinfetantes foram pendurados no Parlamento para combater o mau cheiro do rio¹⁵. Um século mais tarde, na década de 1950, o Tâmesa era ainda tão poluído que nele não existiam peixes por um trecho de 70 km nas proximidades de Londres¹⁶.

13. John Doxat, *The Living Thames: The Restoration of a Great Tidal River*, Londres, Hutchinson Benham, 1977, p. 32.

14. *Idem*, p. 36.

15. *Idem*, p. 35.

16. Alwyne Wheeler, "Fish in an Urban Environment", em Ian C. Laurie (ed.), *Nature in Cities*, Chichester, Engl., Wiley, 1979, p. 163.

Epidemias recorrentes castigavam cidades norte-americanas e européias do século XIX com uma frequência terrível. Epidemias de cólera atingiram Londres em surtos sucessivos: em 1832, 1848, 1849, 1853 e 1854. O cólera matou 3 500 nova-iorquinos entre junho e outubro de 1832; durante o auge da epidemia, 100 mil pessoas, aproximadamente a metade da população, abandonaram a cidade de Nova Iorque¹⁷. Organismos patogênicos – bactérias, protozoários, vermes, vírus e fungos – são responsáveis por surtos de doenças geradas nas águas. As doenças que causam variam de infecções bacteriológicas potencialmente mortíferas, como cólera e febre tifóide, a parasitas intestinais e doenças de pele. Muitos patógenos atingem as águas através das fezes humanas e animais. Esgotos sanitários inadequadamente tratados e águas pluviais respondem por quase toda a contaminação da água por patógenos. Com a melhoria do sistema de tratamento de esgotos, os organismos patogênicos presentes nas águas das drenagens superficiais assumem uma nova importância, até recentemente pouco reconhecida. A água da drenagem superficial tem a contaminação bacteriológica de um esgoto diluído e, freqüentemente, excede as concentrações consideradas seguras para esportes aquáticos em duas a quatro ordens de grandeza¹⁸. A população canina das cidades contribui com uma enorme quantidade de esgoto não-tratado nas águas pluviais. As águas próximas aos bueiros e saídas de esgotos sanitários apresentam as maiores taxas de concentração de elementos patogênicos, e são mais contaminadas imediatamente após um temporal.

O espectro de epidemias e doenças causadas pelas águas que perseguia as cidades no passado parece ter sido enterrado, no século XX, pelos sistemas de tratamento de esgotos e pela cloração das águas de abastecimento público, mas novos venenos ameaçam agora a água de beber. O impacto do cólera e da febre tifóide era sentido da noite para o dia, e sua causa, uma vez reconhecida, era rapidamente erradicada. Em contrapartida, os efeitos dos novos venenos são graduais e cumulativos. As doenças que geram e as mudanças genéticas que precipitam não se tornam plenamente evidentes durante anos, a tal ponto que não podem ser rapidamente removidas do ambiente. Para complicar mais as coisas, muitos desses poluentes têm efeitos sinérgicos que aumentam sua toxicidade; alguns combinam com o cloro para produzir novos compostos tóxicos¹⁹.

A Secretaria de Proteção Ambiental dos Estados Unidos identificou 129 “poluentes tóxicos principais”, incluindo metais pesados, pesticidas e tóxicos orgânicos. Muitos são venenosos mesmo em concentrações extremamente pe-

17. Nelson M. Blake, *Water for the Cities: A History of the Urban Water Supply Problem in the United States*, Syracuse, N. Y., Syracuse University Press, 1956, p. 132.

18. Richard Field e John A. Lager, *Countermeasures for Pollution from Overflows: The State-of-the-Art*, Cincinnati, U.S. Environmental Protection Agency, 1974, p. 3.

19. U. S. Council on Environmental Quality, *Environmental Quality – The Ninth Annual Report of the Council on Environmental Quality*, Washington, D.C., U. S. Government Printing Office, 1978, p. 139.

quenas e, em pequenas quantidades, por um longo período de tempo, podem causar danos neurológicos, câncer, abortos e defeitos genéticos. Concentrações extremamente baixas, mas danosas, de metais pesados, pesticidas e produtos químicos orgânicos são freqüentemente difíceis de ser detectadas e removidas da água²⁰. A existência de tantos elementos tóxicos também complica tanto sua medida quanto o seu impacto. Elementos químicos tóxicos são uma seqüela dos processos industriais modernos, das práticas agrícolas e do consumo de combustível. Poluentes tóxicos atingem os cursos d'água, rios e lagos em descargas industriais, no escoamento das águas urbanas e na precipitação da poeira urbana; eles se infiltram nos lençóis freáticos vindos de aterros sanitários, de áreas de deposição de resíduos tóxicos e de vazamentos químicos. Um estudo sobre a qualidade da água superficial feito em 1967 pela Secretaria de Proteção Ambiental dos Estados Unidos demonstrou que os metais pesados e os poluentes orgânicos sintéticos são um problema significativo e comum em águas próximas às áreas industriais²¹. Enquanto a indústria processa o lixo com mais eficiência, a drenagem das águas das cidades vem se tornando a principal fonte de poluentes tóxicos. Cada precipitação mais significativa de chuvas carrega a sujeira e dejetos das ruas da cidade para os sistemas de águas pluviais, e com eles os metais pesados e outros materiais tóxicos, óleo e graxa.

A turvação e as temperaturas mais elevadas, o aumento de sais nutrientes e a perda do oxigênio dissolvido degradam a qualidade da água nos rios, córregos e lagos urbanos. Esses fatores têm efeitos menos graves na saúde humana do que os elementos patogênicos e tóxicos, mas afetam drasticamente a vida aquática e podem produzir uma água suja, malcheirosa e com gosto estranho. Os rios urbanos são turvos; os sedimentos suspensos no escoamento das águas superficiais são a fonte principal da turbidez, mas os elementos sólidos dos esgotos domésticos e das descargas industriais são também fatores importantes. Quando nutrientes como o nitrogênio e o fósforo atingem rios e lagos em grandes quantidades, provocam uma explosão de algas, que entopem os cursos d'água com plantas vivas e em putrefação. Durante a putrefação, as plantas consomem o oxigênio dissolvido e produzem um odor desagradável. Os peixes e muitas plantas aquáticas requerem oxigênio, e as espécies mais sensíveis morrem com a diminuição do oxigênio dissolvido. A falta de oxigênio foi a causa principal da falta de vida no rio Tâmsa nos anos 50. Os nutrientes penetram nas águas de superfície através dos esgotos e da drenagem que contém excrementos de animais e fertilizantes.

O caráter e gravidade do problema de poluição das águas varia de cidade para cidade. As principais indústrias de uma cidade, o grau e o tipo de poluição atmosférica, a natureza de seus sistemas de tratamento de esgotos e de drena-

20. *Idem*, p. 131.

21. *Idem*, p. 134.

gem das águas pluviais e a existência de indústria, agricultura ou outras cidades rio acima, tudo isso determina qual dos poluentes constitui um problema. As cidades mais prejudicadas são aquelas que, como Nova Orleans, estão localizadas próximo à foz de grandes rios, a jusante de milhões de fontes de poluição. O destino do suprimento de água de Nova Orleans está além do controle da cidade.

Em 1977, o Conselho de Qualidade Ambiental estudou os registros da qualidade da água em 159 cidades fornecidos pela Secretaria de Proteção Ambiental. A média de concentração de bactérias excedia níveis considerados seguros para a água potável em um quarto das amostras²². Em Filadélfia, Charlotte, Roanoke, Omaha e Denver, as bactérias excediam os níveis de segurança, em mais de 90% dos casos²³. As cidades que tiravam sua água de lagos e rios poluídos com taxas tão elevadas de contaminação bacteriana estavam às voltas com um dilema cada vez mais difícil. De um lado, a água precisa ser tratada com cloro para prevenir a disseminação de doenças epidêmicas; de outro lado, o cloro reage a alguns poluentes orgânicos para produzir novos compostos cancerígenos. O mercúrio é um problema nas doze principais bacias hidrográficas dos Estados Unidos estudadas pela Secretaria de Proteção Ambiental em 1977; em mais de três quartos das estações de medição, as concentrações excediam os critérios de qualidade da água, com valores médios oito a quarenta vezes acima dos padrões determinados pela Secretaria de Proteção Ambiental para a proteção da vida aquática²⁴. As concentrações de cádmio e selênio também excediam os critérios propostos pela Secretaria de Proteção Ambiental para a qualidade da água em no mínimo 10% de todas as amostras²⁵.

O clima regional e os padrões de precipitação das chuvas numa cidade, suas condições geológicas, a característica de circulação das águas em seus rios, córregos, lagos, lagoas e pântanos, os tipos de usos do solo que ocupam as áreas sujeitas a inundação, o padrão do seu sistema de drenagem de esgotos e sua forma urbana – todos esses fatores são importantes; são eles que determinam onde, quando e como os poluentes das águas são concentrados ou diluídos. Os lagos podem ser mais suscetíveis à poluição do que os rios. A água no rio flui constantemente em direção à foz; a circulação das águas nos lagos é mais complexa. O tempo de circulação, tempo que a água de um lago leva para ser completamente repostada, varia com o tamanho da bacia de drenagem do lago, o volume de chuvas que recebe e a profundidade e a área da superfície do lago. O tempo de circulação determina a suscetibilidade de um lago ou uma lagoa à poluição. Quanto maior for o tempo de circulação, mais suscetível

22. U.S. Council on Environmental Quality, *Environmental Quality – The Eighth Annual Report of the Council on Environmental Quality*, Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, 1977, p. 255.

23. U.S. Council on Environmental Quality, *Environmental Quality – The Tenth Annual Report on the Council on Environmental Quality*, Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, 1979, pp. 90-91.

24. U.S. Council on Environmental Quality, *Ninth Annual Report*, p. 134.

25. *Idem*, p. 135.

vel será o lago à contaminação, e mais difícil a sua recuperação. Portos e marinas urbanas, seja em lagos ou em rios, são protegidos contra a ação das ondas e das correntezas, tendo uma reduzida circulação de água; dessa forma, como os pequenos lagos e lagoas, são altamente sensíveis à poluição. O lixo e outros poluentes acumulam-se nas depressões e canais que recebem pouco fluxo.

Apesar de os lagos e rios serem geralmente mais contaminados que as águas do subsolo, exibem a poluição mais rapidamente e respondem mais depressa às intervenções. A qualidade da água do subsolo é menos facilmente monitorada que a água da superfície. A poluição pode se manter não-detectada até que atinja um poço, quando a fonte de contaminação é difícil de ser localizada. A água move-se muito vagarosamente através do solo, e abandonar o poço pode ser a única alternativa quando este se torna contaminado. Percolação de esgotos, depósitos de lixo industrial tóxico, lixívia de aterros sanitários, sal de degelos das ruas, fertilizantes e pesticidas, vazamentos de tanques de armazenagem de produtos químicos e a penetração da água do mar ou de solos salinos estão poluindo cada vez mais os lençóis freáticos. A poluição das águas subterrâneas por resíduos tóxicos ameaça atualmente os suprimentos de água pública de Tampa, Flórida, e Atlantic City, Nova Jersey, um reservatório em King of Prussia, Pensilvânia, que abastece com água potável 800 mil pessoas, e os suprimentos de água de inúmeras outras comunidades, muitos dos quais nem foram ainda documentados²⁶.

A ESCASSEZ DOS MANANCIAS

Sem água, uma cidade não pode sobreviver. As disputas sobre o direito às águas foram dos mais violentos e amargos conflitos do oeste americano. Hoje, cidades separadas por um terço de continente, Denver e Los Angeles, disputam o uso da mesma água das montanhas Rochosas. Em uma década, muitas cidades enfrentarão uma grande crise de água.

A combinação de contaminação e diminuição das águas subterrâneas sempre ameaçou os mananciais das cidades. Fossas e cemitérios contaminavam poços, e lixos e esgotos poluíam rios e lagos. Até o século XX, Chicago despejava seu esgoto no lago Michigan e dele tirava sua água. Em 1891, a febre tifóide levou 2 mil vidas, numa taxa de 173 mortes em cada 100 mil cidadãos. Chicago diminuiu essa taxa de mortalidade em aproximadamente 90% ao desviar seus esgotos do lago Michigan²⁷. A construção do canal de drenagem de Chicago em 1900 inverteu o fluxo do rio Chicago, fazendo o esgoto fluir para o rio Mississípi. Isso provou ser uma solução ótima para Chicago,

26. Samuel S. Epstein, Lester O. Brown e Carl Pope, *Hazardous Waste in America*, San Francisco, Sierra Club Books, 1982, pp. 441-445.

27. Blake, *op. cit.*, p. 262.

mas criou novos problemas para outras cidades a jusante dos rios Des Plaines, Illinois, e do Mississípi. Outras cidades, como Boston e Nova Iorque, tinham optado anteriormente por abandonar os poços locais e importar água de reservatórios distantes.

A alteração na hidrologia de uma cidade pela pavimentação e por esgotos, e seu efeito tanto na oferta de água quanto na qualidade das águas já tinham sido reconhecidos bem antes do século XX. Benjamin Franklin deixou um legado a Filadélfia, recomendando que ele fosse usado para garantir um suprimento público de água. Seu testamento, lido em Filadélfia em 1790, declarava:

E tendo considerado que a cobertura do solo da cidade com edificações e pavimentações, que catreia a maior parte da água das chuvas, e evita sua penetração na terra e a renovação e purificação das fontes, motivo pelo qual a água dos poços deve se tornar cada vez pior, sendo desse modo imprópria para o uso, como acho que aconteceu em todas as cidades antigas, recomendo que, ao fim dos primeiros cem anos, se não for feito antes, a corporação da cidade empregue uma parte das 100 mil libras para trazer, por tubulações, a água do córrego Wissahickon até a cidade, e desta forma possa suprir seus moradores [...]»²⁸.

A profecia de Franklin, a respeito da poluição dos poços urbanos confirmou-se em Brooklyn, Nova Iorque. Desde sua fundação até 1947, Brooklyn dependia da água de poços. Para evitar a contaminação por fossas, os poços eram cavados a profundidades cada vez maiores. Em 1936, acompanhando a instalação de redes de esgotos e a pavimentação das ruas, seguidas de um crescente bombeamento, o nível da água desceu mais de 10,5 m abaixo do nível do mar²⁹. A contaminação pela água salobra que resultou daí levou ao abandono de virtualmente todos os poços, por volta de 1947. Com a suspensão do bombeamento, o nível das águas voltou gradualmente a subir, inundando porões e túneis, construídos quando o nível da água estava mais baixo, e causando centenas de milhares de dólares de prejuízos. Brooklyn, como muitas comunidades suburbanas cujos poços se tornaram contaminados, ligou-se ao sistema de abastecimento de água metropolitano, aumentando ainda mais a demanda por fontes de água distantes. O problema repetiu-se no restante da moderna Long Island, completamente dependente da água subterrânea, cujos poços são continuamente ameaçados pela contaminação e pela invasão da água do mar.

Aproximadamente três quartos de todas as cidades americanas obtêm seu suprimento de águas em fontes subterrâneas, e três das 35 maiores dependem das águas subterrâneas apenas – Miami, San Antonio e Memphis. Das 32 restantes, quinze tiram água dos Grandes Lagos ou de grandes rios, e doze, de uma combinação de fontes, freqüentemente importando água de grandes

28. Citado em Blake, *op. cit.*, p. 4.

29. David Leveson, *Geology and the Urban Environment*, Nova Iorque, Oxford University Press, 1980, p. 65.

distâncias³⁰. Cada cidade não apenas compete com outras cidades, mas também com as indústrias locais para obter sua própria água. A oferta nunca conseguiu acompanhar a demanda. As cidades precisam constantemente procurar mais além a água apropriada. As cidades que a retiram de um reservatório vasto e não-contaminado de água subterrânea ou de um grande rio ou lago são exceções. A maior parte das águas da cidade de Nova Iorque vem das montanhas Catskill, a mais de 160 km; a água de Boston vem do vale Quabbin no centro de Massachusetts, 100 km além; e Los Angeles capta parte de sua água do rio Colorado, com sua fonte na vertente oeste das montanhas Rochosas, a mais de 900 km. Com seu crescimento, centros rurais e suburbanos obscurecem as fronteiras entre as cidades, e com a perda de poder político da cidade central, estas encontram mais dificuldade em apropriar-se de mananciais distantes.

Ao mesmo tempo que os suprimentos de água urbanos são ameaçados por contaminação e desperdício, a água é esbanjada. Os americanos sempre tiveram um consumo de água *per capita* maior do que os europeus. A média de consumo *per capita* em Londres, Berlim e outras sete cidades européias era de apenas 150 litros por dia antes da Segunda Guerra Mundial. Durante o mesmo período, o consumo diário médio em dez cidades americanas era de cerca de 600 litros, ou quatro vezes mais³¹. Em 1975, o uso *per capita* de água nos Estados Unidos atingiu a marca de 640 litros por dia³². O americano médio consome 70 a 300 litros de água por dia em casa. Isso significa aproximadamente 24 litros para dar uma descarga numa privada, 70 a 114 litros para um banho e 70 a 115 litros para fazer funcionar a máquina de lavar. Uma torneira de pia vazando um pingo por segundo gasta 15 litros por dia. Irrigar um jardim de 750 m² requer 300 litros por dia num clima úmido e 1 900 litros por dia num clima árido³³.

Água potável não-contaminada é um recurso que está diminuindo. Usar água potável para descarga em privadas e irrigar gramados é um desperdício escandaloso. A crescente demanda industrial por água, a invenção de eletrodomésticos como máquina de lavar e a popularidade da paisagem pastoral, que requer uma irrigação extensiva, tudo isso contribui para o uso cada vez maior de água. Na média, o uso doméstico da água é responsável por aproximadamente um terço da água retirada dos sistemas de abastecimento municipais. A indústria utiliza a água principalmente para resfriamento e responde por mais de um terço da demanda de água, na média, mas pode representar uma proporção muito maior em algumas cidades. O uso público e comercial de água e a perda de água através de vazamentos em canalizações subterrâneas respondem pelo restante. A quantidade de água perdida por vazamentos

30. *Idem*, p. 44.

31. Blake, *op. cit.*, pp. 271-272.

32. Leveson, *op. cit.*, p. 43.

33. *Idem, ibidem*.

é provavelmente igual à soma de toda a água de uso público: para uso em incêndios, limpeza de ruas, irrigação de parques e água para edifícios públicos, piscinas e fontes³⁴.

Juntos, a escassez, a contaminação dos mananciais de águas e as enchentes representam as mais significativas ameaças à saúde e à segurança dos habitantes das cidades. A água compreende cerca de três quartos do nosso corpo. Nenhum outro recurso afeta a saúde de cada cidadão de forma tão íntima e continuada. Ainda assim, as cidades continuam a operar, como têm feito através da história, com sistemas de abastecimento marginais. As cidades reagem a cada crise de abastecimento de água com soluções limitadas, que tratam das necessidades imediatas pelo mais baixo custo, mas ignoram a necessidade de promover a conservação da água e de revisar os sistemas caros e obsoletos de distribuição, de armazenamento e de captação de água. Mesmo quando uma cidade sofre falta de água, a água das chuvas não consegue penetrar no solo, mas é rapidamente desviada pelo sistema de escoamento. Os parques são construídos com mais pavimentação e menos árvores, permitindo que uma quantidade menor de água se infiltre no solo. Sistemas de drenagem carregam as águas das chuvas dos parques, e aspersores então irrigam as plantas. Prolifera uma estética de plantio de árvores e gramados que demandam água nos parques das cidades em climas áridos e semi-áridos, pressionando ainda mais o medíocre sistema de abastecimento de água e poluindo-o com fertilizantes, pesticidas e herbicidas.

Os metais pesados tóxicos e os compostos químicos orgânicos representam a maior ameaça proveniente da água à saúde, desde as epidemias das doenças infecciosas dos séculos XVIII e XIX. Depósitos de lixo e indústrias são localizados em áreas de recarga de água, e contaminantes infiltram-se nas águas subterrâneas. Os sistemas de escoamento das águas pluviais distribuem seu complemento de elementos tóxicos à água de superfície.

À medida que novos empreendimentos se localizam nas cabeceiras, e habitações e indústrias ocupam e restringem as várzeas, aumentam a magnitude das enchentes e os danos que elas infligem. As cidades devem administrar seus recursos hídricos com mais inteligência. Está em risco sua própria sobrevivência.

34. *Idem*, p. 44.

CONTROLE E RECUPERAÇÃO DAS ÁGUAS

A água é uma fonte de vida, energia, conforto e prazer, um símbolo universal de purificação e renovação. Como um ímã primordial, atrai uma parte primitiva e bastante profunda da natureza humana. Mais do que qualquer outro elemento além das árvores e dos jardins, tem o potencial de forjar um elo emocional entre o homem e a natureza na cidade. A água é um elemento de qualidades surpreendentes. É um líquido, um gás ou um sólido. Absorve e transforma a energia. Transporta outros elementos em suspensão ou em solução, moldando a paisagem e nutrindo a vida. Permeia o ambiente terrestre — ar, terra e todos os organismos vivos. Pura, no lugar certo e no tempo certo, a água é um recurso essencial; contaminada e no lugar e tempo errados, é uma ameaça à vida.

A abundância de água potável é uma preocupação crucial para todas as cidades. A essa preocupação devemos alguns dos maiores monumentos arquitetônicos da história da humanidade e algumas das mais impressionantes obras de engenharia: os aquedutos de Roma e Nîmes e os *qanâts* da Pérsia. Onze aquedutos, trazendo a água de uma distância de 16 a 95 km, supriam a Roma imperial com aproximadamente 133 milhões de litros de água por dia¹. Os aquedutos levavam água aos reservatórios, dos quais era distribuída para toda a cidade. Plínio descreveu este feito como uma das maiores conquistas da civilização romana:

1. Alexander Purves Gest, *Engineering*, Nova Iorque, Longmans, Green and Co., 1930, p. 100.

Mas se alguém notar a abundância da água habilidosamente trazida à cidade, para uso público, banhos, chafarizes, casas, riachos, jardins suburbanos e *villas*; se você notar os altos aquedutos necessários para propiciarem a elevação necessária; as montanhas que tiveram que ser cortadas pela mesma razão, e os vales que foram necessários aterrar, concluirá que, no mundo terreno todo, não existe nada mais maravilhoso².

A disponibilidade de água não apenas determinou a localização das cidades antigas, mas também a colocação dos edifícios em seu interior. Há mais de 3 mil anos, os persas construíram os primeiros *qanāts* – túneis de muitos quilômetros de comprimento e a mais de 90 m de profundidade – para trazer a água das encostas das montanhas para as cidades nos confins do deserto. A inclinação hidráulica era uma medida de *status*. As casas e os campos dos mais ricos eram construídos no alto das colinas e recebiam a água primeiro. Eles a usavam e a passavam adiante. Os pobres, cujas casas e campos ficavam nas altitudes mais baixas, recebiam a água por último. Canais feitos de pedra, com desenho similar aos de seus antigos predecessores, abastecem com água muitas cidades iranianas, atualmente. Os bairros residenciais mais ricos ficam ainda em lugares mais elevados, e os bairros mais pobres, em locais mais baixos.

Aristóteles reconhecia que um amplo suprimento de água era essencial tanto à segurança militar quanto à saúde:

Deve haver uma abundância natural de nascentes e fontes nas cidades ou, se ela for escassa, grandes reservatórios podem ser criados para a coleta da água da chuva; estes não falharão quando os habitantes forem isolados da região por uma guerra [...] pois os elementos que mais usamos e com mais frequência para o sustento do corpo são os que mais contribuem para a saúde, e entre eles estão a água e o ar³.

As civilizações urbanas enfrentaram por muito tempo problemas de abastecimento e uso das águas, disposição dos esgotos, drenagem das águas pluviais e prevenção das enchentes. Juntos, eles provavelmente receberam mais atenção através da história do que qualquer outro problema urbano. Não há falta de modelos de soluções bem-sucedidas para esses problemas. Culturas urbanas que surgiram nos climas áridos e semi-áridos da Pérsia e do Mediterrâneo desenvolveram uma arte da paisagem que conserva e ao mesmo tempo exibe a água. Cidades como Denver, no Colorado, que recuperou seus rios para recreação e ao mesmo tempo implementou um sistema de medição da qualidade da água e de prevenção das enchentes, ilustram os muitos benefícios econômicos e sociais gerados por tais projetos. As cidades que exploram o potencial de armazenamento das cheias e do tratamento das águas dos terrenos alagadiços demonstram como parques e áreas verdes podem servir a vários usos. Muitos desses modelos, contudo, consistem em soluções para um único aspecto do problema da água: tanto a drenagem das águas pluviais

2. Plínio, o Velho, *História Natural*, XXXVI, 15, 24, 123.

3. Aristóteles, *Política*, Livro VII, cap. 11.

como o controle das enchentes, o tratamento do esgoto ou a conservação e suprimento de água. O abrangente e natural sistema de drenagem das águas em Woodlands, no Texas, uma cidade nova, 48 km ao norte de Houston, exemplifica as vantagens de considerar, num único esquema, a drenagem das águas pluviais, o controle das enchentes, a qualidade das águas e a sua conservação. Seja qual for a escala – de um projeto de uma vala de drenagem ou de uma fonte até um plano para toda uma região metropolitana –, a chave para alcançar soluções eficientes, efetivas e econômicas é uma compreensão das várias maneiras como as águas se movem através da cidade.

A ÁGUA EM MOVIMENTO

“Todos os rios correm para o mar, e no entanto o mar nunca transborda; para o lugar aonde os rios vão, para lá eles tornam a ir”⁴. O ciclo hidrológico é um grande processo pelo qual a chuva cai na terra, é absorvida pelo solo e pelas plantas que nele crescem e corre para os cursos d’água e oceanos, então se evapora, retornando uma vez mais para o ar. O poder do sol e a força da gravidade dirigem o ciclo hidrológico. O modo como a água se move através do ciclo hidrológico determina a distribuição dos mananciais de água, a ocorrência das enchentes e o destino dos contaminantes dispostos no ar, na água ou na terra.

Apenas uma fração da chuva que cai nas matas rurais e nos campos corre rapidamente para os córregos, rios e lagos. As folhas interceptam uma parte da chuva, e o solo absorve a maior parte da água remanescente. Da água que é absorvida pelo solo, uma parte é retirada pelas plantas, retornando posteriormente à atmosfera através da evapotranspiração, outra parte se evapora diretamente da superfície do solo, enquanto a água remanescente se move lentamente através do solo como lençol freático. O lençol freático pode finalmente cortar a superfície do solo, nas nascentes de fontes e leitos de rios ou permanecer bem abaixo da superfície, em grandes reservatórios subterrâneos ou aquíferos (ver Fig. 7.10). Apenas nas encostas íngremes, na rocha lisa, no gelo, ou quando o solo está saturado, a água escorre pela superfície do solo. A grande capacidade do solo, e dos microrganismos em seu interior, de absorver a água e de filtrá-la, e de usar os elementos em suspensão ou dissolvidos na água previne as enchentes, assegura a qualidade da água e conserva e recupera os mananciais.

Os tradicionais sistemas de drenagem de águas pluviais nas cidades interrompem essa parte do ciclo hidrológico, com resultados desastrosos. Algumas cidades fizeram tentativas de restabelecer o elo nesse ciclo retendo as

4. Eclesiastes, 1:7.

águas pluviais e permitindo que elas se infiltrem no solo; outras simplesmente barram essas águas, até que os perigos de enchentes passem, e elas possam ser tratadas ou liberadas com segurança.

Algumas fontes de poluição das águas – fábricas, estações de tratamento de esgotos, erosão de áreas em canteiros de obras, despejos de águas pluviais e a precipitação do material particulado do ar – podem ser apontadas com precisão na descarga de alguma tubulação ou vala específica; outras são mais difusas. Fontes “pontuais” são rapidamente monitoradas e controladas. Pode-se identificar e medir uma descarga específica de poluentes, dar a localização precisa de onde ela atinge a água e, dados a profundidade, o tamanho do corpo d’água e o padrão de circulação em seu interior, predizer o padrão provável de sua distribuição. Novas fontes “pontuais”, como indústrias ou estações de tratamento, podem ser localizadas em áreas com adequada circulação de água, distantes das praias de banhistas.

Uma vez que um número cada vez maior de indústrias e municípios se conformam aos padrões hídricos federais nos Estados Unidos, fontes “não-pontuais”, como a poluição atmosférica e o escoamento das águas pluviais, tendem a se tornar problemas de poluição hídrica mais críticos. As fontes não-pontuais são extremamente difíceis de ser controladas, a não ser pela coleta e tratamento de toda a água das chuvas. As estratégias de prevenção de enchentes que envolvem a retenção ou o represamento das águas pluviais prevêm um benefício para a qualidade da água, pois a maior parte dos sólidos em suspensão sedimentam-se na água parada, e muitos dos nutrientes, óleo e graxa são filtrados através da passagem da água pelo solo.

O ARMAZENAMENTO DAS ÁGUAS DAS ENCHENTES

As últimas décadas presenciaram uma profusão de abordagens inovadoras e significativas do controle das enchentes nas cidades norte-americanas. Telhados, praças, estacionamentos e parques foram projetados para armazenar as águas das grandes chuvas, e bosques e várzeas nas cabeceiras foram preservadas por sua capacidade natural de armazenamento das águas, reduzindo deste modo as enchentes e os custos dos sistemas de drenagem e, em alguns casos, permitindo o tratamento das águas pluviais. Isso tem sido alcançado, geralmente, com pequeno ou nenhum custo extra de construção, com uma inconveniência mínima, e tem resultado na conquista de novas áreas de lazer. A chave para prevenir as enchentes e minimizar a destruição que provocam está numa estratégia dupla de estocar as águas pluviais até o pico das precipitações e eliminar os obstáculos às águas nas várzeas. Esses princípios aplicam-se tanto ao projeto da cobertura de um edifício, que armazene e retenha a água das chuvas, como ao planejamento de grandes áreas de várzeas não-urbanizadas como um parque que absorva e mantenha a água no solo e nas

plantas; tanto ao projeto de uma passarela de pedestres de modo a não barrar detritos das águas das enchentes como no estabelecimento de usos dos solos e de normas de construção nas várzeas.

O armazenamento da água das cheias e o lazer são compatíveis nos grandes parques urbanos. Parques que exploram a capacidade natural do armazenamento da água das cheias das várzeas desenvolvem as margens para espaços públicos. A recente profusão de parques urbanos que servem a múltiplos usos de controle das enchentes, melhoria da qualidade das águas e recreação não apenas reflete uma nova idéia, porém, mais que isso, a redescoberta de velhas soluções. Muitos parques do século XIX e do início do século XX, agora valorizados pelo acesso a rios urbanos e lagos, foram originalmente projetados como controladores de enchentes e sistemas de tratamento de águas.

Arquitetos paisagistas e historiadores urbanos consideram o sistema de parques de Boston conhecido como Emerald Necklace como um marco no planejamento de parques americanos, mas poucos sabem que um terço do sistema foi projetado para o controle das enchentes e melhoria da qualidade das águas e não fundamentalmente para a recreação. O projetista Frederick Law Olmsted criou o Fens e o Riverway para combater os problemas de enchentes e de poluição das várzeas da Back Bay de Boston; a recreação pública foi um benefício incidental, e o próprio Olmsted objetava ao uso da palavra “parque” para o Fens, pois não o considerava um lugar apropriado a qualquer tipo de recreação além de caminhadas e passeios ao longo da margem do pântano. A declaração impressa no mapa de Olmsted, de 1881, “Plano Geral para a Melhoria Sanitária do Rio Muddy”, declara este intento:

O propósito original do esquema aqui exposto é diminuir os transtornos existentes, evitar perigos ameaçadores e proporcionar um projeto permanente, salutar e gracioso para a drenagem do vale do rio Muddy. Isto deverá ser alcançado principalmente pela terraplanagem, estreitamento e aprofundamento do canal e dos lagos existentes e pela exclusão das marés e dos esgotos. O propósito secundário é a utilização dos aterros requeridos pelo desígnio acima para completar o passeio aqui exposto, do qual o Common, o Public Garden e a Commonwealth Avenue formariam cerca de um terço, já concluído e em uso, e a Back Bay, agora semiconcluída, e em andamento, outro terço [...]⁵.

Até recentemente, os historiadores admiravam o sistema de parque de Boston, de Olmsted, principalmente por sua conexão entre a área central da cidade com os subúrbios, numa série de parques e bulevares de ligação, esquecendo o propósito de melhoria da qualidade das águas e de controle das enchentes ao qual partes do sistema serviam originalmente. Olmsted projetou o Fens como uma depressão de formato irregular, moldada a partir dos baixios de maré (ver Fig. 7.1). A configuração e o tamanho da bacia de 12 ha permitiram que a quantidade de água dobrasse, com uma elevação do nível da

5. Frederick Law Olmsted, *General Plan for the Sanitary Improvement of the Muddy River*, 1881.

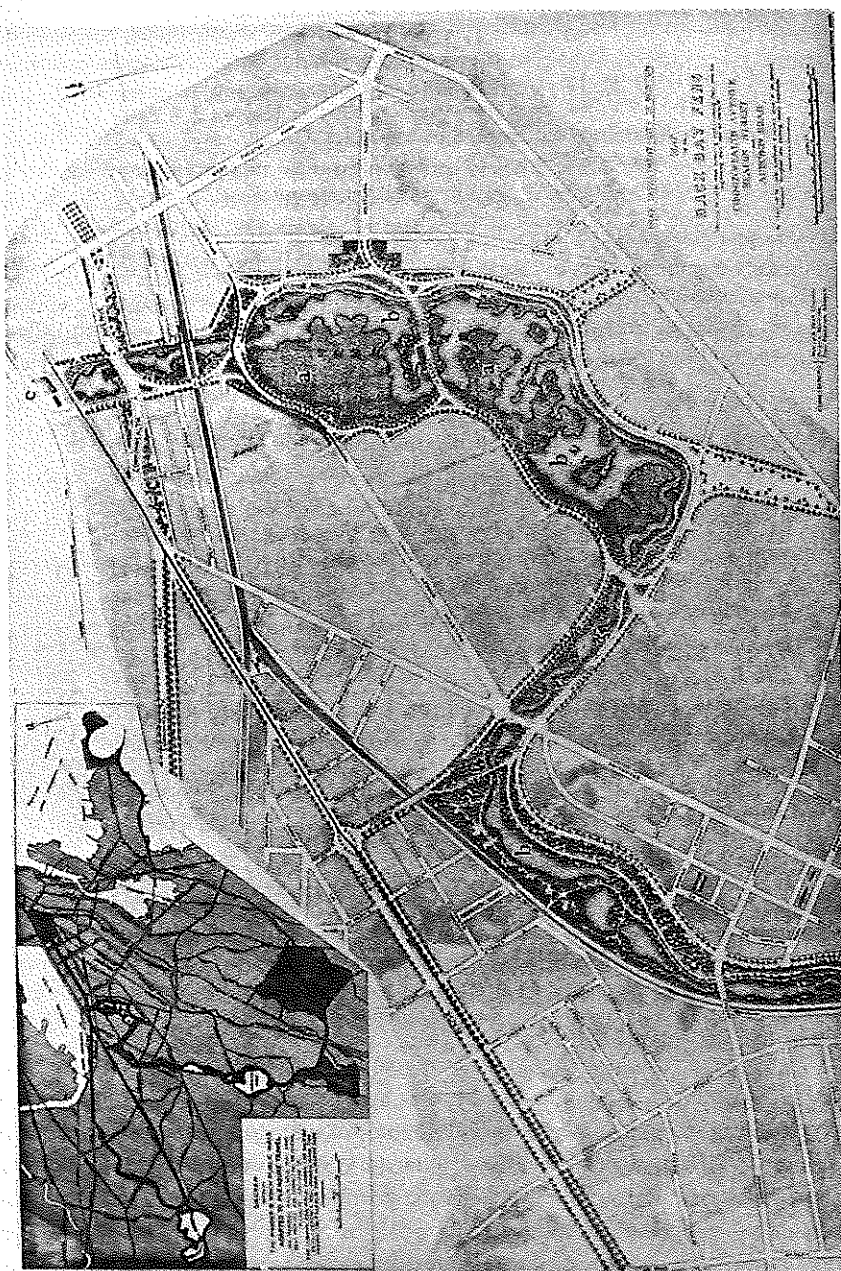


Fig. 7.1. Plano para o Fens, Boston, 1877, mostrando as bacias de retenção (a) e os canais dragados do rio (b) projetados para prevenir a inundação das áreas vizinhas, e a comporta de maré (c), para prevenir a estagnação da água. Os projetos modernos e "inovadores" em Chicago e Denver baseiam-se em alguns dos mesmos princípios.

água de apenas poucos centímetros; durante as enchentes 8 ha adicionais poderiam ser cobertos pela água. Ribanceiras com declive suave e margens com contorno irregular reduziam as ondas. Uma comporta na entrada do rio Charles controlava os fluxos das marés para prevenir as enchentes e melhorar o fluxo das águas da bacia. Parte do plano de Olmsted era a recuperação do antigo pântano de água salobra; ele colocou nas margens da bacia plantas que pudessem resistir à salinidade da água e tolerar as mudanças do nível das águas. Olmsted sentiu que a justaposição do mangue e da cidade

seria nova, certamente, em espaços urbanos tratados, e que poderia haver um questionamento momentâneo da propriedade e dignidade dessa ação [...] mas [ela] é um desenvolvimento direto das condições originais do local como adaptação às necessidades de uma densa comunidade urbana. Visto desta maneira, será reconhecido como natural, no sentido artístico da palavra, e possivelmente sugerirá um modesto sentimento poético mais gratificante às mentes cidadãs do que um elegante trabalho de ajardinamento poderia produzir⁶.

Partes do Fens foram plantadas em 1884 e, em dez anos, tinham a aparência de uma paisagem que sempre houvesse estado ali. O rápido sucesso deve-se em grande parte à quantidade e diversidade da vegetação plantada: mais de 100 mil arbustos, trepadeiras e flores numa área de 1 ha⁷.

O rio Muddy flui através do Fens, sendo seu atual alinhamento e forma uma criação artificial do século XIX. As margens do rio Muddy foram reniveladas, ladeadas por alamedas, cruzadas por pontes para pedestres e veículos, e plantadas com gramíneas, arbustos e árvores para formar o Riverway (ver Fig. 7.2). Como o Fens, em algumas poucas décadas de sua implantação, o Riverway tomou a aparência de uma várzea natural que penetra na cidade (Fig. 7.3). Abaixo do nível da rua, com margens arborizadas e íngremes entre o nível da rua acima e a trilha abaixo, ele é ainda um refúgio no meio da Boston moderna. O rio Muddy sobrevive mais intacto do que o Fens. Depois que a barragem do rio Charles foi construída, no início do século XX, o pântano salobre declinou, o Fens perdeu a ajuda das marés na circulação das águas e ultimamente tornou-se uma área de aterro para o metrô e outros projetos.

Chicago, construída numa planície apenas um pouco acima do nível do lago Michigan, tem sido, através de sua história, castigada por problemas de drenagem e de inundação e tem respondido com soluções engenhosas. Em meados do século passado, Chicago elevou em 3,5 m o nível de suas ruas, suspendeu os prédios existentes e instalou um novo sistema de drenagem das águas pluviais. Depois que 12% da população da cidade morreram, em 1885, de cólera, tifo e disenteria, contraídos num manancial de água contaminada, Chicago estabeleceu um órgão regional autônomo, o Distrito Sanitário Metro-

6. Frederick Law Olmsted, citado em Cynthia Zaitzevsky, *Frederick Law Olmsted and the Boston Park System*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, Belknap Press, 1982, p. 57.

7. *Idem*, p. 188.



Fig. 7.2. O Riverway, Boston, cerca de 1892, mostra as margens niveladas prontas para o plantio. À direita, uma elevação separa o parque da recém-instalada linha de bonde.

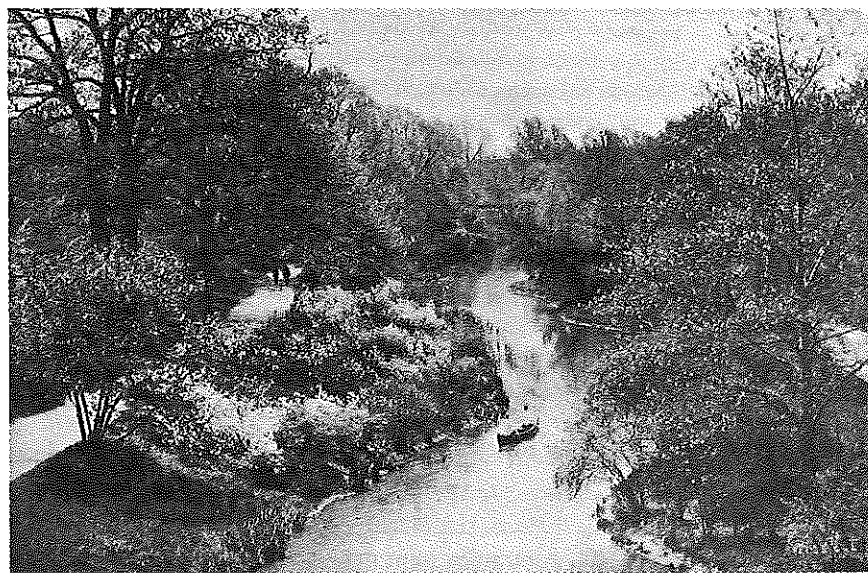


Fig. 7.3. Tendo o Riverway, aproximadamente trinta anos após sua implantação, atingido uma aparência totalmente “natural”, a linha de bonde está agora escondida atrás do morro e da vegetação.

politano da Grande Chicago. Por aproximadamente um século, esta organização coordenou o sistema de controle das enchentes, o sistema de drenagem e o tratamento de esgotos. Chicago tem um sistema combinado de águas pluviais e de esgotos e usa bacias de contenção das águas pluviais, localizadas em várzeas por toda a cidade, para armazenar as águas das chuvas antes que elas atinjam os esgotos, junto com um extenso sistema de profundos túneis para estocar o transbordamento do sistema de esgotos, antes que este possa ser tratado. O Reservatório Melvina é uma das grandes bacias de retenção de água operadas pelo Distrito Sanitário Metropolitano e usadas tanto para o controle das enchentes como para a recreação. Escadas nas encostas levam ao fundo da bacia, ocupada por áreas de recreação e campos de vôlei e basquetebol. Crianças escorregam em tobogãs nas encostas de um grande morro na ponta da bacia e patinam num ringue gelado criado pela inundação de uma área pavimentada próxima à entrada da bacia. Quando inundado, o reservatório tem capacidade para 203,5 mil m³ de água⁸.

Estacionamentos, que respondem pela maioria dos espaços abertos e pavimentados nas cidades americanas, podem também ser projetados para reter ou até absorver a água pluvial, como foi feito no estacionamento do First National Bank, em Boulder, Colorado, onde um setor do estacionamento pode armazenar até 60 cm de água. A Consolidated Freightways, em St. Louis, Missouri, construiu seu estacionamento para reter as águas das grandes chuvas e economizou 35 mil dólares no custo do sistema de águas pluviais⁹. Fora das áreas centrais, nas áreas menos densas da cidade, pode ser preferível reter a água o tempo suficiente para que ela se infiltre no solo. Uma pavimentação permeável – asfalto poroso, pavimentação modular, cascalho –, disposta sobre solos com boa drenagem ou em combinação com poços secos, permitirá que uma maior quantidade das águas das chuvas se infiltre no solo, ao invés de escorrer para os bueiros. Um calçamento de blocos de concreto em treliças, com grama plantada nos interstícios, é largamente utilizado em cidades européias e tem sido empregado em algumas partes das cidades americanas como Los Angeles e Dayton (ver Fig. 3.11).

A RECUPERAÇÃO E CONSERVAÇÃO DA ÁGUA

A recuperação da água é também uma função essencial. Uma estação de tratamento de esgoto pode ser atraente e até compatível com atividades de lazer, em algumas fases de sua operação. Em 1967, depois que o Estado de Michigan ameaçou processar a cidade de Mt. Clemens por poluição do rio

8. John A. Lager, William G. Smith, William G. Lynard, Robert M. Finn e E. John Finnemore, *Urban Stormwater Management and Technology: Update and Users Guide*, Cincinnati, U.S. Environmental Protection Agency, 1977, p. 141.

9. *Idem*, p. 158.

Clinton, a cidade combinou um novo sistema de tratamento de esgoto com um parque¹⁰. Sistemas de esgoto e de drenagem de águas pluviais combinados compreendiam 90% do sistema de esgoto de Mt. Clemens, e o transbordamento de bueiros durante as chuvas foi em parte responsável pela poluição do rio. Depois de anos de estudo, a cidade concluiu que coletar, armazenar e tratar o transbordamento combinado era mais viável e menos caro do que separar os sistemas de esgoto e de águas pluviais, e que isso também oferecia a oportunidade de criar novas áreas verdes. Construiu uma nova estação de tratamento de águas com três pequenos lagos e um parque numa antiga área de aterro sanitário. Os transbordamentos de bueiros permanecem no primeiro lago por um a quatro dias, até que possam ser tratados na estação de processamento, então a água é liberada para aeração num segundo lago por mais sete dias. Quando o efluente tratado atinge o terceiro lago, de 1 ha e 2,7 m de profundidade, é usado para passeios de barco, pesca e irrigação da área do parque. No inverno, o terceiro lago congela, sendo usado para patinação e hóquei no gelo. A cidade planeja abastecê-lo com peixes e construir um embarcadouro para recreação no verão.

Arcata, na Califórnia, explora as propriedades das plantas e do solo de absorverem dejetos, usando uma várzea como parte do processo de tratamento das águas servidas. Assim, recuperou e reconstruiu uma várzea degradada, junto à estação de tratamento de esgoto, para melhorar a qualidade da água após o tratamento¹¹. A várzea recuperada serve a outras funções, incluindo as de habitat da vida selvagem e de recreação (ver Cap. 13). Outras cidades, incluindo Austin, no Texas, experimentaram várzeas construídas ou naturais para tratar efluentes de esgotos. Como os sistemas de várzeas ou de plantas aquáticas para o tratamento de águas servidas requerem mais áreas do que os métodos de tratamento convencionais, são mais apropriados para cidades de pequeno ou médio porte. O perigo de introduzir concentrações de metais pesados e elementos tóxicos na cadeia alimentar limita o uso de tais sistemas quando o efluente está muito contaminado por esses poluentes. Os sistemas de tratamento por várzeas serão mais úteis no fornecimento de um tratamento avançado em que os métodos químicos tradicionais forem muito caros, e poderão tornar-se mais comuns quando os sucessos de suas experiências forem mais conhecidos¹².

10. Vijaysinh U. Mahida e Frank J. DeDecker, *Multi-Purpose Combined Sewer Overflow Treatment Facility, Mount Clemens, Michigan*, Cincinnati, U.S. Environmental Protection Agency, 1975. A descrição aqui se baseia tanto no relatório como numa comunicação pessoal de V. Mahida. O parque foi menos bem-sucedido do que poderia ter sido devido a problemas de falta de fundos.

11. Esta descrição baseia-se num artigo de Robert Weireter, "Waste Not Wastewater: West: The Arcata Experiment", *American Forests*, (88): 38-53, jun. 1982.

12. Estes sistemas foram revistos em números recentes da *Civil Engineering*, por exemplo, em artigos de Robert K. Bastian, "Natural Treatment Systems in Wastewater Treatment and Sludge Management", *Civil Engineering*, maio 1982, pp. 62-67, e Sherwood Reed, Robert K. Bastian e William J. Jewell, "Engineers Assess Aquaculture Systems for Wastewater Treatment", *Civil Engineering*, jul. 1981, pp. 64-67.

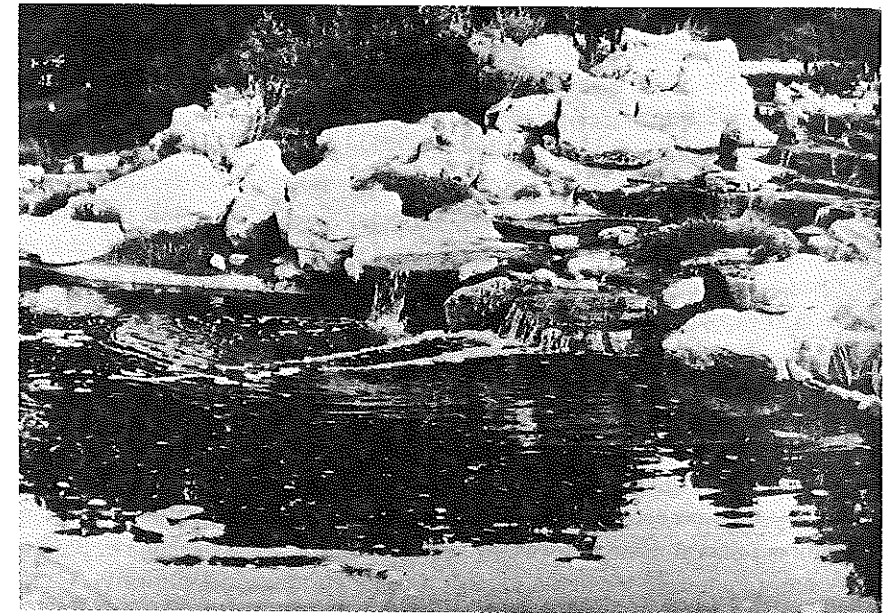


Fig. 7.4. Uma cascata de pedras no Bishop's Lodge, Novo México, parte de um sistema de cascatas e canais esculpidos projetados e feitos pelo homem para tratar os efluentes dos esgotos.

O tratamento de esgotos, além de conservar a água, pode também criar um recurso estético. A 8 km de Santa Fé, no México, uma estância chamada Bishop's Lodge construiu um conjunto de tratamento de esgotos para prover irrigação para suas pastagens e jardins (ver Fig. 7.4). Ele constitui uma atração pouco usual na paisagem seca. Águas servidas e tratadas descem por cascatas e corredeiras através de canais esculpidos e correm de uma área mais elevada para uma grande piscina. Estas "sete piscinas mágicas" fornecem um tratamento terciário para a água servida, por sua aeração e exposição à luz solar¹³. A água despenca de uma cascata a 30 m da entrada da estância; o tratamento paisagístico e as colinas escondem a estação de tratamento. A conservação da água é um benefício importante. Anteriormente, o Bishop's Lodge usava 38 mil litros de água de poço por dia para irrigar os gramados, aproximadamente um terço do consumo diário total. A água de irrigação agora consiste inteiramente em efluentes do esgoto tratado, um exemplo que deveria inspirar cidades a explorar o tratamento de esgoto de forma econômica e estética.

13. John Burgh, "Saving Water Scenically", *Water Engineering and Management*, (129): 46, mar. 1982.

A irrigação é comumente usada para manter gramados e árvores na cidade; mas, com a escassez de água, as cidades devem explorar uma paisagem que retenha mais água e seja mais tolerante às secas. A tradição paisagística, que surgiu nas civilizações urbanas das regiões áridas e semi-áridas que circundam o Mediterrâneo, oferece muitos modelos para a cidade moderna, por exemplo, o pátio ou o jardim de inverno. Os pátios internos sustentam uma vegetação luxuriante com uma irrigação mínima, protegendo as plantas contra a desidratação dos ventos e do calor irradiado; as ruas desprovidas de vegetação da cidade realçam o conforto estético dos pátios. A jardinagem no Mediterrâneo e no Oriente Médio também explora as muitas propriedades físicas e as qualidades estéticas da água, com grande economia. Um jardim persa consegue um efeito estético e emocional bastante grande, com apenas um pouco de água. O tratamento sutil, refinado e profundo da água no jardim hispano-islâmico faz com que um jato de água de 30 m de altura pareça, em qualquer outro lugar, uma demonstração vulgar de ostentação de poder. Uma arte que se desenvolveu no decorrer de milhares de anos e se expandiu com a religião muçulmana para o oeste, através do norte da África, até a Espanha e, para o leste, até o Paquistão e a Índia, o jardim islâmico toma várias formas. Cada forma, todavia, reflete uma manipulação inspirada da água, empregando a visão e o ruído da água para engendrar uma fresca atmosfera de serenidade e refúgio. A água cascateia através de canais esculpidos ou de canaletas até as bacias de captação. Pequenas variações na forma do canal produzem padrões de ondas que captam a luz de maneiras diversas. A água pode parecer preciosa como uma gema, quando flui sobre ladrilhos azuis. Pode borbulhar até a superfície, ou fazer um arco gracioso, ou fluir como um lençol sobre uma borda modelada. Cidades carentes de água devem economizá-la, reservando a irrigação para lugares especiais ou simbólicos, ou para espaços protegidos, onde as plantas requerem uma quantidade mínima de água. A importância desses lugares precisa ser salientada. O Paley Park deve muito de seu sucesso como refúgio urbano ao contraste com o seu entorno barulhento, quente e seco.

O projeto para o Foothill College, no clima semi-árido de Los Altos, na Califórnia, como foi originalmente concebido, criava um jardim-oásis para explorar o impacto estético do contraste entre a paisagem irrigada e a não-irrigada. Os arquitetos projetaram a escola como um conjunto de edifícios que circundam um pátio central, no topo de uma colina, com um estacionamento abaixo. O pátio foi projetado como um jardim-oásis com uma vegetação luxuriante, mantida por irrigação; as encostas foram semeadas com gramíneas tolerantes à seca. O contraste entre as encostas secas e escuras e o verdejante pátio protegido emprestou ao interior uma atmosfera de conforto, retiro e renovação. Todavia, desde que a faculdade começou a irrigar as encostas também, essa atmosfera foi em grande parte perdida. Ela pode ser recuperada quando a escassez de água no Norte da Califórnia forçar a instituição a reduzir a irrigação.

Em cidades de clima temperado e úmido, as precipitações de chuva são suficientes para manter uma comunidade diversificada de plantas sem irrigação, na medida em que essa água puder se infiltrar no solo, e as plantas forem protegidas dos ventos e da radiação solar. O Chestnut Park, no centro de Filadélfia, é pavimentado e ajardinado com plantas nativas da região. A chuva que se precipita sobre o parque se infiltra por entre as rachaduras da pavimentação para o solo. Uma espessa camada de cascalho sob a camada superior do solo serve tanto de elemento de drenagem como de reservatório, armazenando a água que as raízes conseguem absorver e evitando que fiquem encharcadas. As plantas se desenvolveram e não requerem irrigação. Enquanto isso, o parque contribui para que as águas pluviais não escoem para os esgotos da cidade.

O PROJETO DA CIDADE PARA CONSERVAR E RECUPERAR A ÁGUA E PARA PREVENIR ENCHENTES

A prevenção de enchentes e a conservação e recuperação da água só poderão ser realizadas pelo efeito cumulativo de muitas ações individuais por toda a cidade. Mas o impacto de cada uma delas pode ser insignificante e até contraprodutivo, se não fizer parte de um plano global que leve em consideração o sistema hidrológico de toda a cidade e de sua região. Os problemas da poluição da água e das enchentes em um lugar podem ser gerados em qualquer outro ponto, e a solução do abastecimento de água pode, no fim, agravar a poluição da água. As soluções mais efetivas, eficientes e econômicas dos problemas da água na cidade são freqüentemente encontradas a montante de onde os problemas são sentidos com mais impacto.

A bacia do rio Charles é a bacia de rio mais densamente ocupada na Nova Inglaterra. Suas cabeceiras são pouco desenvolvidas, mas as cidades de Boston e Cambridge ocupam as margens da bacia inferior. O Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos fez, em 1965, um estudo de controle das enchentes da bacia do rio Charles, concluindo que uma nova barragem devia ser construída através da foz do rio Charles para controlar as enchentes causadas pelo escoamento das águas da cidade na bacia inferior e que, nos próximos trinta a quarenta anos, deviam ser adotadas medidas de controle de enchentes rio acima para prevenir inundações na bacia inferior. Eles estimaram que estruturas de contenção de enchentes rio acima custariam 100 milhões de dólares, e em seu lugar recomendaram uma ação que requeria um décimo do custo:

O plano diretor de controle das enchentes recomendado pelo estudo desta corporação requer a aquisição federal e a proteção perpétua de dezessete importantes áreas de reservatório natural em vales, totalizando 3 500 ha. A lógica do esquema é evidente. A natureza já providen-

ciou uma solução de custo mínimo das futuras enchentes, na forma de extensas várzeas que moderam as variações extremas da correnteza. Em vez de tentar melhorar esse mecanismo de proteção natural, mais prudente e econômico é não perturbar esse regime hidrológico estabelecido em milênios. Na opinião da equipe de estudos, a implantação de qualquer das alternativas mais prováveis, um reservatório de cerca de 70 milhões de m³, ou extensos muros e diques, não acrescentaria nada¹⁴.

O papel efetivo das várzeas na prevenção das enchentes foi demonstrado quando o Corpo de Engenheiros estava empenhado nesse estudo. Em 1968, um temporal atingiu Boston, e o escoamento das águas na bacia inferior transpôs em poucas horas a velha barragem do rio Charles. O pico das águas a montante do rio demorou quatro dias para atingir a barragem. As várzeas nas cabeceiras se encheram de água e foram liberando-a gradualmente no decorrer de um mês. Um trecho do rio se alargou de 15 m para aproximadamente 1 605 m¹⁵. O segundo anel de rodovias periféricas de Boston estava em construção na época, e, dado que a rápida urbanização ameaçava as várzeas, o Corpo de Engenheiros decidiu que a aquisição daquelas áreas era o método mais efetivo para preservar sua capacidade de armazenamento das águas. Foram selecionadas dezessete áreas de reservatório natural com tamanhos que variavam de 48 a 948 ha, dentre os 8 mil hectares de várzeas dos braços médio e superior do rio Charles (ver Figs. 7.5 e 7.6). Em 1974, o Congresso aprovou e concedeu 10 milhões de dólares para a compra das áreas para o controle natural das enchentes. O Corpo de Engenheiros fez a primeira aquisição em 1977. Ele deterá a propriedade da terra, e a Divisão da Vida Selvagem e Pesca de Massachusetts fará a administração das áreas como refúgios da vida selvagem¹⁶.

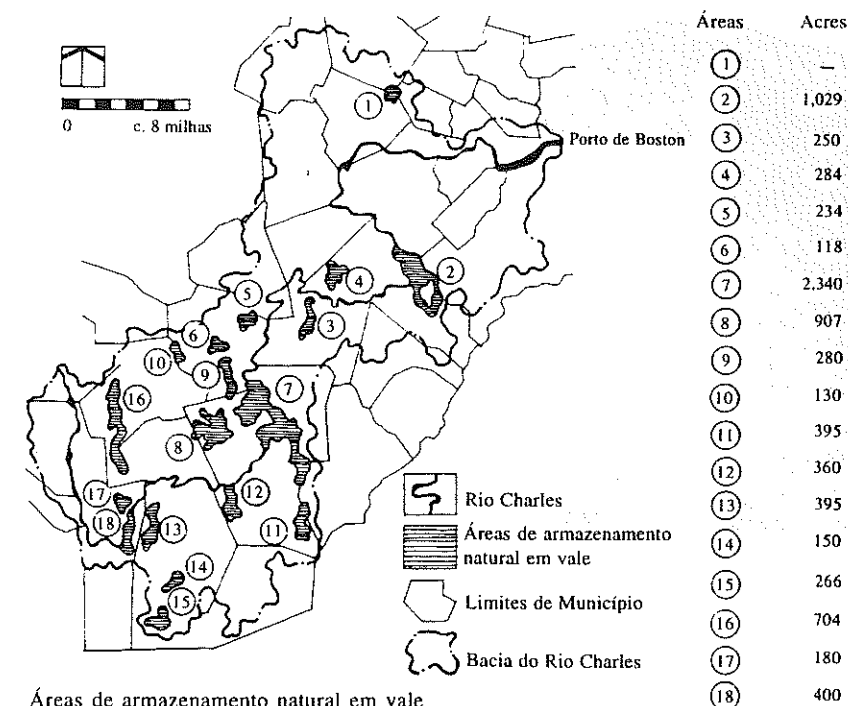
Denver, no Colorado, é um exemplo significativo de uma cidade que implementou um conjunto de estratégias abrangentes e coordenadas para a administração de sua água. As devastadoras perdas de propriedades causadas pela enchente de 1965 deram o incentivo para a formação de um Distrito de Drenagem Urbana e de Controle das Enchentes em 1969. Anteriormente, cada um dos 34 governos locais da região tinha empregado métodos diferentes para calcular os riscos das enchentes e projetar a capacidade de seus sistemas de drenagem. Alguns projetaram sistemas de drenagem de águas pluviais para acomodar uma chuva de cinquenta anos; outros tomaram providências para tempestades de dois anos¹⁷. O Distrito de Drenagem Urbana e de Controle das Enchentes agora trabalha com os governos locais para assegurar a adoção e a implementação de normas para o uso adequado e coerente das várzeas e a realização de planos diretores para as bacias individuais. O *Manual de*

14. U.S. Army Corps of Engineers, *Natural Valley Storage: A Partnership with Nature*, Waltham, Mass., Public Information Fact Sheet, primavera 1976.

15. Frank Notardonato e Arthur F. Doyle, "Corps Takes New Approach to Flood Control", *Civil Engineering*, jun. 1979, p. 66.

16. *Idem, ibidem*.

17. Elmer L. Claycomb, "Urban Storm Drainage Criteria Manual from Denver", *Civil Engineering*, jul. 1970, p. 39.



Áreas de armazenamento natural em vale

Fig. 7.5. Áreas de armazenamento natural em vale, Boston: várzeas adquiridas como parte de um programa de controle de enchentes para armazenar as águas pluviais até que o pico das cheias se precipite corrente abaixo. Os 3 400 ha de várzeas custaram um décimo do preço que os diques e as comportas de um enfoque mais tradicional teriam imposto.

Crítérios de Drenagem das Águas Pluviais Urbanas, publicado em 1969, orienta o trabalho no distrito e assegura o controle e a drenagem das enchentes compatíveis e atuais através de toda a região metropolitana. O manual abarca questões de política, legislação e planos relacionados à drenagem das águas e ao controle das enchentes, ao cálculo da quantidade das águas que se dirigem ao sistema de águas pluviais, ao projeto dos sistemas de escoamento de águas pluviais e à mitigação dos danos por enchentes.

A cada ano, o Distrito de Drenagem Urbana e de Controle das Enchentes de Denver compila uma lista de cinco a dez projetos que fazem parte de um plano diretor, aos quais o distrito, por requisição dos governos locais, presta assessoria. O projeto deve ser multijurisdicional, e os governos locais devem concordar em pagar metade dos custos do estudo e da construção e assumir o controle depois de terminadas as obras¹⁸. O distrito mapeia a vár-

18. *Idem*, p. 42.

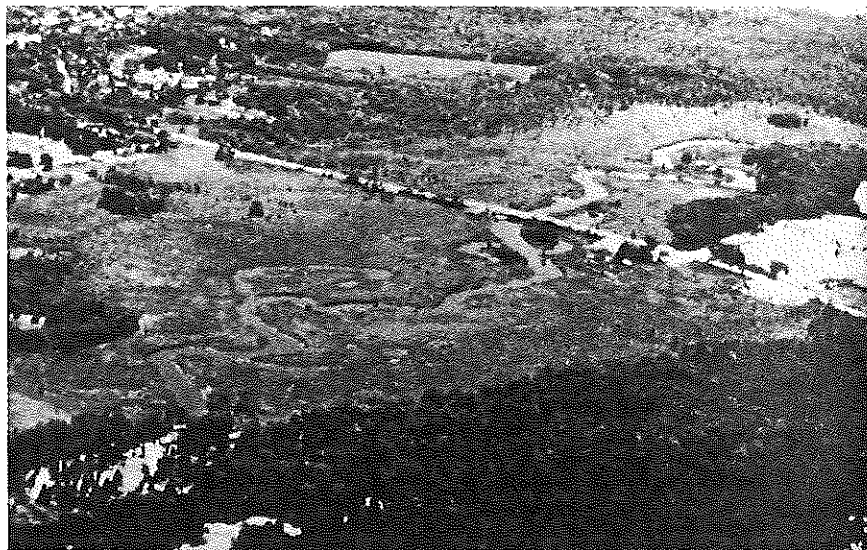


Fig. 7.6 (a). Área de armazenamento natural em vale no verão, com o rio Charles e as várzeas adjacentes claramente visíveis.

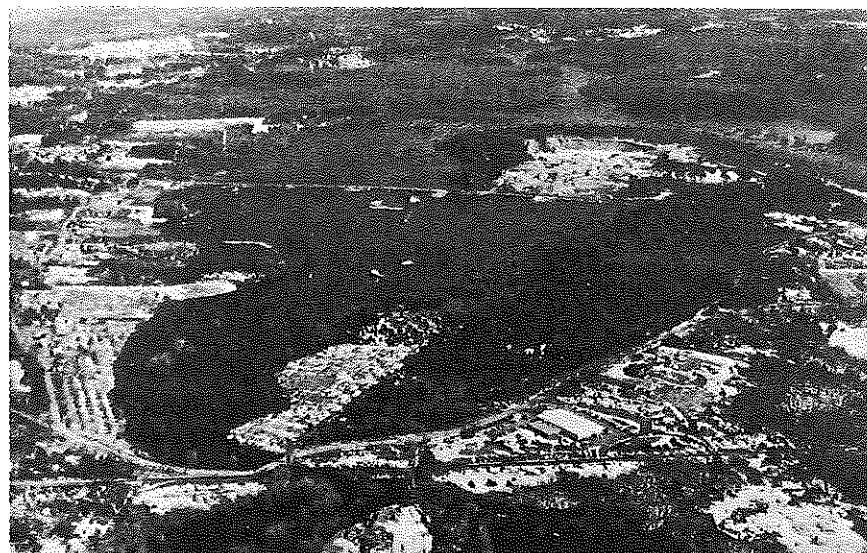


Fig. 7.6 (b). A mesma área após as enchentes da primavera; o canal do rio e as várzeas são agora uma única entidade. As várzeas não apenas fornecem espaço para o transbordamento, mas também absorvem as águas das cheias. Tivessem essas várzeas sido ocupadas, esta água teria inundado o centro de Boston.

zea para cem anos, prepara um estudo preliminar do trabalho a ser feito e coordena os engenheiros consultores, em nome dos governos locais. Os estudos cobrem uma bacia inteira de drenagem, em vez de projetos localizados. O plano diretor identifica onde os problemas de inundação acontecem e recomenda medidas saneadoras. Suas recomendações podem incluir a adoção de regulamentos para as áreas das várzeas e a implementação de projetos como a contenção das águas pluviais, melhoria das canalizações, checagem das comportas ao longo dos cursos d'água para criar lagos e baixar a velocidade da correnteza. A cidade e o município de Denver agora exigem dos proprietários das áreas que paguem uma taxa de serviços de drenagem das águas, para ajudar a financiar a construção e manutenção do sistema de águas pluviais. A quantidade de edifícios e superfícies pavimentadas na propriedade determina o valor da taxa cobrada. Em 1981, quando a taxa de serviços foi legalizada, a cidade estimou que a renda anual seria da ordem de 4,7 milhões de dólares¹⁹.

Os moradores de Denver transformaram um trecho de 16 km do rio South Platte, que atravessa a área central de Denver, de um imundo esgoto a céu aberto, coberto de entulho, rodeado de lixo e de terras devolutas, em um parque ajardinado para esportes aquáticos, reuniões públicas, ciclismo, caminhadas e estudos da natureza. Como o Distrito de Drenagem Urbana e de Controle das Enchentes, o desenvolvimento do Greenway (Caminho Verde) do South Platte de Denver tem suas raízes na desastrosa enchente de 1965. Uma grande quantidade de pesquisas e relatórios acompanharam a enchente de 1965, mas pouco foi feito sobre o South Platte até a enchente de 1973, um ano de eleição, que levantou a questão do rio e do risco das enchentes novamente à opinião pública. Uma equipe de trabalho composta por nove membros, a Comissão de Desenvolvimento do Rio Platte, nomeada pelo prefeito de Denver e financiada pela cidade com mais de 2 milhões de dólares em sementes, começou a delinear planos para o rio, captar recursos financeiros adicionais de fontes públicas e privadas e a implementar projetos para o parque²⁰.

O Caminho Verde do rio Platte (Fig. 7.7) liga agora dezoito parques com 24 km de trilhas interligadas; com 182 ha, este é o maior parque de Denver. Quando completado, o Caminho Verde vai se estender 40 km rio acima até o pé das montanhas Rochosas e 32 km rio abaixo até uma área de recreação estadual nas planícies do rio Colorado. Seus idealizadores esperam que as comunidades suburbanas desenvolvam trilhas ao longo dos afluentes

19. Herbert G. Poertner, "Better Ways to Finance Stormwater Management", *Civil Engineering*, abr. 1981, p. 68.

20. Existem inúmeros trabalhos que descrevem o Caminho Verde do rio Platte, incluindo um livro do presidente da Comissão de Desenvolvimento do Rio Platte: Joe Shoemaker e Leonard Stevens, *Returning to the People* (Denver, Greenway Foundation, 1981), e artigos de consultores de arquitetura paisagística e engenharia: Robert M. Searns, "Denver Tames the Unruly Platte: A Ten-Mile River Greenway", *Landscape Architecture*, 70: 382-386, 1980; Kenneth Wright e William C. Taggart, "The Recycling of a River", *Civil Engineering*, nov. 1976, pp. 42-46.

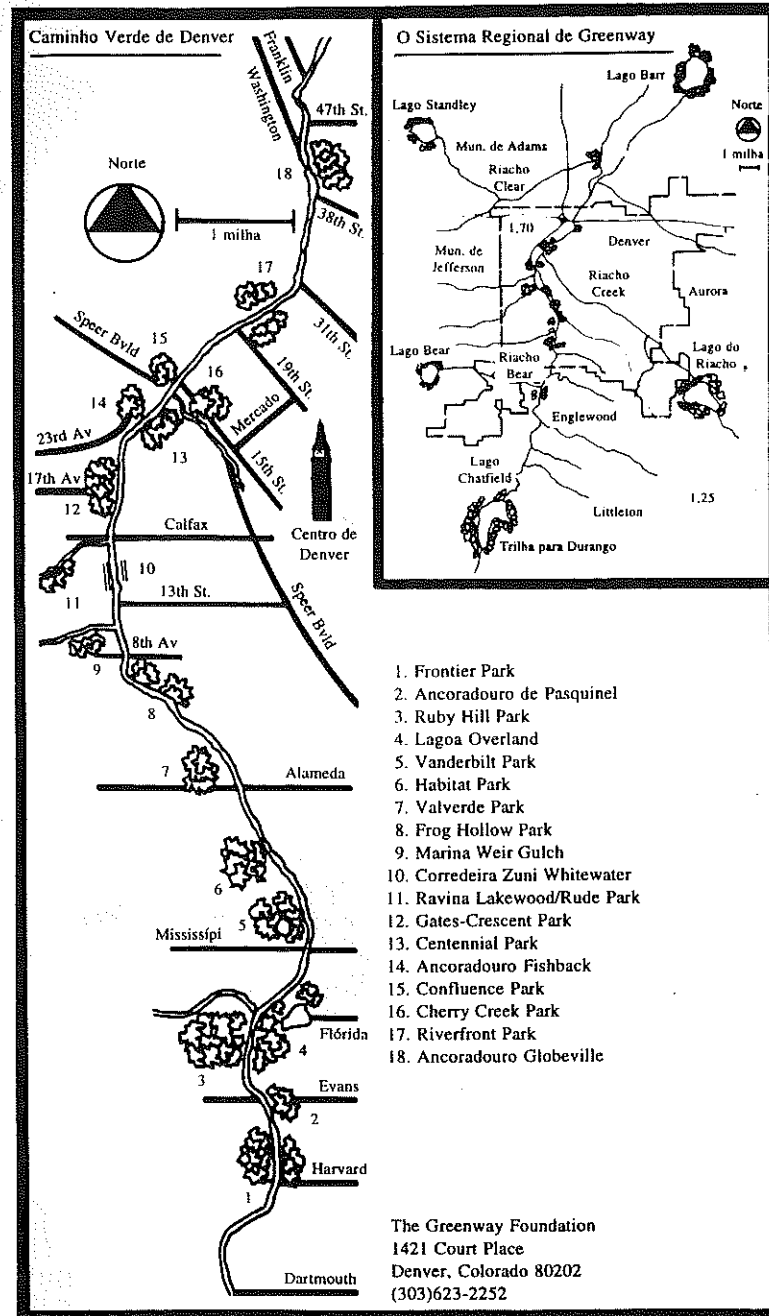


Fig. 7.7. O Caminho Verde do rio Platte. Projetado para acomodar as águas das cheias, bem como atividades recreativas, o Caminho Verde é agora o principal parque de Denver com 182 ha e 24 km de trilhas interligadas.

do rio Platte, de forma que, finalmente, 192 km de trilhas ribeirinhas contínuas entrelaçarão a região metropolitana. Todo o Caminho Verde de 16 km do rio Platte é agora um centro regional de remo, contornado por cicloviás e trilhas e pontuado por parques. Barragens de controle do South Platte foram projetadas para criarem corredeiras e rápidos para canoas, caiaques e jangadas. As competições são agora realizadas ao longo da "Corredeira do Desafio", criada artificialmente, e corridas de *slalom* para caiaques. Num determinado ponto, onde a necessidade da construção de uma barragem de 2,5 m para repressar a água para uma usina de energia tornava o rio intransponível para canoas, foi criada uma rampa para permitir que as canoas e jangadas ultrapassem a barragem e, ao mesmo tempo, servir como um dispositivo de controle das enchentes. Colocaram-se diques e pedras cuidadosamente dispostas para criar uma série de remansos, corredeiras e remoinhos, ideais para a canoagem²¹. O canal central do rio Platte foi escavado e grandes matacões e rochas dispostos para criarem um leito mais profundo durante períodos de baixa vazão de águas. A água é agora liberada no Reservatório Chatfield a montante do rio, um elemento importante de controle das enchentes, em "doses recreativas", cronometradas para aumentar o fluxo das águas do rio para esportes aquáticos, nos fins de semana em que há maior afluência de desportistas.

Os muitos parques ao longo do rio Platte oferecem lugar para a saída de barcos e para acompanhar seu percurso através das quedas d'água e trajetos em *slalom*. A Comissão de Desenvolvimento do Rio Platte construiu o primeiro parque ao longo do Caminho Verde na confluência do riacho Cherry e do rio South Platte, onde a cidade de Denver foi fundada originalmente. A grande praça em terraços junto ao Confluence Park desce até o rio e permite uma vista geral da área de canoagem (Fig. 7.8). Os engenheiros projetaram o formato da praça e a margem oposta com um suave perfil para oferecer a mínima resistência às águas das enchentes e projetaram os alicerces de modo a resistirem às forças hidrodinâmicas do rio, assentando-os diretamente no leito do rio e firmando-os com pilares na sua base rochosa²². Cascalho acumulado durante anos, que havia bloqueado as águas das chuvas e aumentado o volume das enchentes, foi usado na construção dos caminhos, rampas para barcos e melhorias das margens. Um anfiteatro que atravessa o rio a partir do Confluence Park foi criado com entulho dragado do rio e com o material da demolição de uma ponte destruída pela enchente de 1973. Passarelas de pedestres, que ligam o Confluence Park ao Anfiteatro e margens opostas em outras partes do Caminho Verde, são projetadas de forma a não obstruírem as águas das cheias, já que a maior causa dos danos nas enchentes passadas foi o acúmulo de detritos nas pontes em barragens, que desviavam as águas para as partes adjacentes das cidades. As passarelas de madeira são projetadas para se destacarem de suas

21. Wright e Taggart, *op. cit.*, p. 46.

22. *Idem*, p. 45.

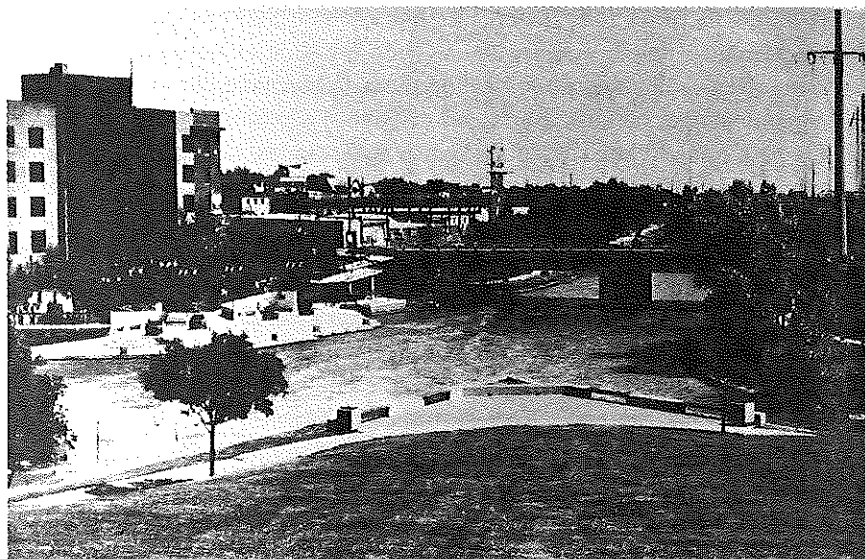


Fig. 7.8. O Confluence Park, uma praça à prova de enchentes, próxima ao coração de Denver, oferece um lugar para a saída de canoas e caiaques e uma vista da área de canoagem.

bases de concreto quando as águas atingem o assoalho da ponte. Cabos amarrados à ponte vão sustentá-la contra a margem a jusante até que as águas baixem novamente²³. Todos os parques junto às várzeas são projetados não apenas para resistirem aos danos das enchentes, mas também para armazenarem as águas. O nivelamento para uma nova ciclovia do Centennial Park, por exemplo, foi baseado na hidráulica das cheias.

Com o uso crescente do rio para caminhadas, ciclismo e canoagem surgiram uma preocupação maior com a qualidade da água do rio e um forte interesse pela melhoria e manutenção dessa qualidade. Como consequência, muitas fontes de poluição da água foram removidas das margens do rio: um aterro sanitário foi convertido numa reserva natural; um canteiro de manutenção de rodovias com montes de sal e areia tornou-se o Frog Hollow Park. Foi feita pressão sobre a administração pública para não descarregar no rio o lixo e a neve carregada de sal das ruas. As vizinhanças residenciais junto ao South Platte, muitas delas entre as mais pobres de Denver, ganharam novos parques, e o ambiente junto ao rio livrou-se dos antigos aborrecimentos e riscos.

O Caminho Verde do rio Platte foi realizado pelos esforços coordenados de organizações públicas e privadas, e de cidadãos individuais. A Fundação Caminho Verde do Rio Platte, estabelecida como uma instituição não-lucrativa, isenta de impostos, angariou 6 milhões de dólares de fundações privadas,

23. *Idem*, p. 46.

dos governos local, estadual e federal, e de indivíduos. A fundação, apesar de privada, cooperou intimamente com a administração municipal desde o início; fundou e coordenou a implementação de projetos em nome da administração local, e depois transferiu a responsabilidade da manutenção ao Departamento de Parques da Cidade²⁴.

Telhados, praças e estacionamentos frequentemente fornecem o único espaço para a retenção das águas pluviais em áreas densamente construídas das cidades, e Denver não é exceção. A administração de Denver exige que os edifícios novos e reformados no Distrito de Renovação do Horizonte Urbano retenham as águas pluviais no local. A alternativa, melhoria do sistema de drenagem existente para acomodar o crescente escoamento das águas pluviais, teria sido demasiadamente cara e poderia aumentar as enchentes nas áreas próximas ao rio Platte. Os realizadores usaram uma combinação de telhados, praças e estacionamentos para armazenar a água das chuvas. Os telhados na área de Denver são projetados para suportar uma camada de neve equivalente a aproximadamente 150 mm de água. Os engenheiros projetaram “um anel de retenção” para se encaixar ao longo da calha de um teto plano, que armazena até 76 mm de água, e então a libera a uma razão de 12 mm por hora. Um dispositivo de segurança permite que uma precipitação muito grande transborde do anel. As praças e estacionamentos de Denver foram projetados para armazenar a água das chuvas com o mínimo inconveniente possível para os pedestres (Fig. 7.9). Uma praça rebaixada no centro de Denver, construída sobre três andares de estacionamentos subterrâneos, acomoda as águas de dez anos de chuva; a água escoada diretamente para o esgoto, a uma razão de 25 mm por hora. Os tanques não interrompem o uso da praça, pois as partes elevadas permitem a passagem dos pedestres quando as partes inferiores estão inundadas.

Códigos de obras, em muitas cidades americanas, exigem que os telhados sejam projetados para resistirem ao equivalente a 150 mm de água por um curto período de tempo (geralmente 24 horas), e algumas cidades incorporaram a retenção das águas pluviais nos telhados a seus códigos de obras. Cidades européias como Stuttgart aplicaram a utilização de “tetos molhados” para reduzir igualmente o ganho de calor dos edifícios, e dessa forma diminuir o consumo de energia no condicionamento do ar. Se incorporada ao projeto de telhados jardins, a retenção das águas pluviais pode também se tornar um elemento estético.

Em pouco mais de uma década, Denver conseguiu um considerável sucesso na recuperação de suas águas. Imagine o quanto pode então ser alcançado na construção de uma nova cidade ainda não obstruída por edifícios, ruas e sistemas de drenagem. É o caso da nova cidade de Woodlands, no Texas, com uma projeção de uma população final de 150 mil pessoas. Quando o em-

24. Searns, *op. cit.*, p. 386.



Fig. 7.9. A Skyline Plaza, no centro de Denver, armazena vários milímetros de água das chuvas, liberando-a gradualmente. Existe lugar para a retenção das águas das chuvas, mesmo nas partes mais congestionadas da cidade.

preendedor George Mitchell decidiu pela primeira vez construir uma nova cidade nos bosques de pinheiros de 8 mil hectares, ao norte de Houston, previu uma cidade que surgiria do meio dos bosques, em harmonia com as forças da natureza. Fundou a Corporação Mitchell de Energia e Desenvolvimento e empregou uma equipe interdisciplinar de urbanistas, engenheiros, cientistas e especialistas de mercado. Inicialmente, sua equipe consistia em quatro firmas. Na década seguinte, a equipe se expandiu, incluindo uma corporação com um quadro completo de funcionários e dúzias de consultores. Por volta de 1971, quando o plano ecológico preliminar e as pesquisas de mercado paralelas estavam completas, e um plano geral para a nova cidade estava em execução, a água surgiu como o fator crítico. O "sistema de drenagem natural" de Woodlands explora a capacidade das várzeas florestadas naturais de acomodarem as águas pluviais e dos solos de boa drenagem de absorverem e armazenarem a água. Isso reduz a combinação do aumento das enchentes com a diminuição da vazão de água normalmente associados à urbanização, mantém a qualidade da água e recarrega o aquífero subterrâneo nos arredores de Houston (Fig. 7.10). A várzea florestada, os canais de drenagem e os solos de recarga formam um sistema de espaços livres urbanos, um sistema de drenagem natural que representa uma economia substancial sobre o custo da construção de um sistema de drenagem convencional. Quando foi proposto origi-

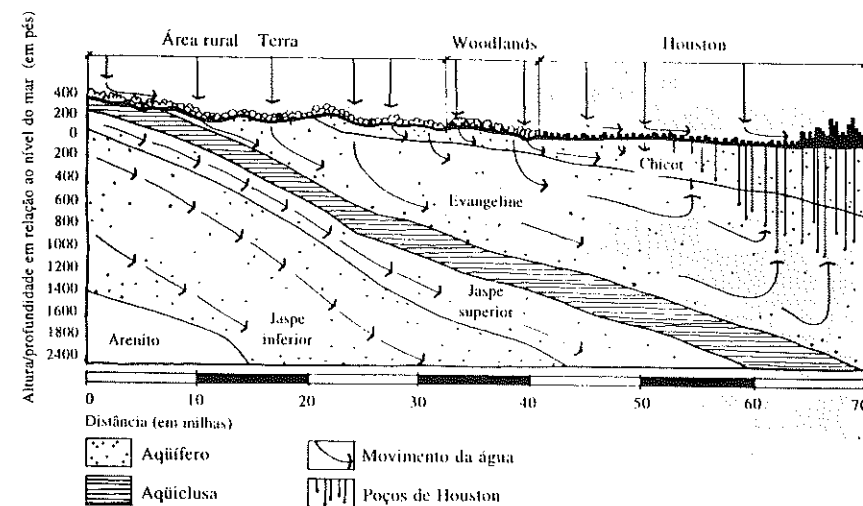


Fig. 7.10. Aquíferos sob Houston e Woodlands, no Texas. A cidade nova de Woodlands foi projetada de tal forma que a chuva continua a penetrar no solo para recarregar os aquíferos Chicot e Evangeline, dos quais a cidade de Houston retira sua água.

nalmente, engenheiros compararam o custo do sistema de drenagem natural com o sistema convencional e estimaram que o primeiro poderia significar para o empreendedor uma economia de mais de 14 milhões de dólares²⁵.

A maior parte do terreno de Woodlands é bastante plana, com extensas áreas de solos com baixa impermeabilidade. A construção do sistema de drenagem tradicional poderia significar a derrubada de grandes áreas de matas e a diminuição do nível do lençol freático, resultante da perda das árvores. Isso poderia também aumentar as enchentes e degradar a qualidade da água a jusante, o que, combinado com a extração de cerca de 57 milhões de litros de água por dia dos aquíferos subjacentes, poderia contribuir com um maior afundamento do solo na cidade de Houston (ver Cap. 4). A firma Wallace McHarg Roberts & Todd, arquitetos paisagistas e planejadores ecológicos, concebeu um sistema de drenagem natural para resolver esses problemas e permitir ao empreendedor a manutenção da sua idéia da futura cidade²⁶.

O sistema de drenagem natural é composto por dois subsistemas: um que estoca e absorve as águas das chuvas frequentes e o outro, que drena as

25. Narendra Juneja e James Veltman, "Natural Drainage in the Woodlands", em J. Toby Tourbier e Richard Westmacott (eds.), *Stormwater Management Alternatives*, Newark, Water Resources Center, University of Delaware, 1980, p. 156.

26. Os resultados desses estudos estão descritos numa série de quatro relatórios publicados pela firma Wallace McHarg Roberts & Todd: *Woodlands New Community: An Ecological Inventory*, Filadélfia, WMRT, 1974; *Woodlands New Community: An Ecological Plan*, Filadélfia, WMRT, 1974; *Woodlands New Community: Phase One Land Planning and Design Principles*, Filadélfia, WMRT, 1973; e *Woodlands New Community: Guidelines for Site Planning*, Filadélfia, WMRT, 1973.

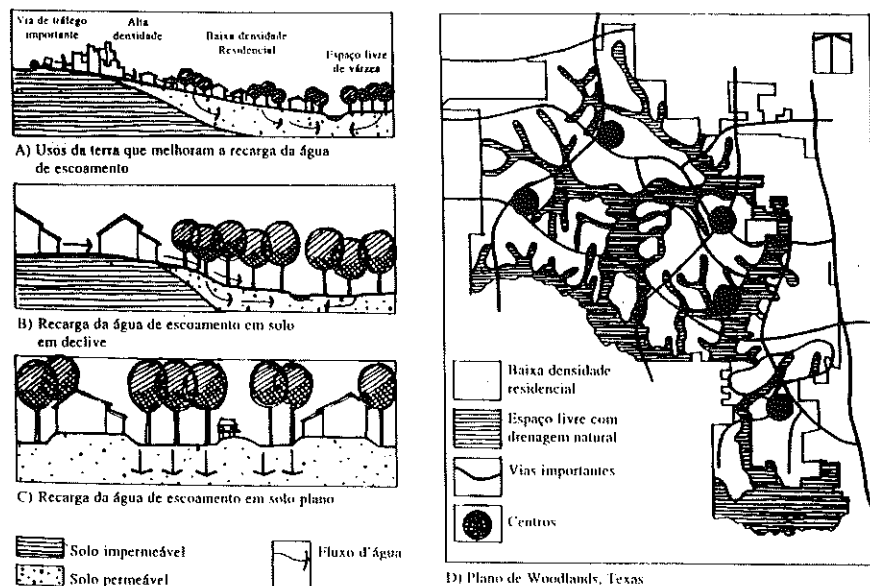


Fig. 7.11. O "sistema de drenagem natural" em Woodlands, no Texas, explora os solos com boa drenagem para absorver as águas, e os baixios arborizados e os vales de cursos d'água para escoar os aguaceiros, prevenindo dessa forma as enchentes rio abaixo. O uso das várzeas arborizadas existentes para funcionarem como um sistema de drenagem das águas pluviais assegurou um sistema interligado de parques e trilhas através da cidade e economizou milhões de dólares.

águas das grandes tempestades (ver Fig. 7.11). O plano geral respondia ao sistema de drenagem principal, localizando as ruas principais e pontos mais densos nos espigões e nos pontos mais elevados, enquanto preservava as várzeas nos parques e áreas livres, e localizava as áreas habitacionais de baixa densidade na zona intermediária. O uso das várzeas e canais de drenagem como espaços livres funcionava bem, tanto do ponto de vista ecológico como social. A maior parte das árvores espetaculares da área ocorrem nas várzeas dos dois principais cursos d'água – grandes e verdejantes magnólias, carvalhos-d'água e carvalhos-salgueiros e altíssimos pinheiros. Estas mesmas várzeas abrigam uma vida selvagem nativa abundante e diversificada, incluindo cervos de cauda branca, gambás, tatus, lincos e muitos pássaros, e oferecem os corredores ao longo dos quais eles se movem. As facilidades propiciadas pelas áreas de florestas, requeridas pelos propósitos de drenagem e controle das enchentes, são, na maior parte dos casos, suficientes para garantir que todas possam ser mantidas, menos as espécies selvagens mais sensíveis. Um sistema contínuo de trilhas para ciclismo, cavalgadas e caminhadas acompanha a rede de drenagem, ligando todas as partes da nova cidade.

Embora essa rede de grandes várzeas drene as águas das grandes tempestades, solos com boa drenagem e lagoas absorvem ou armazenam a chuva

perto de onde ela cai, seja em quintais particulares como em parques próximos. Este sistema de drenagem local responde às mudanças mínimas de topografia e solos. Ruas, campos de golfe e parques são projetados para reterem as águas das chuvas e aumentarem sua absorção por solos com boa drenagem. A manutenção da estrutura desses solos, tão essencial para sua capacidade de absorção das águas, requereu uma estrita regulamentação das atividades de construção. Áreas arborizadas, designadas como "solos de recarga", foram mantidas. Em alguns casos, a construção de edifícios se desenvolveu dentro de uma área isolada com uma extensão de apenas alguns metros em torno das fundações. Essa prática produziu uma nova cidade que parece literalmente ter brotado de entre as árvores.

Os modelos estimativos do aumento das grandes cheias em Woodlands revelaram que elas crescerão apenas 55%, em comparação com os 180% de aumento resultante do tipo de urbanização "normal" em Houston²⁷. Estudos indicam que a qualidade da água do escoamento superficial na fase 1 da nova cidade é muito melhor do que a de outras áreas residenciais de Houston. O teste final do sistema de drenagem natural ocorreu quando uma chuva recorde atingiu a área, em abril de 1979. Houve uma precipitação de 230 mm de chuva em cinco horas, e nenhuma casa em Woodlands foi inundada, enquanto áreas adjacentes ficaram alagadas²⁸.

Os benefícios econômicos de um sistema de drenagem natural podem não ser, em outra parte qualquer, tão radicais como em Woodlands, com suas extensas áreas planas e seus solos de baixa drenagem, mas podem, todavia, ter sentido. Woodlands é e continuará a ser um modelo de projeto de drenagem, desde os detalhes mais mundanos de pavimentação e projetos de canais até a coordenação de solos, lagos, brejos e várzeas num sistema de drenagem integral.

UM PLANO PARA CADA CIDADE

A gestão bem-sucedida da água na cidade exigirá projetos abrangentes, muitas ações individuais e a percepção de que a drenagem das águas pluviais, o controle das enchentes, o abastecimento de água, a conservação, a disposição do lixo e o tratamento dos esgotos são todas facetas de um sistema muito maior. Cada cidade deve desenvolver uma estrutura na qual as conseqüências dos esforços metropolitanos maiores, bem como os efeitos cumulativos das ações individuais, possam ser apreciados.

O fluxo da água para a cidade e através dela – incluindo de onde ela vem, como e onde é usada, tratada e despejada, e a variação sazonal desse

27. Juneja e Veltman, *op. cit.*, p. 156.

28. *Idem*, p. 157.

padrão – varia de cidade para cidade, dependendo do clima regional, das condições topográficas, das fontes de poluição e da forma urbana. Constituem as enchentes uma ameaça para a grande área da cidade? Qual o principal problema: a urbanização rio acima ou a compressão das várzeas dentro da cidade? O suprimento de água da cidade é ameaçado por poluição de águas subterrâneas ou de superfície ou pelas demandas conflitivas com outras cidades e municípios da região? O problema são os grandes poluidores industriais ou os transbordamentos combinados de esgotos sanitários e pluviais? São os picos de vazão alta e vazão baixa o problema, ou a limitada circulação da água? A identificação das áreas de maior risco de enchentes e aquelas que fornecem normalmente armazenamento das águas ajudará a visualizar uma estratégia integral de controle das enchentes. Identificar as principais fontes de poluição da água dentro da cidade, os padrões de dispersão dos poluentes nas águas superficiais e subterrâneas e os corpos d'água com pouca circulação de água ajudará a determinar os lugares mais gravemente contaminados. O conhecimento dos recursos hídricos mais significativos, aqueles que abastecem a cidade com água ou têm potencial para fazê-lo no futuro, e as áreas que são mais sensíveis à poluição da água, como áreas de recargas dos aquíferos, cabeceiras dos cursos d'água, lagos e lagoas podem ajudar na preservação desses recursos.

Um plano abrangente para a prevenção de enchentes e a conservação e recuperação da água da cidade deve:

- Tratar dos problemas de enchente, poluição da água e abastecimento mais críticos da cidade, com particular atenção à redução dos riscos nas áreas mais sujeitas a enchentes ou nas áreas contaminadas.
- Proteger os recursos hídricos mais importantes da cidade, tanto os usados correntemente para suprimento de água como os que têm potencial para satisfazer à demanda crescente.
- Localizar nas cabeceiras e nas várzeas a jusante novos parques e áreas verdes para preservar a capacidade de armazenamento das águas, e para melhorar a recarga dos lençóis freáticos.
- Estimular a localização de novas indústrias, áreas para disposição do lixo e outros usos de áreas poluidoras fora das várzeas e das áreas de recarga dos mananciais, que são altamente vulneráveis à poluição das águas.
- Localizar novos edifícios públicos fora das áreas sujeitas a inundações e encorajar novos empreendimentos comerciais e residenciais a fazerem o mesmo.
- Fornecer um plano para a realocação e reconstrução após uma grande enchente.
- Explorar padrões de assentamento que possam facilitar a reutilização das águas servidas após tratamento.
- Explorar a proteção das cheias e a capacidade de recuperação dos alagadiços existentes.

- Aumentar a visibilidade da água na cidade, bem como o acesso do público a ela.

Cada novo edifício, rua, estacionamento e parque na cidade deve ser projetado para prevenir ou mitigar as enchentes e para conservar e recuperar os recursos hídricos. Cada projeto deve:

- Tratar da relação entre o local do projeto e os problemas críticos da cidade: enchentes, poluição e abastecimento de água, bem como riscos específicos e recursos que existem na área ou em suas redondezas.
- Localizar e projetar edifícios e jardins que evitem os danos das enchentes.
- Explorar a capacidade dos telhados, das praças, dos estacionamentos e do solo para reter ou absorver o escoamento de aguaceiros.
- Projetar parques nas várzeas capazes de estocar as águas e resistir aos danos das enchentes.
- Projetar o tamanho, a profundidade, a forma e o horizonte dos corpos d'água urbanos, de modo a melhorar a circulação da água e armazenar as águas pluviais.
- Selecionar plantas resistentes que requeiram pouca ou nenhuma irrigação, fertilizantes ou pesticidas e proteger as plantas contra o ressecamento provocado pelos ventos.
- Utilizar a água das grandes chuvas, desde que não estejam contaminadas demais, para atender às necessidades das plantas.
- Explorar as propriedades estéticas da água, sem desperdiçá-la.

Os problemas da água e o seu grau de gravidade variam de cidade para cidade, devendo, porém, cada uma delas administrar seus próprios recursos hídricos. As cidades, no passado e no presente, castigadas por problemas de água abriram caminhos para soluções de problemas como o controle das enchentes e a conservação e recuperação das águas. Muitos desses modelos são aplicáveis a todas as cidades, não apenas àquelas com climas áridos e semi-áridos ou com várzeas densamente ocupadas. Oportunidades para a prevenção de enchentes, para a preservação da qualidade da água e para sua conservação existem no projeto de cada novo edifício e parque, assim como em cada plano metropolitano, nas áreas centrais e na urbanização da periferia metropolitana. Quando surge uma crise de abastecimento, ela atinge provavelmente as cidades de crescimento rápido, primeiramente nas regiões áridas, mas ela se estende inevitavelmente às cidades nas regiões úmidas também. Finalmente, cada cidade tem de projetar um plano abrangente para a gestão da água, incluindo normas para a forma e densidade urbana nas cabeceiras e várzeas, a regulamentação do uso da água, com implicações para o projeto de paisagismo, e a cuidadosa localização dos lixões e dos esgotos domésticos e industriais.

O conhecimento para tal plano existe hoje; a subestimação da água é o principal obstáculo a sua implementação. Uma vez que a escassez de água força as cidades a considerar o valor real desse líquido, o apoio para sua conservação será inevitável. Sendo a água barata coisa do passado, as chuvas serão apreciadas, o escoamento utilizado e as enchentes reduzidas. As cidades protegerão sua água contra a contaminação, reutilizando-as após tratamento. Os parques urbanos e os terrenos particulares adotarão uma paisagem tolerante às secas. O uso da água em espaços públicos será restringido, mas seu impacto será poderoso.

Na próxima década, os dilapidados e obsoletos sistemas de abastecimento de água, de tratamento de esgotos e de drenagem das águas pluviais de muitas cidades americanas antigas deverão ser modificados. Isto imporá a despesa de bilhões de dólares e uma considerável pressão sobre os centros urbanos mais densos. É preciso que não prevaleçam expedientes imediatistas; a oportunidade para novos projetos precisa ser aproveitada.

Parte V

VIDA