

2 MEGACIDADES

O objeto deste trabalho é a disposição dos resíduos sólidos nas megacidades, particularmente na cidade de São Paulo. Embora o Prof. Geraldo Serra costume dizer que se é “mega” não pode ser cidade e se é cidade não pode ser “mega”, refere-se ele ao fato de que a categoria de cidade, implicando em forte centralidade, não pode ser facilmente aplicada para as grandes áreas urbanas existentes e em formação no mundo (informação oral)¹.

Ao longo do presente trabalho, por simplificação, serão denominadas “megacidades” essas grandes áreas urbanas caracterizadas por dimensões com frequência contada em centenas de quilômetros e com uma centralidade difusa ao longo do seu território, como por exemplo, a grande área urbana da costa leste americana, a grande conurbação formada no entorno de Londres ou em cidades como Tóquio.

2.1 CIDADE COMO UM ECOSISTEMA

Toda cidade pode ser considerada um sistema aberto² uma vez que sempre existe troca de energia, e matéria, com um ambiente mais amplo que ela própria (SOBRAL, 1996). Os processos que ocorrem nas cidades dependem de uma série de insumos, retirados dos recursos ambientais, tendo como resultado a geração de produtos e resíduos.

Considerando a cidade como um ecossistema, Sobral (1996) apresenta um esquema de suas entradas e saídas.

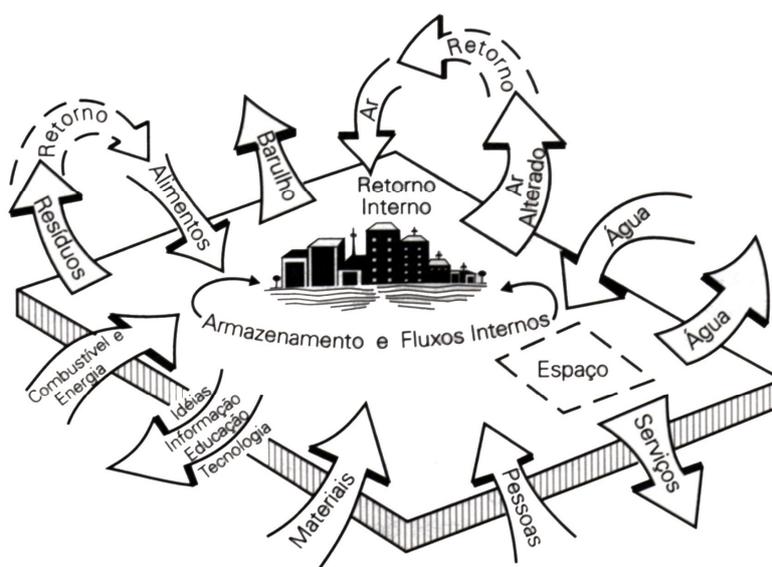


Figura 2.1 – Representação esquemática das entradas e saídas de um ecossistema
Fonte: URBANIZATION AND ENVIRONMENT, 1972 apud SOBRAL, 1996, Figura A – p. XV.

¹ Informação oral fornecida pelo Prof. Geraldo Serra, no mês 09/2004.

² Sistemas abertos – aqueles que podem trocar matéria e energia com o mundo exterior; sistemas isolados – aqueles que não podem trocar nem matéria nem energia com o mundo exterior; sistemas fechados – aqueles que podem trocar energia, mas não matéria (ENCICLOPEDIA EINAUDI, 1993).

Muitos pesquisadores fazem uma analogia entre o sistema urbano e um organismo vivo – pois metaforicamente há a entrada, os processos internos e a saída – colocando a cidade como um ente, ou como agente responsável por diversos problemas ambientais.

Herbert Girardet (apud ROGERS, 2001) afirma que as cidades são altos consumidores de recursos (renováveis e não-renováveis) e excretoras de rejeitos que causam poluição. Avança, porém em sua avaliação sobre a cidade, ao colocar que nela ocorre um “metabolismo linear” representado na Figura 2.2:

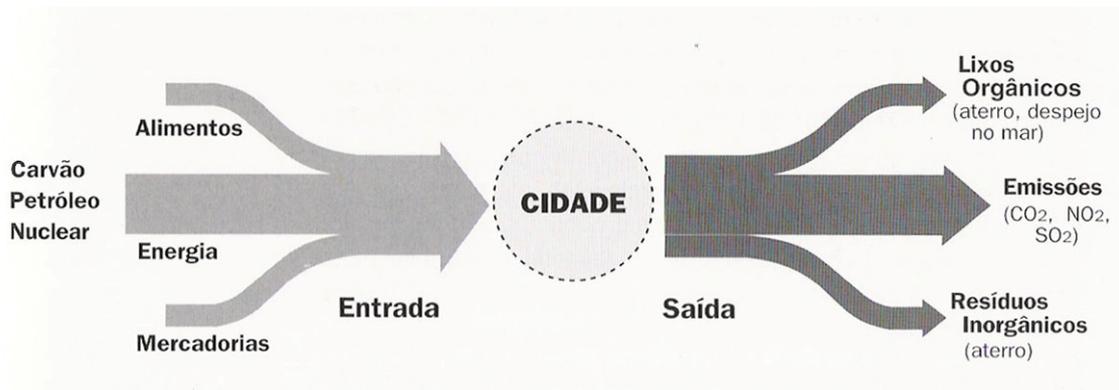


Figura 2.2 – Cidades com metabolismo linear consomem e poluem em alto grau
Fonte: ROGERS, 2001, p.2/31.

Tickell (apud ROGERS, 2001) lembra que a Terra não tem capacidade ilimitada para absorver os resíduos e lixo – devido ao surgimento de aterros do mundo industrial, ao transporte intercontinental de resíduos tóxicos e ao crescente aumento da contaminação dos lençóis d’água subterrâneos – sinalizando para a falta de sustentabilidade do modo de vida atual.

Em contraposição à situação atual, Rogers (2001) propõe pensar a cidade como um sistema ecológico, que traz implicações no planejamento das cidades e no gerenciamento do uso de seus recursos. Conforme Herbert Girardet, “[...] a solução está na busca de um ‘metabolismo’ circular nas cidades” (Figura 2.3) em substituição ao metabolismo linear (Figura 2.2), cuja característica é um alto grau de consumo e poluição (ROGERS, 2001, p. 2/30).

Ocorre que as ações de mudança independem do ente “cidade” que, por não ser um organismo, estão subordinadas à alteração do comportamento dos reais promotores de ações no urbano, o ser humano.

No metabolismo circular o consumo é reduzido pela implementação de eficiências e pela maximização da reutilização dos recursos. São premissas “[...] reciclar materiais, reduzir o lixo, conservar os recursos não-renováveis e insistir no consumo dos renováveis” (ROGERS, 2001, p. 2/30).

Com a adoção de processos circulares de uso e reutilização, a eficiência global do núcleo urbano é aumentada e seu impacto no meio ambiente reduzido (ROGERS, 2001).

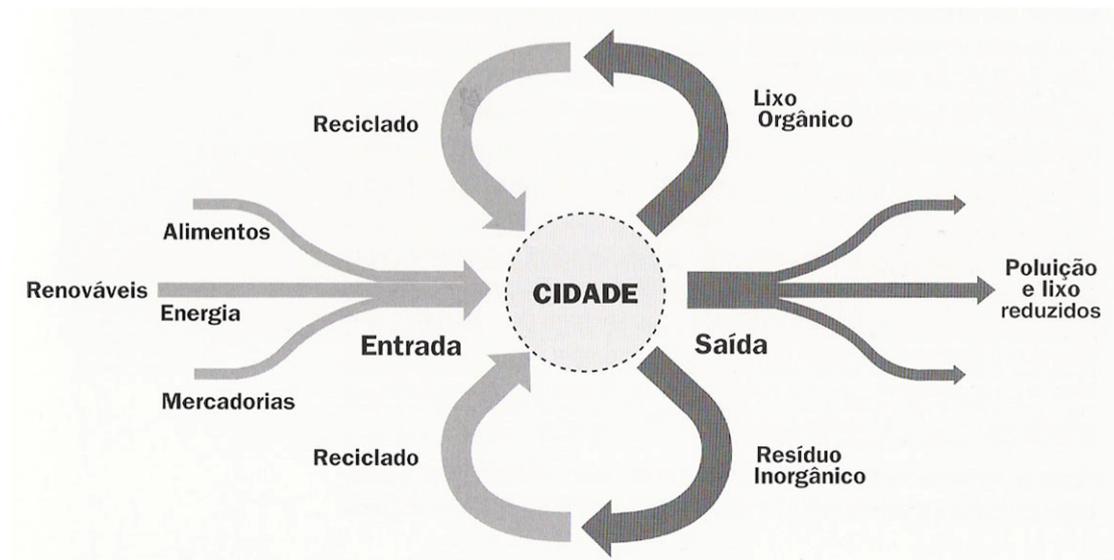


Figura 2.3 – Metabolismo circular das cidades – minimização das novas entradas de energia e maximização da reciclagem
 Fonte: ROGERS, 2001, p.2/31.

A introdução de um metabolismo circular nas cidades, conforme apresentado por Rogers, pode ser uma importante ferramenta para redução do legado dos impactos para as futuras gerações.

No que se refere especificamente aos resíduos sólidos gerados a meta é minimizar a quantidade de resíduos dispostos na natureza, sendo um dos meios a ampliação da reciclagem³. Com a redução do volume de resíduos dispostos em aterro, as futuras gerações não terão de conviver com uma infinidade de áreas de uso restrito, aterros encerrados ou mesmo *brownfields sites*⁴ encravados na malha urbana, locais de risco de eventual poluição do ar, solo e água.

Um mau equacionamento da problemática dos resíduos sólidos pode se constituir em um elemento comprometedor da sustentabilidade da cidade, tornando-se um óbice ao seu contínuo desenvolvimento.

Para Rogers (2001, p. 2/53),

[...] construir uma cidade sustentável requer uma dimensão holística de planejamento que considere todos os fatores que constituem as necessidades econômicas, físicas e sociais de uma comunidade e as relacione ao meio ambiente maior. Este tipo de planejamento necessita uma análise comparativa de população, energia, água, transporte, topografia, emprego e, mais importante, tecnologia e cultura locais.

Manter a ordem em uma cidade não significa torná-la sustentável, mas, sendo ela sustentável, os gastos energéticos para manutenção da ordem serão

³ Em se tratando dos resíduos depois de gerados, pois a busca pela minimização da geração de resíduos precede a reciclagem.

⁴ O termo *brownfield site* é utilizado para as porções de áreas que possuem ou podem possuir substâncias perigosas, poluentes ou contaminantes. Os lixões e alguns aterros de resíduos encerrados estão incluídos nessa definição (USEPA, 200-).

menores, quando comparados a um ambiente sem os princípios da sustentabilidade.

Independentemente da busca de sustentabilidade, sempre se procurou alcançar a ordem no ambiente urbano e esforços têm sido envidados com este fim, apesar da tendência de desordem claramente definida na Segunda Lei da Termodinâmica.

2.2 ENTROPIA E ORDEM URBANA

De acordo com a Segunda Lei da Termodinâmica, a redistribuição da quantidade total de energia no universo tende a enfraquecer. Assim, os corpos quentes esfriam, mas os corpos frios não se aquecem de modo espontâneo. “Os processos naturais têm tendência a progredir na direção de um aumento da desordem, e esta desordem é medida pela entropia⁵”. A entropia aumenta constantemente (LOVELOCK, 1988, p. 38).

Clausius enunciou dois princípios: o da conservação de energia e o do crescimento da entropia, que “[...] apresentam-se como princípios fundamentais, válidos para a totalidade dos processos naturais” (ENCICLOPÉDIA EINAUDI, 1993).

Segundo Clausius⁶ (apud AURANI, 1985, p. 81) “A entropia do universo luta por atingir um valor máximo”. Segundo Bollini (1975, p. 430) o 2º Princípio da Termodinâmica pode ser expresso na afirmação: “a entropia de um sistema isolado⁷ nunca diminui”. Caratheodory (apud AURANI, 1985, p. 90) anunciou: “Um sistema isolado que sofrer uma evolução não pode mais voltar ao seu estado inicial”.

A tendência natural, e irreversível nos sistemas isolados, somente pode ser controlada, ou combatida com a introdução de energia. Felizmente os planetas e a Terra, em particular, são sistemas abertos, recebendo diariamente grandes quantidades de energia solar, empregada no sentido de diminuir a entropia existente.

Mesmo quando se trata de sistemas abertos, o conceito de entropia é útil. De fato a entropia é a medida da desordem, e quanto maior a desordem de um sistema, maior a entropia. “Quanto maior for a ordem, menor a entropia” (LOVELOCK, 1988, p. 37).

De um lado, o lixo é a expressão máxima da desordem, pois nenhuma das substâncias que nele se encontram é, em si mesma, lixo. De outro lado, a cidade e as megacidades pretendem ser partes do território que, para atender suas finalidades, devem preservar ao máximo a sua ordem interna. Conforme explica Serra (2004), o afastamento dos resíduos sólidos da cidade é um processo de afastamento da desordem visando preservar a sua ordem interna

⁵ Entropia – Função termodinâmica de estado, associada à organização espacial e energética das partículas de um sistema, é medida pela integral do quociente da quantidade infinitesimal do calor trocado reversivelmente entre o sistema e o exterior pela temperatura absoluta do sistema (FERREIRA, 1994).

⁶ O Conceito de entropia foi definido por Clausius em 1867.

⁷ Cf. nota 2 deste capítulo.

(informação oral)⁸. A manutenção da ordem interna na cidade exigirá grandes quantidades de energia, o que, no presente contexto se traduz em recursos financeiros.

Nas cidades, esse empenho pode ser verificado no estabelecimento de normas que regem as construções, nos padrões geométricos utilizados nas edificações, na organização do uso do espaço, na distribuição de energia, água e informações, no controle do trânsito, e nas atividades que buscam remover tudo o que perturba a ordem: os resíduos, a criminalidade e a poluição (SERRA; RUBERG, 2002).

Lovelock justifica a possibilidade de evitar a tendência à decadência implícita na segunda lei, citando as palavras do físico Bernal (apud LOVELOCK, 1988, p. 41) que afirma que a vida faz parte de uma

[...] classe de fenômenos que são sistemas reacionais, abertos ou contínuos, capazes de fazer baixar a sua entropia interna, usando para isso a energia livre, que retiram do meio ambiente, e que subseqüentemente rejeitam numa forma degradada.

“Através do acto de viver, o organismo está constantemente a criar entropia e a lançá-la para lá dos seus limites.” Um exemplo está no ato de respirar, no qual o homem lança no ar o que não utiliza, com elevados níveis de entropia. Lovelock usa a expressão “excreção de entropia”, ao se referir a excrementos e poluição (LOVELOCK, 1988, p. 41).

Essa atitude de afastar a desordem – “exportar” a entropia – também pode ser identificada no comportamento do homem perante os resíduos que gera. Durante muito tempo os resíduos foram eliminados através do simples afastamento (os depósitos de resíduos eram localizados além das fronteiras urbanas). Outra prática adotada era a queima dos resíduos, com redução do volume dos resíduos a serem dispostos.

Durante a primeira metade do século XX, como os resíduos sólidos não eram considerados um grande problema urbano, poucos recursos eram alocados para seu gerenciamento.

Com o crescimento das cidades e os processos de conurbação urbana, o afastamento dos resíduos (minimização da entropia) vem se tornando uma possibilidade cada vez mais difícil, pois a mancha urbana tem se espalhado e os locais de disposição tiveram seu entorno incorporados pelos bairros periféricos.

Além disso, o crescimento da cidade implica no aumento dos resíduos e na necessidade de ampliação das áreas destinadas à disposição final. As megacidades e grandes conurbações urbanas apresentam diversos problemas urbanos que, muitas vezes são agravados pela estrutura de gerenciamento dos resíduos.

⁸ Informação oral fornecida pelo Prof. Geraldo Serra, no mês 09/2004.

2.3 MEGACIDADES E PROBLEMAS URBANOS

O mundo está cada vez mais urbanizado e o surgimento e o crescimento das megacidades e das grandes conurbações urbanas têm despertado especialistas e estudiosos para os problemas decorrentes desses processos.

Já na década de 60, Peter Hall (1965) discorre sobre os sete grandes complexos urbanos⁹ existentes e seus principais problemas. À época, a área metropolitana de São Paulo era detentora da 17ª maior população mundial, abaixo da população residente na metrópole do Rio de Janeiro (HALL, 1965).

O crescimento populacional nos centros urbanos e a consolidação das megacidades e conurbações urbanas fazem parte das tendências mundiais e variadas estimativas populacionais foram projetadas.

Segundo as Nações Unidas, a previsão é que, no ano de 2015, a população urbana nos países em desenvolvimento ultrapasse a população rural. Enquanto em 1975 apenas 34% da população mundial vivia em centros urbanos, a projeção para 2005 é de que 61% da população mundial habitará a área urbana, ou seja, mais de 5 bilhões de pessoas (WORLD BANK, 1996).

Prevê-se que no ano de 2015, cada grande cidade – com mais de 500.000 habitantes – abrigará um em cada quatro habitantes, e que um em cada dez habitantes viverá em uma megacidade – com população superior a 5 milhões de habitantes (WORLD BANK, 1996).

Destacam-se, entre as megacidades, aquelas com mais de 10 milhões de habitantes. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU) (apud SCHUBERT, 2002), em 1975, o mundo contava com apenas 5 cidades desse porte; em 2000 esse número aumentou para 19 e, segundo projeções, o mundo deve comportar, em 2015, 23 megacidades que abrigarão, cada uma, mais de 10 milhões de pessoas. A megacidade de São Paulo, ou região metropolitana de São Paulo, está incluída nesta relação (tabela a seguir).

⁹ Londres, Paris, Randstad Holandês, Rhin-Ruhr, Moscou, Nova Iorque e Tóquio (HALL, 1965).

Tabela 2.1 – População residente em megacidades¹⁰ nos anos de 1975 e 2000 e estimativa para 2015

Cidade – 1975	População (milhões de habitantes)	Cidade – 2000	População (milhões de habitantes)	Cidade – 2015	População (milhões de habitantes)
Tóquio	19,8	Tóquio	26,4	Tóquio	26,4
Nova Iorque	15,9	Cid. México	18,1	Bombaim	26,1
Xangai	11,4	Bombaim	18,1	Lagos, Nigéria	23,2
Cid. México	11,2	São Paulo	17,8	Dacar, Bangladesh	21,1
São Paulo	10,0	Xangai	17,0	São Paulo	20,4
		Nova Iorque	16,6	Karachi, Paquistão	19,2
		Lagos, Nigéria	13,4	Cid. México	19,2
		Los Angeles	13,1	Xangai	19,1
		Calcutá	12,9	Nova Iorque	17,4
		Buenos Aires	12,6	Jakarta	17,3
		Dacar, Bangladesh	12,3	Calcutá	17,3
		Karachi, Paquistão	11,8	Delhi	16,8
		Delhi	11,7	Metro Manila	14,8
		Jakarta	11,0	Los Angeles	14,1
		Osaka	11,0	Buenos Aires	14,1
		Metro Manila	10,9	Cairo	13,8
		Beijing	10,8	Istambul	12,5
		Rio de Janeiro	10,6	Beijing	12,3
		Cairo	10,6	Rio de Janeiro	11,9
				Osaka	11,0
				Tianjin	10,7
				Hiderabad	10,5
				Bangkok	10,1

Fonte: UN Population Division, 2000 apud SCHUBERT, 2002.

De acordo com as Nações Unidas, nos países em desenvolvimento as megacidades sofrerão um adensamento urbano cada vez mais significativo. Em 1995, 28 (74%) das 38 megacidades existentes localizavam-se em países em desenvolvimento, em 2015, a projeção desse valor é 59 (83%) das 71 megacidades estimadas (WORLD BANK, 1996).

Independentemente do nível de desenvolvimento do país em que as megacidades estão situadas, podem ser enumeradas algumas características comuns a este tipo de aglomeração urbana:

- constituem-se em áreas de grande demanda concentrada por energia, água, alimentos e insumos diversos;
- são grandes produtoras de resíduos sólidos e líquidos e de poluição atmosférica, formando também significativas manchas de calor;
- implicam em limitações do espaço físico e, em decorrência, há elevação do preço dos terrenos no interior e no entorno delas;
- estão quase sempre às voltas com problemas de transporte, de bens e de pessoas.

¹⁰ Neste estudo são apresentadas somente as megacidades com população acima de 10 milhões de habitantes. O termo megacidade aqui utilizado significa a cidade núcleo mais os municípios a ela conurbados.

Um dos recursos que se apresenta como dos mais escassos nas megacidades é o solo – espaço físico que comporta as funções de habitação, trabalho, lazer, deslocamento, entre outros. Mumford (1998), referindo-se à escassez de solo disponível nas megacidades, enumera, dentre outras, a falta de espaço para habitações, escritórios, escolas e, até mesmo, para os mortos, a quem falta espaço nos cemitérios.

A escassez de espaço traduz-se em elevação do preço dos terrenos, às vezes a níveis proibitivos, acabando por implicar no afastamento de atividades que precisam de grandes áreas, como certas indústrias. Enquanto o século XIX assistiu a transformação de grandes cidades em centros de concentração industrial, hoje assistimos o seu afastamento, transformando as cidades em centros de prestação de serviços.

Conforme apresenta Mumford (1998) um dos limites físicos à expansão metropolitana é a quantidade de terra que a mesma dispõe antes de se fundir e/ou se misturar com a próxima cidade. Por isso, as conurbações, que na tese são denominadas megacidades, são produto da fusão de muitos núcleos urbanos menores.

Os congestionamentos e outros problemas de trânsito também são comuns em megacidades, devido ao indispensável deslocamento de grande número de pessoas, mercadorias e informações. Grandes distâncias a serem percorridas implicam num alto custo, tanto de tempo como de dinheiro. De acordo com Mumford o custo dos transportes pode ser um limitador da expansão da metrópole, quando o “aumento da distância a partir do centro chega a um ponto em que o impulso gravitacional da metrópole se enfraquece, de tal maneira que favorecerá o transporte para outros centros mais acessíveis [...]” (MUMFORD 1998, p. 591).

Cidades como a Cidade do México e São Paulo adotaram o rodízio de veículos, inicialmente para diminuir os problemas de poluição do ar. No entanto, a proibição da circulação de veículos vem sendo mantida devido aos benefícios advindos da redução dos congestionamentos e do aumento da velocidade média de deslocamento. É importante lembrar que os engarrafamentos na capital paulista, nos horários de pico de trânsito da tarde, chegam a 180 km nas avenidas e vias expressas (SERRA; ABIKU; RUBERG, 2003).

Mumford (1998, p. 591) apresenta uma terceira condição que limita fisicamente a expansão metropolitana: “a quantidade de água que pode ser fornecida a uma massa demográfica, sem prejuízo de um vizinho competidor”.

Grande parte da água utilizada para abastecer a cidade de São Paulo provém de bacias hidrográficas localizadas fora do limite municipal. Ainda há contribuição de águas vindas da região sul do estado de Minas Gerais através de rios e reservatórios interligados (SABESP, 1989).

Finalmente, as megacidades são grandes produtoras de resíduos líquidos e sólidos. Como o consumo de recursos e geração de resíduos e esgotos, são significativamente maiores e mais concentrados nas megacidades do que nas cidades pequenas e médias, a estrutura para o seu tratamento e afastamento é

bem maior, como maiores também são os possíveis danos ao meio ambiente, decorrentes da disposição de resíduos e da poluição da atmosfera.

O gerenciamento dos resíduos sólidos é um dos maiores problemas, da atualidade, a ser enfrentado nas megacidades. O volume e peso dos resíduos gerados aumentam a cada dia e o seu correto gerenciamento está subordinado à existência de uma adequada estrutura de coleta, transporte e destinação que se torna mais complexa à medida que se tem mais resíduos e cidades maiores.

É interessante destacar que a questão dos resíduos nas megacidades tem relação direta com os elementos apresentados anteriormente: a quantidade de resíduos está associada ao consumo de produtos, gerados em grande quantidade porque o consumo é muito elevado; a estrutura de coleta e transporte desse grande volume de resíduos afeta o sistema viário, podendo significar maiores congestionamentos e problemas de tráfego; as unidades destinadas às atividades do gerenciamento dos resíduos sólidos ocupam algumas das escassas áreas urbanas, sendo o problema agravado quando se requer grandes áreas para aterros sanitários.

