

## RISCOS AMBIENTAIS URBANO

Waldir Macho La Rubbia e Afonso Rodrigues de Aquino  
 Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN-CNEN/SP  
 waldirlarubbia@usp.br; araquino@ipen.br

### RESUMO

*O aquecimento global é consequência das ações humanas no gerenciamento das cidades. O desmatamento, a impermeabilização do solo, a poluição do ar e os materiais utilizados nas grandes construções, compõem os fatores responsáveis pela mudança do clima. O planejamento das cidades, além de levar em consideração os fatores econômicos, deve avaliar os impactos ambientais que interferem na saúde e na qualidade de vida.*

**Descritores:** *Aquecimento global, impactos ambientais, planejamento das cidades e qualidade de vida.*

### ABSTRACT

*Global warming is the result of human actions in the management of cities. Deforestation, soil sealing, air pollution and the materials used in large buildings, make up the factors responsible for climate change. The planning of cities, besides taking into account economic factors, assess the environmental impacts that affect the health and quality of life for residents.*

**Keywords:** *Global warming, environmental impacts, urban planning and quality of life.*

### INTRODUÇÃO

Muito se discute sobre o aquecimento global. Mas, qual é a nossa participação no desenvolvimento deste processo? Qual a contribuição, da parcela da humanidade que vive nos centros urbanos? Quais as opções adotadas para o futuro das cidades, por seus habitantes e administradores, que interferem

no clima e que poderão mudar a qualidade de vida das futuras gerações?

### MATERIAIS E MÉTODOS

As responsabilidades na proteção ao meio ambiente estão divididas entre os órgãos federais, estaduais e municipais. O ordenamento do uso e ocupação do solo urbano é uma responsabilidade municipal. Cabe ao Município organizar o mapeamento dos riscos urbanos, conhecer suas localizações, seus impactos e o planejamento das medidas de mitigação e controle [1].

Rachel Carson, através do livro "Primavera Silenciosa", publicado em 1962, alertou sobre as conseqüências provocadas pelo desenvolvimento que não levam em consideração os impactos ambientais que podem causar.

Em 1987, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – CMMAD, da Assembléia Geral das Nações Unidas, apresentou o conceito de desenvolvimento sustentável, definindo que o atendimento às necessidades do presente deve ser realizado sem comprometer as necessidades das gerações futuras [2].

A Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento - CNUMAD, em 1992, no Rio de Janeiro, apresentou a Declaração do Rio de Janeiro sobre Meio Ambiente e o Desenvolvimento, a Convenção sobre Mudanças Climáticas, a Convenção da Biodiversidade e a Agenda 21.

A Declaração do Rio de Janeiro endossou o conceito de desenvolvimento sustentável, lançado em 1987 enquanto que, a Agenda 21 lançou um padrão de desenvolvimento que concilia proteção

ambiental e eficiência econômica, com justiça social.

A ineficiente locação dos edifícios, concentração ou dispersão dos seus habitantes e movimentos, contaminação do ar, impermeabilização do solo, incapacidade do poder público em atender as necessidades da população, causam alterações da temperatura ambiente [3].

A temperatura é o elemento que define o clima, variando ao longo do dia, conforme a altura do Sol, a altitude, a latitude, a estação do ano, a umidade e os ventos. A umidade aumenta pela evaporação da água dos lagos, rios e pela transpiração das plantas. A transição da água do estado líquido para o estado de vapor, e vice-versa, ocorre através da troca de calor, absorvendo ou cedendo energia ao meio ambiente e agindo como um regulador térmico. A quantidade de água dos mananciais superficiais ou subterrâneos depende da intensidade das chuvas e do coeficiente de escoamento superficial que varia com a permeabilidade do solo [4].

A quantidade de água dos mananciais, sendo limitada pela alimentação do sistema aquífero, apresenta queda progressiva do perfil freático, provocada pelo uso excessivo [5].

Em terrenos com grande cobertura vegetal a permeabilidade chega a atingir somente 20% [4].

A contribuição da vegetação no ciclo hidrológico se dá através da evaporação de 97 a 99% da água absorvida. Para cada 1 quilo de material seco produzido pela maioria das plantas são devolvidos ao ambiente, pela transpiração, 500 quilos de água [5].

No sistema urbano de abastecimento da água, após o uso, a água retorna a rios e lagos não recebendo tratamento que lhe devolva a mesma qualidade da água bombeada inicialmente, degradando assim os ecossistemas aquáticos, causando desastres ecológicos, perturbações estéticas e danos à saúde [5].

A quantidade de calor descarregada nas águas, pelas ações antrópicas, representa uma fração mínima da energia solar que incide na superfície terrestre. Contudo, o calor descarregado concentrado, é suficiente para provocar a mortandade da

fauna e flora marinhas devido às alterações de propriedades físicas da água como a diminuição do teor de oxigênio dissolvido. O aumento da temperatura da água causa diminuição da densidade (camadas de água aquecida localizam-se acima das camadas de água fria), diminuição da viscosidade (águas quentes fluem mais rapidamente do que as frias), aumento da pressão de vapor (maior evaporação) [5].

Segundo a Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005, parágrafo 4º, a temperatura dos efluentes, lançados nos rios e lagos, deve ser inferior a 40°C, sendo que a temperatura do corpo receptor não deve exceder 3°C na zona da mistura.

A atmosfera é formada pela troposfera (camada estabelecida do nível do solo até 10 e 15km de altura), estratosfera (localizada acima da troposfera até 50km de altura, onde está a camada de ozônio), mesosfera (camada situada entre 50 e 80km de altura) e termosfera ou ionosfera (camada acima da mesosfera até 190km). A composição do ar contida na troposfera é: 78% de nitrogênio, 20,95% de oxigênio, 0,93% de argônio, 0,03% de dióxido de carbono e outros componentes em quantidades menores [6].

As atividades antrópicas têm contribuído para a poluição do ar através do lançamento na troposfera de substâncias que interferem na saúde, segurança e bem estar do homem. O ar urbano apresenta como principais poluentes: monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos, oxidantes fotoquímicos, gás fluorídrico, amônia, gás sulfídrico, pesticidas, herbicidas, substâncias radioativas, material particulado, amianto e metais. O dióxido de carbono ou gás carbônico, o metano e os clorofluorcarbonados, gases ricos em carbono lançados pelas atividades do homem na troposfera, são os responsáveis pelo efeito estufa [6].

Este efeito surge devido à energia luminosa do Sol ser composta por ondas curtas que ultrapassam com facilidade a camada de dióxido de carbono existente na atmosfera, enquanto que, as ondas mais longas, como a da radiação infravermelha, de energia calorífica, são absorvidas pelo dióxido de carbono, metano, ozônio e clorofluorcarbonados, aumentando a temperatura da Terra [5].

Este aumento da temperatura do planeta será crescente com o aumento do afastamento da linha equatorial, atingindo o ponto máximo da elevação das temperaturas nos pólos, causando degelo das calotas polares, aumento dos volumes dos oceanos e inundações [6].

A dispersão da poluição do ar depende de certas condições ambientais como a queda da temperatura, dos ventos, da topografia e da chuva. Uma das condições desejáveis para a dispersão dos poluentes é que a temperatura da troposfera seja continuamente mais fria à medida que se sobe [5].

Durante os períodos de inverno, pode ocorrer o resfriamento do solo e o aquecimento das camadas superiores de ar fazendo com que o ar junto ao solo não suba, não permitindo assim a renovação de ar, tornando-o cada vez mais poluído e causando a chamada inversão térmica [6].

A dispersão dos poluentes depende diretamente do vento existente em locais abertos e de brisas freqüentes. A topografia natural ou artificial influencia na circulação dos ventos, num fluxo contra uma montanha os poluentes se concentram, em um fluxo contra edifícios cria-se turbulência capaz de diluir a poluição. A chuva retém os poluentes em suas gotas [5].

O vento é gerado por diferenças de temperatura existentes entre as massas de terra e água, entre as montanhas e as planícies e também entre as regiões equatoriais e os pólos [7].

A não uniformidade da temperatura na superfície terrestre gera diferenças de temperatura na atmosfera que existem, principalmente, devido à orientação do planeta no espaço e seus movimentos de rotação e translação que distribuem diferentemente a energia solar na superfície do planeta [8].

Diariamente, o movimento de rotação distribui o ciclo de aquecimento e resfriamento. Mas, a superfície da Terra não responde a estas variações igualmente. Os oceanos aquecem mais lentamente que os continentes formando grandes massas de ar quentes ou frias. A colisão destas massas de ar gera os ventos [9].

As regiões tropicais recebem os raios

solares quase que perpendicularmente e por isso são mais aquecidas do que as regiões polares, desta forma, o ar quente das regiões tropicais tende a subir pela diminuição da densidade, sendo substituído pelas massas de ar frio que se deslocam das regiões polares [10].

Durante o dia, a reflexão dos raios solares sobre os continentes, aumenta a temperatura do ar formando-se a brisa marítima que sopra do mar para a terra. À noite, a temperatura do continente cai mais rapidamente do que a temperatura dos oceanos, originando-se a brisa terrestre que sopra da terra para o mar e apresenta intensidade menor do que a brisa marítima devido às menores diferenças de temperatura do período noturno [10].

Os ventos locais, resultantes de condições específicas como as dos vales e montanhas, fazem com que, durante o dia, o ar quente das encostas se eleve e o ar mais frio desça sobre o vale para substituir o ar que subiu. Durante a noite a situação é revertida, o ar frio desce se acumulando nos vales e o ar quente sobe para substituir o ar frio que desceu [10].

A velocidade dos fluidos em movimento aumenta de acordo com o afastamento das superfícies. A velocidade dos ventos, da mesma forma, aumenta diretamente com o aumento da altura em relação à superfície terrestre. A velocidade dos fluidos ainda depende da rugosidade das superfícies que os contem. A velocidade dos ventos depende da rugosidade dos terrenos. Os terrenos planos apresentam baixa rugosidade favorecendo as altas velocidades, enquanto que, os terrenos que apresentam irregularidades diminuem a sua velocidade junto à superfície. As áreas urbanas estão classificadas como superfícies que apresentam alta rugosidade devido à grande quantidade de construções e, portanto, apresentam ventos com baixas velocidades a baixas alturas [8].

Os padrões de qualidade para o ar no Brasil estão estabelecidos pela Resolução Conama nº 003 de 28 de junho de 1990, onde são definidos padrões primários (concentrações acima das quais pode haver dano à saúde), padrões secundários (concentrações abaixo das quais se prevê o mínimo efeito

adverso à saúde) e os episódios agudos de poluição do ar que são classificados em níveis de atenção, alerta e de emergência [6].

Um índice de qualidade do ar – IQA, é calculado para cada contaminante. Para IQA situado entre 0 e 50 a qualidade do ar é considerada boa, entre 51 e 100 regular, entre 101 e 199 inadequada, entre 200 e 299 má, entre 300 e 399 péssima e para valores acima de 400 é considerada crítica. Quando em nível de atenção e alerta idosos e portadores de limitações cardiovasculares devem permanecer em casa e evitar esforços físicos, em nível de esta instrução é dirigida para toda a população [6].

O monitoramento da qualidade do ar não deve somente se limitar à análise, a pesquisa da emissão também é importante porque os poluentes podem ser emitidos de modo intermitente e o conhecimento do agente emissor facilita a elaboração do plano de controle [5].

Os critérios para a localização da estação de medição devem levar em consideração a área mais poluída, a região mais povoada, o local de entrada do ar para a região, as perspectivas de desenvolvimento, serem instaladas entre 3 e 6m de altura, distantes de obstáculos e chaminés [6].

O uso particular ou público do solo consiste na maioria das origens dos problemas ambientais, também interferindo na temperatura, uma vez que a classificação e localização das zonas da cidade definem a intensidade de uso do transporte público e individual e a quantidade de lançamento de poluentes no meio ambiente [5].

A NBR 10004 classifica os resíduos, de acordo com o potencial de risco que podem causar ao meio ambiente em: Classe 1 (perigosos), Classe 2 (não inertes, mas que não se classificam na Classe 1) e Classe 3 (inertes) [11].

São considerados resíduos perigosos aqueles que possam por em risco a saúde da população ou o meio ambiente [11].

Nestes termos, são perigosos os resíduos biomédicos, os resíduos químicos orgânicos persistentes (bifenilas policloradas, pesticidas e dioxinas), os inorgânicos (compostos de mercúrio, chumbo, cádmio e arsênio), os resíduos radioativos (lama, borra, líquido, metal, madeira, tecido, papel, plástico,

vidro, combustível nuclear irradiado) [6].

Também são considerados perigosos resíduos domiciliares como: tintas, solventes, pigmentos, vernizes, pesticidas, inseticidas, repelentes, herbicidas, óleos lubrificantes, fluidos de freio e transmissão, baterias, frascos de aerossóis, pilhas e lâmpadas fluorescentes [11].

Os resíduos quando mal tratados ou não tratados podem poluir a água, o solo, o ar, contribuir para o desenvolvimento de vetores transmissores de doenças, transformando-se em uma ameaça para a saúde e, mesmo quando não queimados, produzir metano, um dos gases que causam o efeito estufa [5].

A classificação dos resíduos ainda pode ser realizada de acordo com a sua origem em: domiciliar, comercial, público, hospitalar, provenientes dos terminais de transportes, industrial, agrícola e entulho. Os de origem domiciliar, comercial (até o limite de 50kg) e pública são de responsabilidade de gerenciamento dos municípios, enquanto os demais são de responsabilidade dos respectivos geradores [11].

Uma pessoa gera uma quantidade diária de lixo de 0,4 a 0,7kg, conforme dados do Departamento de Limpeza Urbana do Município de São Paulo – Limpurb, valor que exclui os grandes geradores de resíduos, composto por 57,5% de matéria orgânica, 11,1% de papel, 1,3% de embalagem longa-vida, 16,8% de plástico, 1,5% de materiais ferrosos, 0,7% de materiais não-ferrosos, 4,1% de tecidos, 0,1% de pilhas e baterias, 1,8% de vidros, 0,7% de terra e pedra, 1,6% de madeira e 1% de outros materiais [6].

O sistema de varrição de ruas, importante por prevenir enchentes e o assoreamento dos rios, depende diretamente do uso e ocupação do solo [11].

No sistema de coleta de lixo urbano, os resíduos são despejados em recipientes, acondicionados em sacos plásticos, levados para fora dos edifícios, transportados manualmente para a traseira de caminhões (definidos pela NBR-12980 como coletores compactadores, com capacidade máxima para 15m<sup>3</sup> ou 3,7t) que comprimem cada 250 ou 300kg de resíduos do volume de 5m<sup>3</sup> para 1m<sup>3</sup>. Quando o caminhão está com a carga completa segue para uma estação de transferência onde é realizado o transbordo,

para caminhões maiores (com capacidade entre 40 e 60m<sup>3</sup>) que viabilizam economicamente o transporte para o destino final e triagem, localizados a grandes distâncias dos centros urbanos [5].

As operações de transbordo para veículos maiores, triagem e reciclagem são realizadas em locais isolados devido ao mau cheiro e a proliferação de insetos [6].

A coleta de lixo utiliza um processo primitivo, se comparado com os sofisticados métodos produção utilizados atualmente. As ruas ficam congestionadas pelos caminhões, o lixo fica espalhado pelo solo e o barulho dos caminhões aumenta a poluição urbana [5].

Os resíduos sólidos podem ser reutilizados como produto similar (reciclagem do papel e vidro), como produto diferente (reciclagem de matéria orgânica em adubo), ter o peso e volume diminuídos através da incineração, ou ainda, serem encaminhados para lixão ou aterros [5].

Faz parte do gerenciamento dos resíduos, a análise e a implementação de ações para a diminuição das quantidades a serem enviadas para o destino final, diminuição de custos e eliminação da periculosidade em relação ao meio ambiente [11].

No aterro sanitário a disposição dos resíduos é realizada sobre o terreno, recoberto diariamente com solo do próprio local, evitando a presença de insetos e roedores, a movimentação de máquinas compacta o material, o lixo se degrada produzindo metano e chorume que são recolhidos e tratados. No aterro sanitário energético o metano é utilizado como combustível para a geração de energia elétrica [6].

Nos incineradores, devem ser instalados equipamentos adicionais de controle da poluição do ar, no caso da formação de gases tóxicos e partículas como furanos e dioxinas (provenientes de materiais que possuem cloro), óxidos de nitrogênio, amônia, aldeídos, éteres, compostos de silicone, sódio, potássio e magnésio [5].

Um incinerador, além de permitir a recepção e armazenagem adequada do lixo, deve apresentar sistemas de aproveitamento do calor gerado na combustão, remoção de poeira e purificação dos gases [6].

A incineração é a alternativa utilizada como a melhor solução para o tratamento dos resíduos tóxicos, inflamáveis, óleos não recicláveis, defensivos agrícolas não recuperáveis e produtos químicos como resíduos orgânicos compostos por carbono, hidrogênio, oxigênio e com teores de cloro inferiores a 30% [6].

O entulho proveniente da construção civil, quando depositado em encostas pode provocar deslizamentos ou, quando no fundo dos vales, pode provocar obstrução ao escoamento e inundação. Para evitar tais situações, o entulho deve ser destinado aos aterros de inertes, aliviando o aterro sanitário, podendo ser reciclado e utilizado como material agregado a argamassas e concretos não estruturais [11].

A proteção do solo contra a erosão é realizada por depósitos de detritos de origem vegetal ou pela cobertura vegetal, cujas folhas interceptam as gotas de chuva diminuindo a sua energia, impedindo que atinjam diretamente o solo, fazendo com que a água por elas retida vaporize para a atmosfera e permitindo que a maior parte da água que chega à superfície seja absorvida. A proteção do solo ainda pode ficar comprometida quando a cobertura vegetal é constituída somente por árvores com mais de nove metros de altura necessitando, neste caso, de cobertura vegetal adequada ou de detritos compostos por folhas [4].

O crescimento intenso e rápido, vivido a partir da Revolução Industrial, ocorreu com falhas de planejamento e políticas públicas inadequadas, gerando problemas ambientais, sociais e de qualidade de vida. As conseqüências deste processo de desenvolvimento, que desconsiderou os fatores que interferiam no meio ambiente, para permitir o cumprimento de metas de prazos e custos, provocaram a contaminação do solo (por aterros de resíduos sólidos inadequados, derramamento e deposição de produtos químicos), destruição da cobertura vegetal nativa (pelas construções e sistemas viários), contaminação das águas subterrâneas (pelo esgoto sanitário e industrial), poluição do ar (devido à concentração de veículos, indústrias, estabelecimentos comerciais e de serviços, responsáveis pela emissão de gases),

poluição sonora (devido ao tráfego intenso e à falta de políticas para uso e ocupação do solo) e alterações na temperatura ambiente (provocadas pelo calor absorvido por estruturas prediais, áreas impermeabilizadas e aumento da poluição) [12].

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os riscos ambientais urbanos são provenientes do uso e ocupação do solo urbano. Ocorrem devido à ocupação desordenada, contaminação química proveniente das instalações industriais/comerciais e da contaminação orgânica proveniente das instalações domiciliares. Os riscos decorrentes do uso e da ocupação do solo englobam:

1- A instabilidade das encostas, provocada pela ocupação desordenada;

2- As enchentes, provocadas pela impermeabilização do solo e espalhamento do lixo;

3- A contaminação química proveniente das indústrias por falta de responsabilidade, conscientização e legislação adequada;

4- A contaminação química domiciliar por falta de conscientização;

5- A contaminação orgânica, por falta de saneamento básico, coleta adequada e tratamento do lixo;

6- Aumento da temperatura global, pela queima de combustíveis fósseis, impermeabilização do solo e pelo uso dos materiais de construção em grandes obras [1].

## CONCLUSÃO

A correta resolução dos problemas exige recursos científicos, entretanto, para o controle ambiental são também necessárias decisões políticas que envolvam a população. Cada situação deve ser analisada e adaptada às condições físicas, sociais, políticas e econômicas existentes [5].

O planejamento das cidades baseado em considerações econômicas e setoriais deve ser realizado de forma abrangente, voltado para a avaliação dos impactos ambientais que interferem na saúde e na qualidade de vida dos habitantes [3].

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CORTEZ, H. Riscos Ambientais Urbanos. Artigo Publicado na Revista Mais Brasil, novembro de 2003. Disponível em: <http://www.camaradecultura.org/riscos-urbanos.pdf>. Acesso em 25 de setembro de 2009.
- [2] JOLY, C.A. Desenvolvimento Sustentável: a utopia possível? 2003. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/pt/editorial>. Acesso em 06 de setembro de 2009.
- [3] BANDEIRA, T.O. Infraestrutura e qualidade ambiental urbana: uma avaliação de municípios do estado do Tocantins a partir de indicadores sócio-ambientais. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Tocantins, 2009.
- [4] CARVALHO B. De. Ecologia e arquitetura. Editora Globo. Rio de Janeiro. 1984.
- [5] SEWELL H.G. Administração e controle da qualidade ambiental. Editora Edusp. São Paulo. 1978.
- [6] CASEIRO A.H. Curso de especialização em engenharia de segurança do trabalho. Proteção do meio ambiente. Centro Universitário Nove de Julho – Uninove. São Paulo. 2006.
- [7] AMBIENTEBRASIL. Energia eólica. Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br>. Acesso em 16 de novembro de 2007.
- [8] GALDINO, M.A.; SILVA, P.de C.da. Perguntas mais frequentes sobre energia eólica. 2004. Disponível em [http://cresesb.cepel.br/faq/faq\\_eolica.htm](http://cresesb.cepel.br/faq/faq_eolica.htm). Acesso em 19 de outubro de 2007.
- [9] FERREIRA, R; LEITE, B.M.da C. Aproveitamento de energia eólica, 2000. Disponível em: . Acesso em 6 de novembro de 2007.
- [10] TUTORIAL. O recurso eólico. 2006. Disponível em: [http://www.cresesb.cepel.br/tutorial\\_eolica.htm](http://www.cresesb.cepel.br/tutorial_eolica.htm). Acesso em 2 de novembro de 2007.

- [11] IPT; CEMPRE. Lixo municipal. Manual de gerenciamento integrado. Coordenação: Niza Silva Jardim e Christopher Wells. Instituto de Pesquisas Tecnológicas e Compromisso Empresarial para Reciclagem. Publicação IPT nº 2163. São Paulo. 1996.
- [12] VALLE, C. E. do; LAGE, H. Meio ambiente. Acidentes, lições e soluções, ed. 2. Editora Senac. São Paulo. 2004.