

Temas atuais em Mudanças Climáticas

para os Ensinos Fundamental e Médio

Organizadores

Pedro Roberto Jacobi
Edson Grandisoli
Sonia Maria Viggiani Coutinho
Roberta de Assis Maia
Renata Ferraz de Toledo

1ª edição

São Paulo
2015

Equipe

Organizadores:

Pedro Roberto Jacobi
Edson Grandisoli
Sonia Maria Viggiani Coutinho
Roberta de Assis Maia
Renata Ferraz de Toledo

Textos:

Adalgiza Fornaro
Alexander Turra
Ana Paula Freire
Cristiano Mazur Chiessi
Denise de La Corte Bacci
Edson Grandisoli
Fabio Luiz Teixeira Gonçalves
Francisco William da Cruz Júnior
Gina Rizpah Besen
Leandro Luiz Giatti
Luana Santamaria Basso
Luciana Vanni Gatti
Maria de Fátima Andrade
Michelle Simões Reboita
Paulo Artaxo
Pedro Roberto Jacobi
Renata Ferraz de Toledo
Roberta de Assis Maia
Simone Erotildes Teleginski Ferraz
Sonia Maria Viggiani Coutinho
Suellyn Garcia
Tércio Ambrizzi
Vanessa Empinotti
Viviane Francisca Borges

Revisão:

Edson Grandisoli
Ivan Antunes Corrêa
Pedro Roberto Jacobi
Renata Ferraz de Toledo
Roberta de Assis Maia
Sonia Maria Viggiani Coutinho

Projeto Gráfico e Diagramação:

Indaia Emília Comunicação & Design Gráfico

Ilustrações:

Frê Mishima

Impressão e acabamento:

Ricargraf Gráfica e Editora Ltda.

Ficha Catalográfica

Temas atuais em mudanças climáticas: para os ensinos fundamental e médio./
organizadores, Pedro Roberto Jacobi, Edson Grandisoli, Sonia Maria Viggiani Coutinho,
Roberta de Assis Maia e Renata Ferraz de Toledo. – São Paulo: IEE – USP, 2015.
112p.

ISBN 978-85-86923-41-8

1. Mudança climática 2. Educação ambiental I. Jacobi, Pedro Roberto, org. II. Grandisoli,
Edson, org. III. Coutinho, Sonia Maria Viggiani, org. IV. Maia, Roberta de Assis, org. V.
Toledo, Renata Ferraz de.org.

Cidades e Ecossistemas Naturais

PARTE II

Capítulo 1

As metrópoles e os efeitos das mudanças climáticas

Maria de Fátima Andrade, Adalgiza Fornaro
e Pedro Roberto Jacobi



Há uma tendência global de migração das populações das áreas rurais para as cidades. Estimativas apontam que, por volta de 2030, duas de cada três pessoas estarão vivendo em áreas urbanas, com a maior parte do crescimento concentrado em países em desenvolvimento. Na América do Sul, os números são bem expressivos, 75% já vivem em cidades.

Quando analisamos vários exemplos de vida nas cidades deparamos-nos com situações de desigualdade de condições de vida em todas elas. Há áreas urbanas que são consideradas adequadas do ponto de vista de acesso ao saneamento, qualidade do ar e da água, e outras, em geral nas periferias, em que essas condições não são atendidas. É curioso observar que as grandes cidades apresentam-se como lugares de desafios e de oportunidades, além do acesso ao mais avançado em termos de qualidade de vida.

Em países em desenvolvimento e com população de baixa renda, a vida no campo, em geral, apresenta desafios ainda maiores, como pouco ou nenhum acesso a hospitais e tratamentos de saúde, água tratada, educação e transporte. Nesse quadro, grandes cidades no Brasil e no mundo apresentam-se como destinos de quem procura uma vida de mais oportunidades.

Nesse quadro de população crescente podem-se associar vários fatores que se tornam importantes do ponto de vista do clima.

As populações residentes nas grandes cidades serão afetadas de forma cada vez mais evidente pelas mudanças climáticas, caracterizadas pelo aumento de eventos extremos como: temperaturas elevadas, enchentes, tempestades, secas e frios intensos, etc. Mas, ao mesmo tempo em que as populações de áreas urbanas serão mais afetadas pelo clima, são também elas os vetores das grandes emissões de gases de efeito estufa.



Cidades, emissões e as mudanças climáticas

Uma megacidade é aquela em que sua população ultrapassou, em 2010, os dez milhões de habitantes. Já há mais de 20 megacidades no mundo nas quais a população supera os 20 milhões de habitantes, tais como Mumbai, Tóquio, Seul, Nova Iorque, Cidade do México, São Paulo e Karachi.

A principal fonte de emissão de Black Carbon é a queima de combustíveis fósseis pelo setor de transporte.

Desde 1950, a população mundial mais que dobrou, enquanto que o número de veículos aumentou por um fator 10. A fração da população que mora em áreas urbanas aumentou por um fator 4, sendo que atualmente a população que vive em áreas urbanas é maior que a de áreas rurais. Nos próximos vinte a trinta anos,

o número de veículos no mundo, deve dobrar do número atual de 630 milhões (UNEP, 2014).

À medida que as cidades expandem-se para megacidades, estima-se que mais pessoas irão deslocar-se por distâncias maiores e por tempos mais longos. Na ausência de controles, as emissões por fontes antropogênicas, em especial as relacionadas ao transporte, provavelmente aumentarão. Uma megacidade pode afetar as condições de tempo em escala local, regional e mesmo global (MOLINA *et al.*, 2007).

As principais fontes de gases de efeito estufa são a queima de combustíveis no setor de transporte, indústrias e queima de biomassa e florestas. Porém, o crescimento das áreas urbanas é um vetor das emissões desses compostos já que este crescimento está associado com aumento de demanda de energia. As áreas urbanas respondem por 67 a 76% do uso de energia e por 71 a 76% das emissões de CO₂ relacionadas com o consumo de energia (UNEP, 2014). As cidades, além de serem responsáveis pela emissão de gases de efeito estufa (CO₂, CH₄, N₂O), respondem também por outros poluentes, chamados de vida curta – como o monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x = NO + NO₂), óxidos de enxofre (SO_x), hidrocarbonetos (HC), compostos orgânicos voláteis (COV), ozônio (O₃), *Black Carbon* (BC) e material particulado (MP). Esses poluentes de vida curta, além de efeitos negati-

vos diretos à saúde da população, estão relacionados com mudanças no clima como, por exemplo, o *Black Carbon* que é composto de material absorvedor da radiação solar (MONKS *et al.*, 2009).

Geralmente, a principal fonte de emissão de BC é a queima de combustíveis fósseis pelo setor de transporte. E essa não é uma realidade somente das grandes cidades brasileiras, mas está ocorrendo também em outras cidades no mundo, em especial nos países em desenvolvimento.

O ozônio é um forte oxidante, que provoca irritação das mucosas e das vias respiratórias. Ele é gerado, na baixa atmosfera, por reações fotoquímicas entre óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis, oriundos da queima de combustíveis fósseis. Segundo o IBGE, é um poluente de difícil controle, por causa do aumento da frota de veículos automotores nas grandes cidades brasileiras.

Em 2030, a mancha urbana será 38% maior que a atual, elevando os riscos de desastres associados aos eventos extremos como enchentes, inundações, deslizamento de encostas, estresse térmico, atingindo os mais vulneráveis.

Para a Região Metropolitana de São Paulo há um estudo realizado pelo Núcleo de Estudos do Clima (NOBRE e YOUNG, 2011) de que, em 2030, a mancha urbana será 38% maior que a atual, elevando os riscos de desastres associados aos eventos extremos como enchentes, inundações, deslizamento de encostas, estresse térmico, atingindo os mais vulneráveis. Esses eventos não estão associados somente com as mudanças climáticas globais, mas também com as modificações do clima local, com o aumento da urbanização,

impermeabilização do solo, construção de moradias em locais inadequados e falta de infraestrutura para habitação.

Dentre os poluentes de tempo de vida curto, o ozônio na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) tem atingido concentrações mais de cinco vezes acima das consideradas seguras para a saúde pública de acordo com a Organização Mundial de Saúde. Aproximadamente 90% dos precursores de ozônio na atmosfera da RMSP são emitidos pela frota veicular (CETESB, 2009).

De acordo com o inventário oficial das emissões das fontes móveis, 22% de HC são provenientes dos veículos a *gasool* (75% gasolina + 25% etanol), 15% dos veículos a diesel, 6% dos veículos a etanol e 5% das motocicletas. Existe, ainda, significativa contribuição dos HC provenientes de emissões evaporativas, que constituem 48% do total de HC para a atmosfera.

No caso específico dos óxidos de nitrogênio (NO_x), 78% vêm dos veículos a *diesel*, 13% dos veículos a *gasool*, e 4% dos veículos a etanol. As partículas em suspensão na atmosfera, os aerossóis atmosféricos, que contêm na sua composição compostos carbonáceos, metais e íons, têm importante papel no clima e na saúde da população. Considerando-se os gases de efeito estufa temos que o CO_2 tem sua emissão associada em mais de 80% com a queima de combustíveis pelo setor de transportes. Mas há também os outros gases de efeito estufa, como o CH_4 associado com o uso da terra e os aterros sanitários (SVMA, 2013).

A economia verde pode oferecer um estilo de vida urbana mais sustentável e uma mobilidade com baixa emissão de carbono.

Megacidades e soluções

As condições de vida em megacidades estarão sempre dependentes de um planejamento e gestão dos recursos que serão compartilhados por toda a população, com a preocupação de suprimir as desigualdades de oferecimento de serviços básicos a todos os seus cidadãos.

Algumas ações, como o Programa da Fundação Rockefeller para cidades resilientes e o Fórum Global Anual em Resiliência Urbana e Adaptação, do ICLEI – *Local Governments for Sustainability*, vêm apoiando cidades a tornarem-se resilientes e divulgando boas experiências em todo o mundo. Estas ações visam tornar as cidades preparadas para enfrentar os desafios sociais, ambientais e econômicos deste século. Estes desafios incluem elevada taxa de desemprego; sistemas de transporte sobrecarregados ou ineficientes; violência; escassez de alimentos e água; ou ausência de saneamento. As cidades que se tornarem capazes de responder a eventos adversos são, em geral, as que poderão oferecer funções básicas em situações normais e de crise, para toda a população.

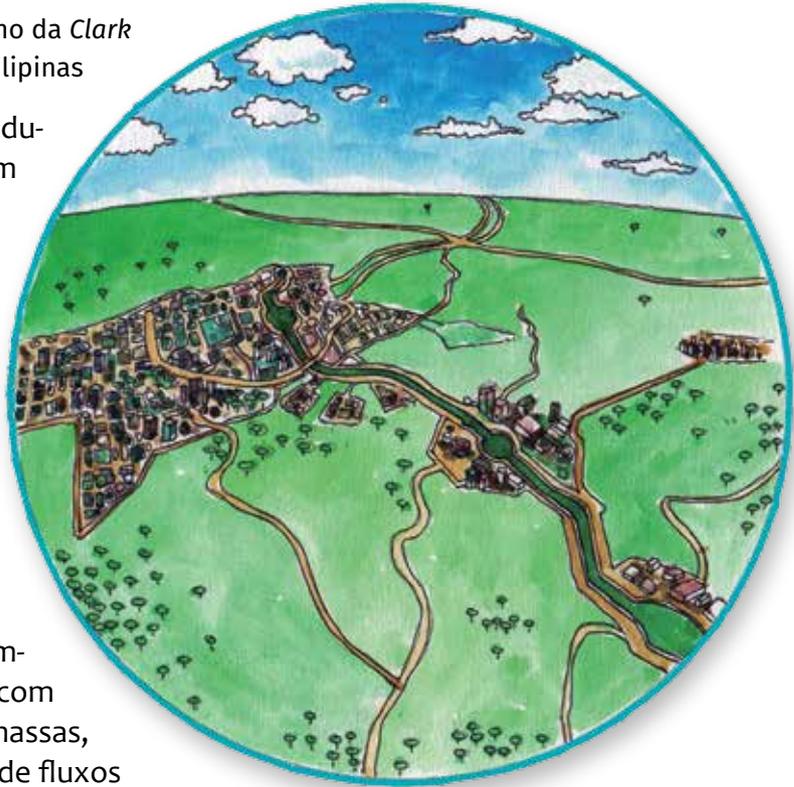
Destacam-se, também, ações pautadas pela proposta da Economia Verde, que são implementadas por meio de processos que visam mitigar os problemas das mudanças climáticas e reverter tendências insustentáveis. A economia verde pode oferecer um estilo de vida urbana mais sustentável e uma mobilidade com baixa emissão de carbono. Por exemplo, existem oportunidades para que as cidades aumentem capacidade

Figura 1: Plano da *Clark Green City*, Filipinas

e produtividade de energia, reduzem emissões de carbono, assim como os desperdícios, utilizando sinergias e capacidades potenciais, integrando abordagens sustentáveis aos processos de planejamento urbano.

Políticas que integrem ocupação espacial com rede de transportes e deem suporte a políticas necessárias baseadas no planejamento do uso do solo para promover cidades compactas ou que possam contar com corredores para o trânsito das massas, contribuem para redistribuição de fluxos e redução dos tempos de viagem.

Casos de infraestrutura verde¹ combinados com infraestrutura cinza têm sido identificados também como boas práticas em nível local para atingir maior resiliência e sustentabilidade urbana (FOSTER, LOWE e WINKELMAN, 2011). Nas Filipinas, por exemplo, está sendo construída a *Clark Green City*, uma *green city*, com plano estratégico que vai ajudar a descongestionar a Região Metropolitana de Manila, uma das cidades com maior densidade do mundo, impulsionando a economia e conduzindo o país rumo ao desenvolvimento sustentável (**Figura 1**).



A forma de analisar e cuidar do planejamento das cidades tornou-se mais complexa, pois para se alcançar cidades resilientes, em um cenário de mudanças climáticas, é preciso, além da gestão compartilhada, alternativas que envolvam menor uso energético, controle de emissões, uso do solo planejado e utilização de infraestruturas cinza e verde, que devem ocorrer de forma inter-setorial. Em todo mundo têm-se observado diversas iniciativas neste sentido, porém a maioria tem ainda foco pontual em determinado setor, como mobilidade, recursos hídricos ou energia.

¹ Infraestrutura verde (UNIÃO EUROPEIA, 2009, item 11) - corresponde à rede de áreas naturais interconectadas, como corredores verdes, parques, zonas úmidas reservas florestais e comunidades de plantas nativas, e áreas marinhas que naturalmente regulam o regime de chuvas, a temperatura, o risco de inundações e a qualidade da água, do ar e do ecossistema.

Infraestrutura Cinza (FOSTER, LOWE e WINKELMAN, 2011, p. 02) - estruturas convencionais de armazenamento (reservatórios, bacias de retenção) e de condução (canais, tubos), usadas para gerenciar água potável e pluvial e esgoto, construídas com concreto ou metal.

Referências Bibliográficas

BAKLANOV *et al.* MEGAPOLI: concept of multi-scale modelling of megacity impact on air quality and climate, **Advances in Science e Research** (Open Access Proceedings), 4, 115–120, 2010.

CETESB, 2009: **Relatório de qualidade do ar no estado de São Paulo, 2008** (Air quality report for the Sao Paulo state, 2008) 340 pp.

—, 2013: **Qualidade do ar no estado de São Paulo, 2012**, 123 pp.

FOSTER, J.; LOWE, A.; WINKELMAN, S. **The value of green infrastructure for urban climate adaptation**. Center for Clean Air Policy, 2011.

IDS - **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável**, Brasil 2012, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE

IEMA - Instituto de Energia e Meio Ambiente, **1º Diagnóstico da rede de monitoramento da qualidade do ar do Brasil** - <http://www.energiaeambiente.org.br/index.php/conteudo/35> (acessado em abril de 2014).

IPCC, 2013, <http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg1/140.htm> (acessado em julho de 2013).

MOLINA *et al.* Air quality in North America's most populous city – overview of the MCMA-2003 campaign, **Atmospheric Chemistry and Physics**, 7, 2447-2473, 2007.

MONKS, P. S. *et al.* Atmospheric composition change – global and regional air quality. **Atmospheric Environment**. v.43, p.5268-5350, 2009.

NOBRE, C. A. e YOUNG, A. F. (eds). **Vulnerabilidade das megacidades brasileiras às mudanças climáticas: região metropolitana de São Paulo** - Relatório Final. Campinas: Nepo/Unicamp, dezembro 2011. http://www.nepo.unicamp.br/textos/publicacoes/livros/megacidades/megacidades_RMSP.pdf. Acesso em outubro de 2014.

SVMA - Secretaria do Verde e do Meio Ambiente do Município de São Paulo. (2013) **Inventário de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa do Município de São Paulo de 2003 a 2009**, com atualização para 2010 e 2011 nos setores Energia e Resíduos.

UNEP (2014) **How the United Nations System Supports Ambitious Action on Climate Change United Nations**. The United Nations System Delivering as One on Climate Change and Sustainable Development.

UNIÃO EUROPEIA. Commission of the European Communities. White Paper. Adapting to climate change: towards a European framework for action, 2009. Disponível em http://www.preventionweb.net/english/professional/publications/v.php?id=11160&utm_source=pw_search&utm_medium=search&utm_campaign=search Acesso 09 set. 2014.

WMO, 2009. **World Meteorological Organization Bulletin** 58.