



The urban forest in Beijing and its role in air pollution reduction

Jun Yang^{a,*}, Joe McBride^a, Jinxing Zhou^b, Zhenyuan Sun^b

^a*Department of Environmental Science, Policy and Management, University of California at Berkeley, Berkeley, CA 94720-3110, USA*

^b*Institute of Forestry Science, Chinese Academy of Forestry Science, Beijing 100091, China*

Urban Forestry & Urban Greening 3 (2005) 65–78

Silvicultura Urbana (Prof. Demóstenes)

Aluno: Ingo Isernhagen

Piracicaba, 18/09/2008

INTRODUÇÃO



- Arborização tem importante (e antiga) função na redução da poluição, especialmente na Pequim dos dias atuais;

- A redução pode ocorrer de 2 formas:

→ Diretamente, por absorção de gases como dióxido de enxofre (SO_2), dióxido de nitrogênio (NO_2) e ozônio (O_3), dissolução sobre superfície foliar ou como barreira física;

→ Indiretamente, pela diminuição da necessidade de refrigeração artificial e pela redução de algumas reações químicas.

- Árvores também produzem “poluentes” (BVOC - *biogenic emissions of reactive volatile organic compounds*, precursores de O_3 - e pólen, p.ex.).

INTRODUÇÃO

- Cálculos de redução de poluição foram geralmente feitos por extrapolação de indivíduos para o total existente;
- Atualmente busca-se integrar a Fisiologia das espécies com Meteorologia e Química Atmosférica, mas ainda assim há limitações no modelo (concentração de poluentes e configurações de copa variáveis, p.ex.).



- Em Pequim estudos da arborização urbana foram prioritariamente estruturais.

OBJETIVOS

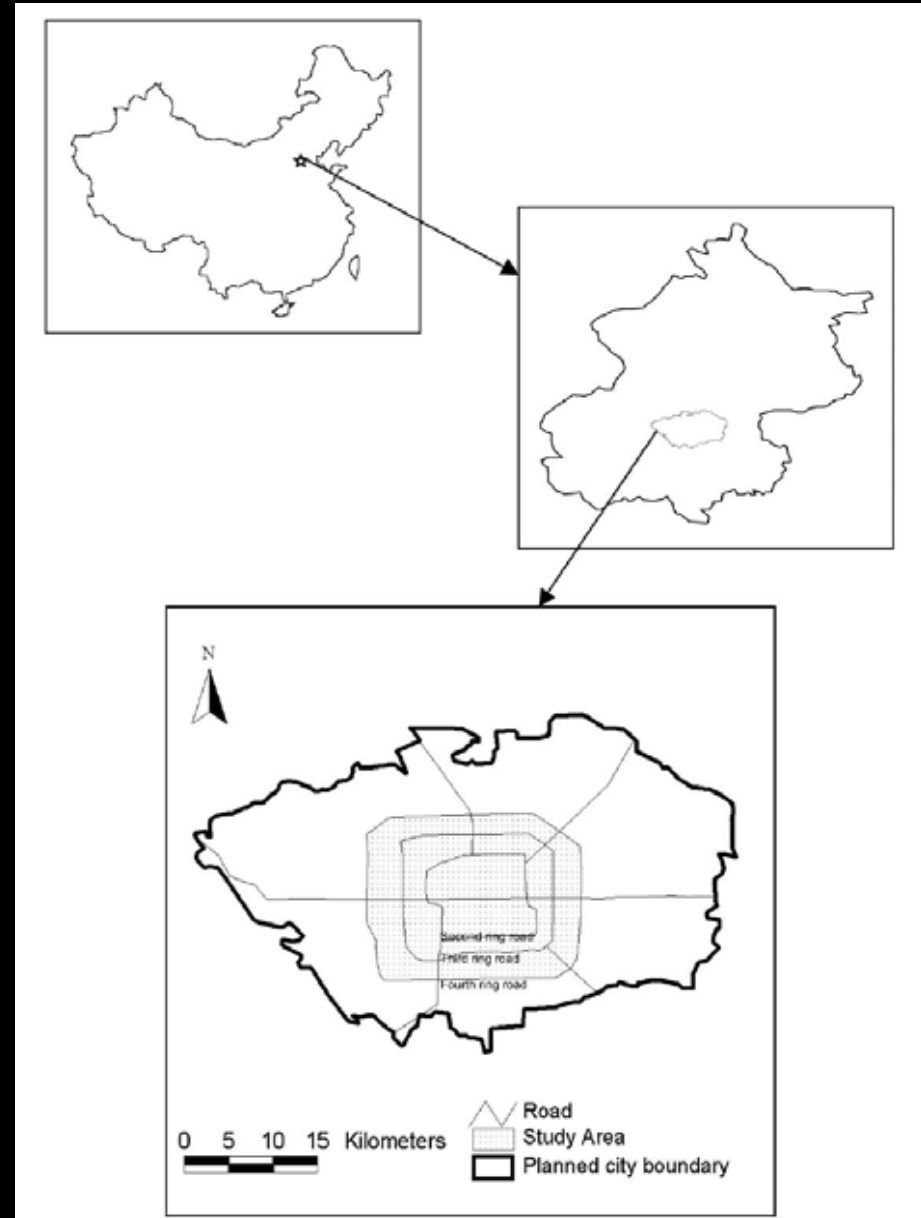
- Descrever a atual composição e estrutura da arborização urbana em Pequim;
- Quantificar os principais poluentes que são reduzidos pela arborização;
- Quantificar a produção de BVOC (isopreno e monoterpeno);
- Calcular o seqüestro de carbono.

MATERIAIS E MÉTODOS

- Estudo focado na região central (300Km² - 4 milhões de habitantes);
- Determinação de cobertura a partir de análises de imagens de satélite (Landsat) e conferência aleatória em 100 pontos de checagem de campo após processamento das imagens.

MATERIAIS E MÉTODOS

- Divisão da área em 3 regiões (anéis), relacionados à história da cidade;
- 250 pontos de amostragem (erro padrão menor do que 10%) escolhidos a partir de análise de imagens, cada um com área aproximada de 400m².



MATERIAIS E MÉTODOS

Table 1. Information collected on sample plots for the Beijing urban forest

Plot information	Land use Tree cover
Ground cover information (percentage covered by each type)	Buildings Cement surface Other impervious ^a surface material area (e.g. brick) Soil surface Shrub cover Grass cover Herbaceous cover (other than grass) Water surface
Tree information	Species DBH Height Height to live crown Crown width Percent of normal live crown that is missing Health condition

^aImpervious surface includes ground surface covered by building, asphalt, concrete, rock and other surface that prevents the infiltration of water.

MATERIAIS E MÉTODOS

- Cálculos sobre redução de poluição: $Q = F \times L \times T$, onde

Q = quantidade de partículas poluentes retiradas pelas árvores em um tempo X

F = fluxo de poluentes

L = cobertura de copa total na área

T = tempo

- Algumas variáveis envolvidas no cálculo de cada um dos parâmetros acima:

Velocidade de deposição de um poluente, concentração do poluente na atmosfera, resistência aerodinâmica, resistência da copa, velocidade do vento a uma altura X , velocidade friccional e constantes previamente calculadas.

- Produção de BVOC extrapolada a partir de indivíduos.

- Seqüestro e armazenamento de carbono estimado a partir de fórmulas biométricas (redução de 20% em relação a ambiente florestal).

RESULTADOS

Table 2. Land cover composition in study area in Beijing

Sector	Land area (ha)	Tree/shrub (%)	Grass/herbaceous (%)	Impervious area (%)	Bare soil (%)	Water (%)
Old city	6188.3	21	5.4	67.5	1.5	4.6
TRRA	9726.5	20.2	7.3	66.7	2.9	2.9
FRRA	14,206.2	11.8	9.8	70.6	6	1.8
Study area	30,121.0	16.4	8.1	68.7	4.1	2.7

Table 3. Land area, tree number, tree density and canopy cover (standard error in parentheses) in sectors of Beijing

Sector	Land area (ha)	Estimated tree number (thousand)	% of total trees	Tree density (no./ha)	Canopy cover (%)
Old city	6200	488 (67)	20	79 (11)	25
TRRA	9676	524 (91)	22	54 (9)	14
FRRA	14,304	1371 (269)	58	96 (19)	12
Study area	30,180	2383 (291)	100	79 (10)	17

RESULTADOS

- 45 spp. de árvores e 33 de arbustos;



Sophora japonica (pagode japonês)



Populus tomentosa (choupo, álamo)

Tolerantes a compactação, poluição e seca

- Predominância de PAP de árvores jovens;
- 40% em bom estado, 31% regulares e 29% em estado crítico, morrendo ou mortas.

RESULTADOS

- Carbono: na região mais recente da cidade há mais árvores e mais C total acumulado, mas a média por árvore é maior na região mais antiga (árvores mais velhas).

Table 5. Carbon storage and sequestration (standard error in parentheses) in the investigated sectors in Beijing

Sector	C Storage (thousand tons)	C Sequestration (thousand tons/ year)
Old city	79.3 (13.3)	3.5 (0.5)
TRRA	29.4 (6.3)	1.9 (0.3)
FRRA	115.4 (30.7)	6.0 (1.2)
Study area	224.2 (34.1)	11.4 (1.3)

RESULTADOS

- Concentração dos poluentes sujeita a sazonalidade (ex.: SO₂ maior no inverno, devido ao aquecimento via queima de carvão).

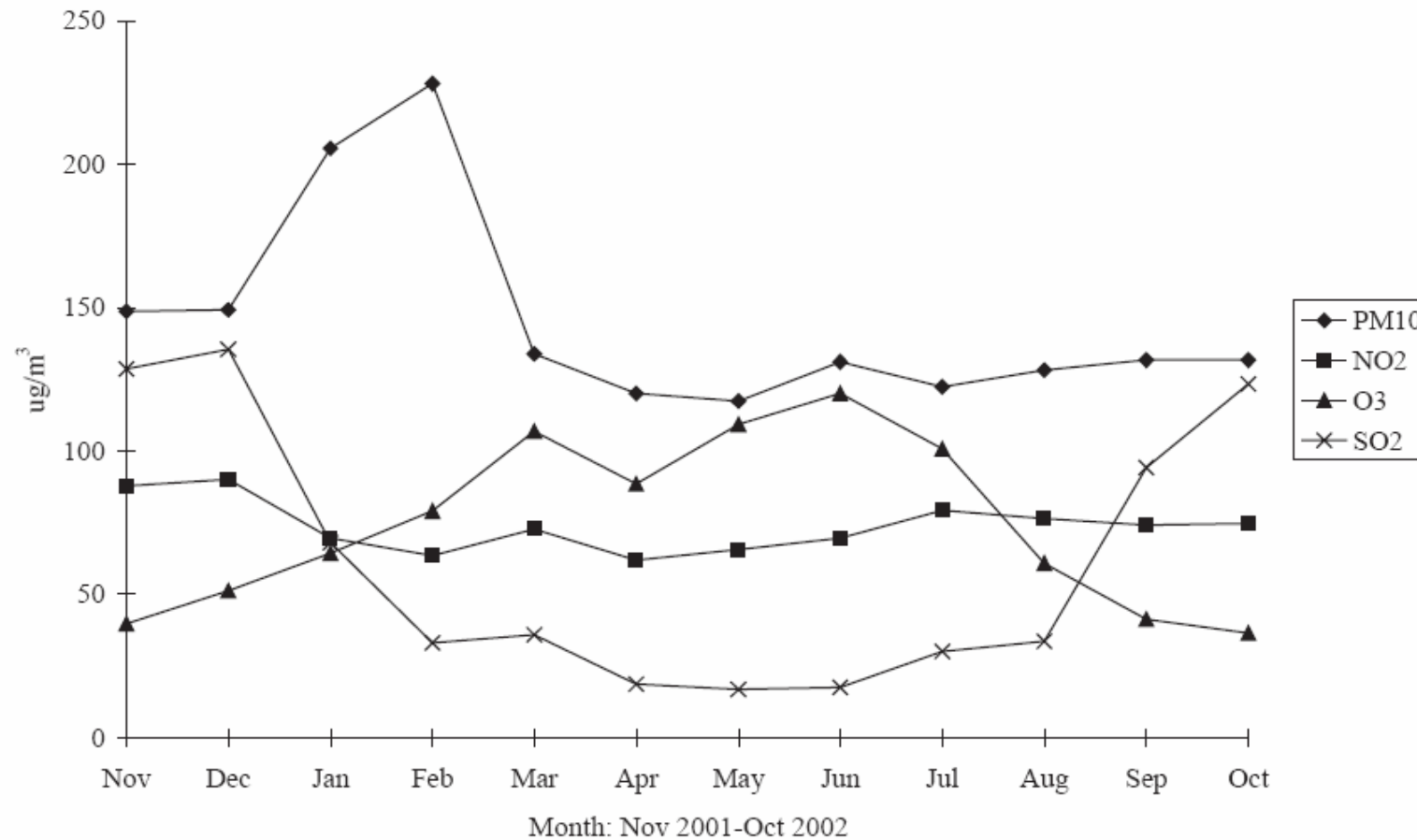


Fig. 3. Monthly average concentration of the major air pollutants in Beijing (based on data from Beijing Environmental Protection Administration).

RESULTADOS

- Total de poluentes retirada pelas árvores por ano: 1.261,4t;
- 27g/ano/m² de cobertura arbórea (elevada se comparada a outros estudos).

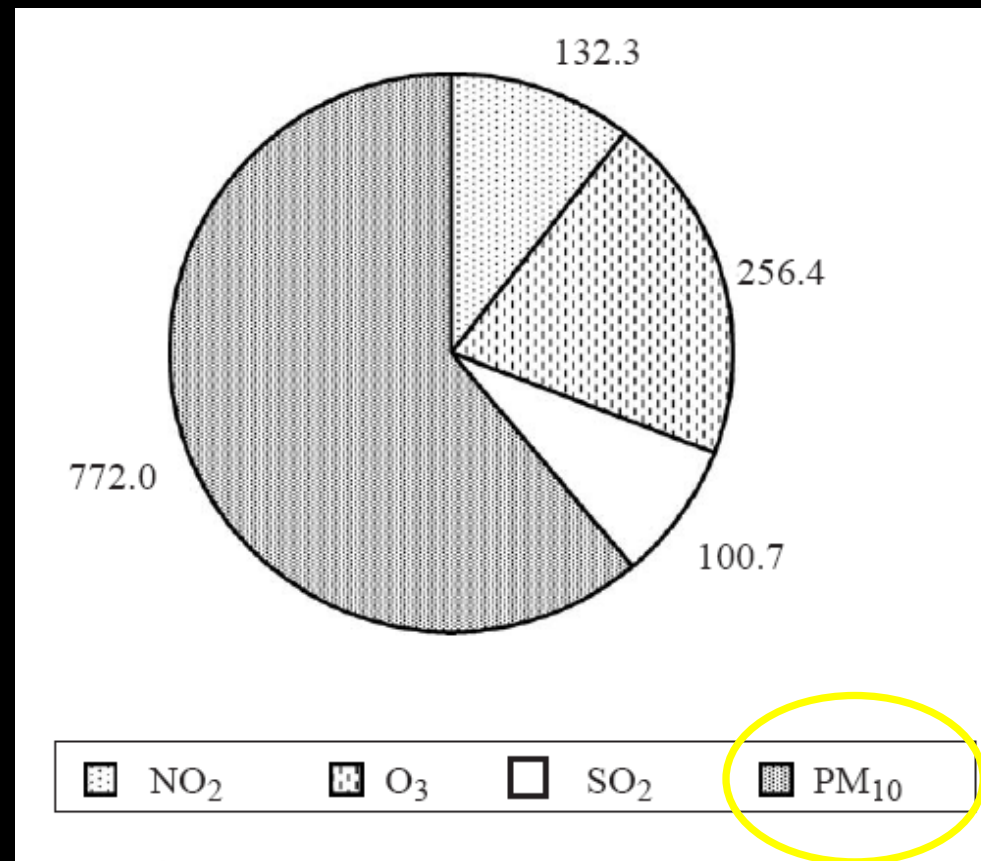


Fig. 4. Annual air pollutant removal by trees in the total study area in Beijing (unit: ton). The percentages of different air pollutants to total removal are NO₂ (11%), O₃ (20%), SO₂ (8%), and PM₁₀ (61%).

RESULTADOS

- Taxas de concentração e retirada de poluentes seguiram padrões sazonais e ligados à fisiologia das árvores: primavera mais seca e com vento, mais particulados; > área foliar na primavera, > retirada de poluentes;

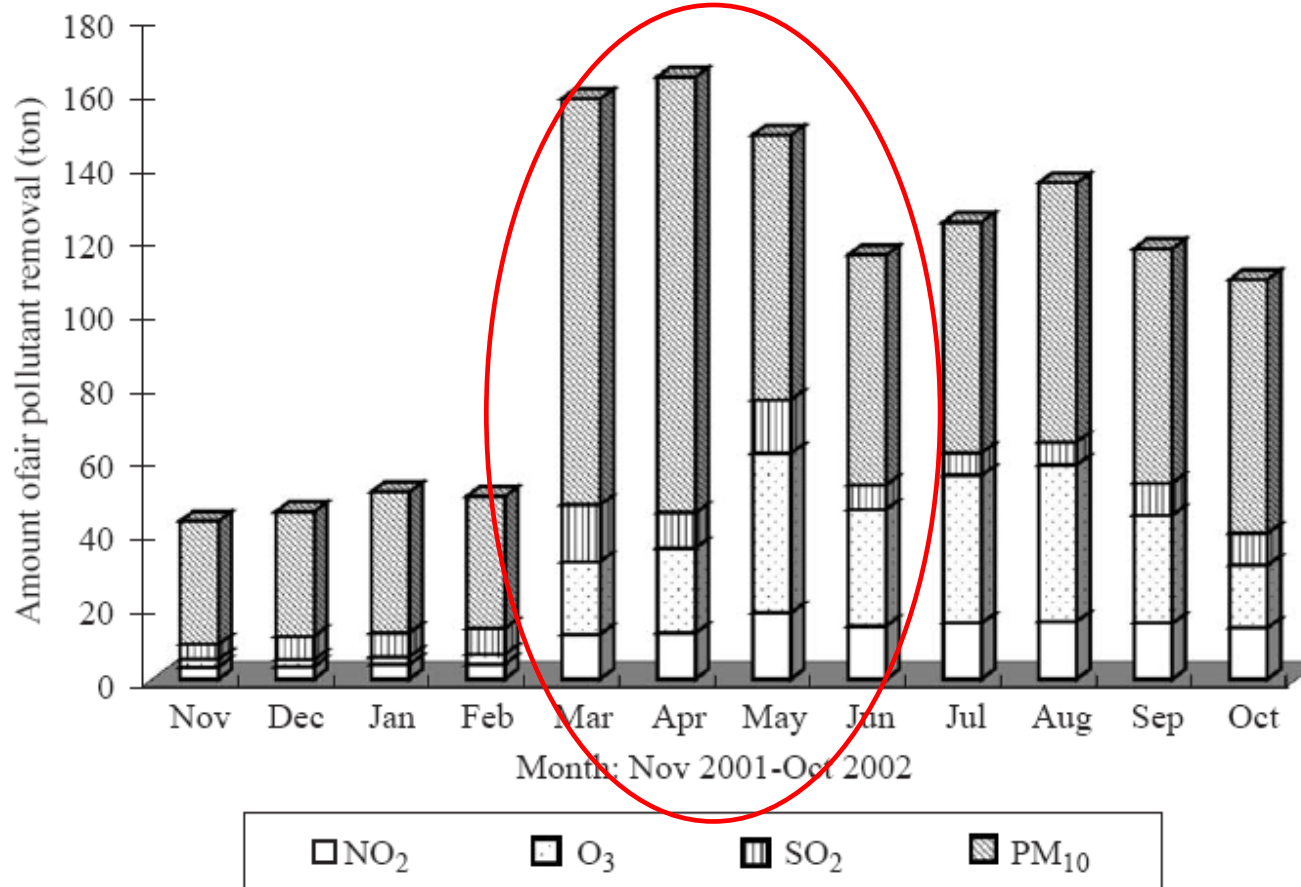


Fig. 5. Monthly air pollutant removal by trees in the total study area in Beijing.

RESULTADOS

- Total potencial de formação de Ozônio: 1.952,6t/ano;
- Aumento potencial devido à elevação de NO_x veiculares, verões quentes e baixa movimentação do ar + BVOC gerado pelas árvores.
- Diminuição de temperatura de 1,6°C e conseqüentemente de poluentes que seriam gerados pela refrigeração artificial.

Table 6. Air pollutants emission avoided by reducing the energy use for air conditioning by means of the urban trees in Beijing

Total electricity saved (GWh)	Coal to electricity efficiency (g/kWh)	Total standard coal saved (thousand ton)	Air pollutants emission avoided (ton)			
			SO_2	NO_x	TSP	CO_2
0.119	349	41.6	832.1	291.2	624.1	18,306.7

DISCUSSÃO

- Arborização inadequada para retirada adequada de poluição – muitas árvores pequenas (ainda);
- Excesso de podas na copa – diminuição da eficiência de interceptação;
- Espécies inadequadas, com vida curta e altas taxas de produção de BVOC;
- Modelo usado para calcular retirada de poluentes via árvores urbanas precisa ser melhorado.

RECOMENDAÇÕES

- Para reduzir poluentes: árvores perenifólias, porte grande, balanço entre taxa de crescimento e longevidade, tipo das folhas (mais ásperas, com tricomas), resistentes a poluição e com baixa emissão de BVOC e pólen;
- Adequação ao ambiente urbano: resistência a pragas e doenças, tolerância à compactação, baixa quantidade de nutrientes e seca, adaptação ao clima local e longevidade.