

Cálculo de Concentração Média de Monóxido de Carbono (CO) através do Modelo Matemático, em Ruas Cercadas de Prédios (Street Canyon) como Exemplos: Av. Paulista (SP), Av. Rio Branco (RJ) e o Estudo em Especial do Túnel Rebouças no Rio de Janeiro.

Carlos Fernando Lemos

Luiz Fernando Mattos

Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE Cachoeira Paulista - SP - Brasil

Abstract

In this study, the goal is to calculate the carbon monoxide averaged concentration ($\bar{C}_T$) on the intense traffic ways of the big cities, as Av. Paulista (São Paulo), Av. Rio Branco and specially, Rebouças Tunnel (Rio de Janeiro) study. The mathematical method showed C_T by each 200 meters into the wide of 2-3 meters from the transit vehicle. In the tunnel, the air quality control was simulated with (without) forced ventilation which presented 6(8) daily hours of air poor quality

1 Introdução

Este estudo tem como objetivo calcular a concentração média de monóxido de carbono em vias de intenso tráfego das grandes cidades tais como: Av. Paulista (SP), Av. Rio Branco (RJ) e um estudo de caso em especial o Túnel Rebouças (o maior túnel urbano da América Latina) no Rio de Janeiro.

O cálculo básico é de um Modelo Matemático, calculando a concentração média de monóxido de carbono a cada 200 m, a uma distância lateral entre 2 e 3 metros ao veículo em trânsito.

2 Metodologia

Alguns parâmetros foram utilizados tais como: velocidade média dos veículos na Avenida (Km/h), fluxo de tráfego (veículos/hora), largura da via (m), média espacial de emissão de monóxido de carbono dos veículos (ppm), velocidade do vento no topo dos edifícios (m) e no nosso caso o topo do Túnel (baseado na velocidade dos ventiladores) e a concentração média de monóxido de carbono em "background" (ppm).

O cálculo básico do modelo está baseado no cálculo da concentração total C_T e o somatório da média espacial e local DC:

$$C_T = C_a + DC_T \quad (1)$$

Jonhson et al. (1976) usou um método de estimativa de que a velocidade do vento seria paralelo a linha dos topos dos edifícios ou do Túnel, de acordo com a Figura 1.

A equação básica de cálculo da concentração (DC_1) no "Street Canyon ou Túnel" será:

$$DC_1 = 0,1 K.N.S^{-0.75} [(u+0.5)((X^2 + Z^2)^{1/2} + 2)]$$

lado do veículo (2)

$$DC_2 = 0,1 K.N.S^{-0.75} W (u+0.5)$$

lado oposto do veículo (3) ou

$$DC_2 = Q_i \cdot \exp(-H^2 / 2.P_z^2) \\ DC_2 = (2/\pi)^{1/2} u.P_z \text{ seno } \theta$$

Em que:

DC = concentração de monóxido de carbono (ppm)

N = fluxo de veículos (veículos/hora)

S = velocidade média dos veículos (Km/h)

u = velocidade do vento no topo dos edifícios e no topo do túnel (m/s)

w = largura da via expressa (m)

x and y = distância horizontal e altura(m) do ponto receptor relativo a linha central de tráfego

K = constante adimensional que será sempre K= 7 sugerido por Johnson (1976), no caso, as direções do vento estarão paralelas a via expressa.

d = Distância perpendicular do veículo ao receptor.

Q_1 = Média Espacial de emissão de CO (ppm)

P_z = 3 metros (constante). Altura efetiva sem a influência da turbulência provocadas pelos veículos.

θ = O ângulo entre a direção do vento provocado pelos veículos e a via (90 °)

H = Altura efetivas de emissão (Constante 2,5 m)

A média final será :

$$DC_r = \frac{1}{2} (DC_1 + DC_{2m})$$

As equações (2) e (3) são subjetivas devido ao calculo médio de emissão de CO (Monóxido de Carbono) de cada veículo que transitou na via.

O calculo de concentração foi dada a cada 200 m do túnel Rebouças, cerca de 48% dos automóveis que circulam diariamente pelo Túnel Rebouças são movidos a alcool e 52% movidos a gasolina com uma frota de 25% de carros novos com catalizadores. Somente 2% são considerados veículos pesados que é o transporte coletivo (Onibus), pois é expressamente proibido o tráfego de veículos pesados com caminhão.

A média de emissão dos veículos leves brasileiros em g/Km são: veículos anteriores a 1980: 54,0 g/km. de 1981 a 1990: 25 g/km, de 1991 a 1994 : 16 g/km

Os efeitos da exposição de seres humanos ao monóxido de carbono estão associados à capacidade de transporte de oxigênio na combinação com a hemoglobina do sangue, sabe-se a afinidade da hemoglobina pelo monóxido carbono é cerca de 210 vezes maior que pelo oxigênio, fazendo com que a capacidade de transporte do oxigênio seja reduzida no sangue.

O monóxido de carbono (CO) é um gás incolor, sem cheiro, com densidade menor que o ar, produzido pela combustão incompleta de material organico ou carbonácio, os automóveis são responsáveis por 75% da produção do CO.

Dados Técnicos do Túnel Rebouças

- A Capacidade projetada foi de 76 mil veículos/dia, o tráfego atual (1994) médio é de 150 mil veículos/dia.
- Comprimento: 2040 metros primeira galeria e segunda galeria 800 metros com total de 2840 metros.
- Segue a tabela dos níveis de monóxido de carbono no Túnel no período de 24 horas calculado pelo modelo matemático.

Os dados técnicos do Túnel Rebouças foram adquiridos pela Secretaria de Transito do Município do Rio de Janeiro.

Tabela 1 Dados calculados pelo modelo com e sem ventilação forçada durante o periodo de 24 horas.

Hora do dia	Com vent	Sem vent
1	65	75
2	64	77
3	65	79
4	69	70
5	72	82
6	75	94
7	80	97
8	92	99
9	105	115
10	145	180
11	175	197
12	195	259

Hora do dia	Com vent	Sem vent
13	180	229
14	80	310
15	50	326
16	87	331
17	112	355
18	114	359
19	124	338
20	125	236
21	103	200
22	102	171
23	75	99
24	65	86

3 Considerações e Limitações do Modelo.

O modelo calcula o nível de monóxido de carbono, visando simular o que na realidade poderá ocorrer. O comportamento de outros gases e partículas no local simulado poderá sofrer transformações físicas e/ou químicas que o modelo não simularia. Esta simples modelo indica somente o comportamento (concentração de CO), não indicando poluentes reativos, isto é, considerando que não haja transformações de gases para núcleos gasosos e outros poluentes.

