

IMPACTOS AMBIENTAIS DO TRANSPORTE URBANO¹

Marcos Timóteo Rodrigues de Sousa²

Introdução

Pela publicação *Por um Transporte Sustentável*, a América do Sul será a região de maior produção de veículos no ano 2000 e o Estado de São Paulo contribuirá muito para isso, se não houver rápidas e incisivas mudanças no comportamento da população que reduzam o crescimento anual de veículos. O Estado de São Paulo já detinha, em 1996, 40% da frota automotiva do país e em 1995, havia um veículo para cada 2,18 habitantes da cidade de São Paulo. Atualmente, na Região Metropolitana de São Paulo-RMSP, existem 5,3 milhões de veículos (93% gasolina e álcool e, 7% diesel), dos quais 2,5 a 2,8 milhões circulando por dia.

Estes valores variam muito em função do local, do processo de urbanização e do padrão de desenvolvimento econômico, social, educacional e cultural de uma cidade (CETESB, 1991). E em virtude da maior divulgação de conceitos sobre meio ambiente - desde preservação, conservação e educação ambiental - interligados com a qualidade de vida, a humanidade tem se atentado para esse crescimento procurando não degradar o seu entorno; implicando em novas condicionantes, como as já incorporadas Séries ISO 9000 e ISO 14000, para avaliação dos serviços prestados à comunidade (Sant'anna, 1998).

Estudos sobre impactos ambientais dos transportes têm evidenciado a interferência deste mecanismo na vida das pessoas gerando impactos ligados à contaminação do ar e água; geração e despejo de resíduos sólidos; geração de ruídos; uso e alteração do solo; congestionamentos urbanos; efeitos sobre a fauna e flora (por exemplo, extinção de animais e má formação de plantas e outros vegetais); aumento no consumo de combustíveis e compra de veículos automotores; danos à saúde humana (doenças respiratórias, menor visibilidade, irritação nos olhos e pulmões etc.); deterioração de alguns materiais (corrosão de ferro, aço, mármore; sujeiras em tecidos, roupas.

¹ Trabalho apresentado em junho de 1999 no curso de pós-graduação em Engenharia Urbana pela UFSCar, na disciplina Engenharia de Transportes Urbanos.

² Graduado em Geografia pela FCT/Unesp. Marcossousa@hotmail.com.

prédios e monumentos expostos ao ar livre etc.) entre outros indicadores de poluição (CETESB, 1998 e Mota, 1981).

Isto significa que as metrópoles urbanas sufocadas por esse processo podem exemplificar casos reais gerados pela despreocupação do crescimento dessas cidades, alertando as de médio e pequeno porte a minimizar os futuros inconvenientes.

Tanto nos Estados Unidos quanto no Brasil, os problemas relativos à emissão de poluentes atmosféricos relacionados à saúde humana, ecossistema e vegetação e os problemas advindos com os ruídos urbanos são provenientes principalmente da mesma fonte: os veículos automotores, que inegavelmente foram e ainda são responsáveis pelo desenvolvimento de cidades. No entanto, tem-se percebido que estas "vantagens" agravam globalmente a qualidade de vida dos seres vivos.

Dessa forma, o transporte urbano não é apenas uma questão de eficiência modal, mas também determinante do nível de qualidade ambiental (Stutz, 1995). Para alguns pesquisadores e planejadores de cidades, a eficiência do sistema de transporte representa o resultado final da união multidisciplinar de profissionais integrados a órgãos, instituições e administrações públicas e particulares, visando conciliar o desenvolvimento sustentável, o planejamento urbano, a redução de impactos ambientais e a conscientização da população alvo para melhor qualidade de vida (Mota, 1981 e CETESB, 1997).

Furtado e Kawamoto, em Avaliação de Projetos de Transporte-1997, caracterizam os impactos do transporte em impactos sociais (coesão comunitária; acessibilidade às vias e serviços; relocação de pessoas), econômicos (nível de emprego, renda e atividades econômicas; atividades residenciais; impactos fiscais; planejamento regional; recursos e energia) e ambientais (ambiente construído; estética e valores históricos; ecossistemas terrestres; ecossistemas aquáticos; qualidade do ar; nível de ruído), de acordo com as pesquisas de adequabilidade e importância de todas as agências americanas de transporte. Porém, o assunto deste trabalho direciona apenas para uma destas categorias de impacto: o impacto sobre o meio ambiente.

Impactos ambientais

A Resolução CONAMA nº 001 de 23/01/86 define impacto ambiental "como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causadas por qualquer forma de matéria ou

energia resultante das atividades humanas etc.". O impacto ambiental, segundo Tommasi (1993), pode ser classificado, de acordo com a Deliberação CECA nº 1078 de 25/06/87, em:

- impacto positivo/benéfico (deslocamento da população de palafitas para área urbanizada);
- impacto negativo/adverso (lançamento de esgoto a céu aberto);
- impacto direto (desmatamento: perda biodiversidade);
- impacto indireto (formação de chuvas ácidas);
- impacto local (mineração);
- impacto regional (abertura de rodovias);
- impacto estratégico (projeto de irrigação em áreas secas do nordeste do Brasil);
- impacto imediato (morte de peixes por produtos tóxicos);
- impacto a médio e longo prazo (acúmulo de mercúrio e chumbo no corpo);
- impacto temporário (derrame de petróleo em um costão rochoso);
- impacto permanente (derrubada de um manguezal).

No setor de transporte urbano, os impactos ambientais se relacionam diretamente à saúde do ser humano e à interferência no meio ambiente (CETESB, 1998) e, são aqueles gerados principalmente pela poluição sonora e poluição atmosférica, já que existem modelos e técnicas de mensuração e avaliação dos ruídos produzidos e dos poluentes emitidos pelas fontes poluidoras fixas e móveis (Stutz, 1995 Mota, 1981).

De acordo com o Relatório de Qualidade do Ar de 1997 da CETESB, os veículos (leves e pesados) são os mais significativos nos grandes centros urbanos. Em contrapartida, o transporte coletivo produz muito menores emissores do que os veículos particulares. Este valor se agrava ainda mais com o maior número de veículos circulando, com a existência de congestionamentos, com a redução da velocidade média, com a utilização de combustível à diesel e com o uso do ar condicionado dos veículos (libera clorofluorcarbonos-CFCs, responsáveis pela destruição da camada de ozônio estratosférico, protetora da radiação ultravioleta).

Poluição sonora

O som tem o decibel (dB) como unidade de medida e a escala de mensuração é a escala de ponderação A para transporte (Mota, 1981).

O som pode se transformar em agente poluidor porque está vinculado a duas características importantes: a *altura* (frequência) e a *intensidade* (pressão do som). Como o intervalo de audição humana está entre 2×10^{-5} N/m² e 100 N/m² ou entre 1000Hz e 2000Hz, a intensidade pode causar dor e até surdez nas pessoas (Kawamoto, 1994). Segundo Mota(1981), sons acima de 70 dB(A) prejudicam a audição humana. Para se ter uma idéia a cada vez que se aumenta 10 dB, tem-se a impressão que o nível do som duplicou (Kawamoto, 1994).

O ruído é um produto indesejável de quase todo movimento. Porém, ao contrário da poluição do ar, a poluição sonora cessa tão logo a fonte de emissão do som seja removida. Tal como no caso da poluição atmosférica, os maiores prejudicados são aqueles que moram próximos aos grandes centros urbanos. A tabela 01, demonstra a sensação causada ao ouvido humano em função dos decibéis produzidos por algumas atividades diárias.

Tabela 1 – Sensação causada pelo tipo de som gerado pelas atividades humanas

Tipo de Som	Nível	Sensação
Relógio em funcionamento, roçar de folhas, sussurros, chuvisco	30 dB(A)	Muito baixo
Ruído do trabalho doméstico, rua residencial calma	40 dB(A)	Razoavelmente baixo
Conversa	50 dB(A)	Normal
Ruído de escritório	60 dB(A)	Normal
Conversa ruidosa, gritos, veículos circulando a 10,00 m	70 dB(A)	Alto
Ruído de tráfego pesado	80 dB(A)	Alto
Fábrica barulhenta	90 dB(A)	Muito alto a insuportável
Buzina de veículo a 7,00 m	100 dB(A)	Muito alto a insuportável
Caldeira	110 dB(A)	Muito alto a insuportável
Avião	120 dB(A)	Muito alto a insuportável

Fonte: Kawamoto. Análise de Transporte – 1994

Segundo Stutz (1995), o ruído possui três fontes emissoras: sistemas de transporte, origem industrial e o ruído produzido pela própria comunidade (por exemplo através do uso de aparelhos eletrodomésticos e eletrônicos). E uma forma de procurar identificar os níveis de decibéis atingidos em determinada área, apontar quais as áreas mais críticas, além de vinculá-las ao padrão permitido pela legislação vigente, é mapear locais através da carta de uso do solo. Alguns problemas comuns verificados em áreas de constante produção de ruídos são interferência no sono, interferência na fala, irritação (stress) e prejuízos na audição.

No caso específico de poluição sonora existem duas formas de ocorrência: fontes móveis (ruído dos veículos automotores e de embarcações aéreas, marítimas, ferroviárias) e fontes estacionárias (comércio, igrejas, casas noturnas). E de acordo com os autores estudados e legislações vigentes, pode-se constatar a existência de critérios, formas de avaliação e modelos de mensuração dos ruídos variáveis.

No Brasil os problemas decorrentes da especulação imobiliária são ainda mais graves, pois o uso do solo não é planejado, as cidades crescem em função dos loteamentos e de modo desordenado, degradando e inibindo as relações entre a sociedade e o meio ambiente.

Métodos de Previsão de Ruído nos Estados Unidos

A agência governamental que cuida da atenuação dos níveis de ruído nos Estados Unidos é a Federal Highway Administration-FHWA que estabelece alguns critérios em função das atividades locais, como por exemplo, 55dB(A) para hospitais, escolas, creches. Tal critério tem vínculo com a aplicação do uso do solo, garantido por lei federal e o não cumprimento da lei resulta em alguns tipos de penalidades como multa (Stutz, 1995). Além disso, a FHWA sugere algumas medidas de atenuação de ruídos como medidas de conduta de tráfego, mudanças no alinhamento vertical e horizontal (efeito das rampas) nas vias expressas, aquisição dos direitos de propriedade para se construir barreiras de ruído (provocam a refração de *Fresnel*, fenômeno que estabelece a perda de energia quando o som passa sobre ou perto de uma barreira), proteção por estruturas vegetais e identificação das características rolante.

A FHWA oferece o cálculo do nível de som de referência para cada classe de veículo (automóvel, caminhões médios e pesados) onde: V é a velocidade em km/h.

$$(L_0) E \text{ Auto} = 38,1 \log V \text{ Auto} - 2,4 \text{ dBA (para automóveis com } V > 50 \text{ km/h)}$$

$$= 62 \text{ dBA (para automóveis com } V < 50 \text{ km/h)}$$

$$(L_0) E \text{ CM} = 33,9 \log V \text{ CM} + 16,4 \text{ dBA (para caminhões médios - 2 eixos, 6 pneus)}$$

$$(L_0) E \text{ CP} = 24,6 \log V \text{ CP} + 38,5 \text{ dBA (para caminhões pesados - 3 ou mais eixos)}$$

A equação abaixo mostra como se obtém o nível de som equivalente horário da *i*-ésima classe de veículos. Nota-se que ele é obtido adicionando-se ao nível médio de emissão de energia de referência dos veículos da *i*-ésima classe, os termos correspondentes a cada ajuste.

Onde:

$$L_{eq}(h)_i = (L_0)_{Ei} + 10 \log \left(\frac{Q_i \pi D_0}{V_i T} \right) + 10 \log \left(\frac{\Psi_\alpha \phi_1 \phi_2}{\pi} \right) + \Delta s$$

- $L_{eq}(h)_i$ = nível de som equivalente horário da *i*-ésima classe de veículos
- $(L_0)_{Ei}$ = é o nível médio de emissão de energia de referência dos veículos da *i*-ésima classe
- Q_i = número de veículos da *i*-ésima classe passando por um ponto específico durante 1 hora
- D = distância perpendicular do eixo central da faixa de tráfego até o observador (em metros)
- D_0 = distância de referência (15 m)
- V_i = velocidade média dos veículos de *i*-ésima classe (em km/h)
- T = período de tempo no qual L_{eq} é calculado (1 hora)
- α = parâmetro cujo valor depende da condição local
- Ψ = representa uma função usada para ajuste de segmentos (por exemplo, ajuste à rodovia de comprimento finito)
- ϕ_1, ϕ_2 = influência do ângulo de influência acústica que leva em conta a localização do observador em relação ao segmento de rodovia

- Δs = atenuação de ruído em dB(A), devido a algum tipo de proteção tais como barreiras, fila de casas, áreas densamente arborizadas, etc.

Segundo Cohn et ali (1992), o modelo de ruído de tráfego do FHWA é usado em 70% do total dos estados americanos, cuja metodologia prevê que os níveis de ruído devem ser tomados na pior hora de impacto de ruído de tráfego, os quais nem sempre ocorrem durante a hora do *rush*, pois a emissão dos ruídos está diretamente ligada à velocidade, à aceleração e desaceleração dos veículos. Além disso, é aplicada para o ruído existente e para o futuro, considerando seus efeitos e também desenhando barreiras de ruídos.

Métodos de Previsão de Ruído no Brasil

O modelo de impacto sonoro aplicado pela CETESB relaciona os índices de ruído com outros parâmetros (fluxo de veículos, velocidade média dos veículos, porcentagem de veículos pesados, tipo de revestimento da via, topografia do local, distância do observador etc.), através de modelos empíricos, em que se compara com o nível estabelecido pela Resolução CONTRAN 446/71, prevendo o comportamento do ruído no futuro. Este modelo empírico, adaptado à análise do tráfego em vias expressas, é similar ao modelo americano FHWA, um dos mais utilizados para previsão de ruídos em rodovias.

O controle de poluição sonora aplicado pela CETESB se baseia em uma análise futura de redução de emissão de ruídos, considerando que o número de veículos futuros tenda a reduzir seus decibéis, pelos novos padrões estabelecidos.

- O modelo segue abaixo:

$$L_{eq} \text{ (calculado)} = 53 + 7,91 \log Q + 0,22 p - 5,7 \log d \text{ (dB(A), onde:}$$

L_{eq} : nível de ruído equivalente em dB(A);

Q : fluxo de veículos, em veículo/hora, nos dois sentidos da via;

P : porcentagem de veículos pesados;

d : distância do observador ao eixo central da via.

e intervalo de variação a ser observado de: $66 < Q < 10076$

veículo/hora;

$$0 < P < 39,8\%;$$

$$4,0 < d < 25,5\text{m};$$

$$6,0 < v < 58,5 \text{ km/h}$$

O L_{eq} (observado) é medido no local, através de instrumentos eletrônicos de medição (equipamento digital) para obtenção do número que será comparado com os padrões estabelecidos pela CETESB.

Poluição do Ar

Um dos subprodutos indesejáveis da maioria das tecnologias de transporte é a poluição do ambiente. A contaminação do ar por gases e partículas emitidos por várias fontes, inclusive por veículos, é uma das formas de poluição mais sérias e mais difíceis de serem combatidas.

Segundo Berni (1998), os ônibus e automóveis particulares, responsáveis por quase 90% dos deslocamentos motorizados atualmente nas cidades, ainda predominaram na primeira década do século XIX. Ou seja, o número de deslocamentos por estes dois modos de transporte urbano continuaram contribuindo para a circulação de mais veículos nas vias e, conseqüentemente, maior será a emissão dos poluentes na atmosfera.

Embora o setor de transportes não seja o maior responsável pela poluição do ar, a julgar pelos dados dos EUA ele é responsável por 16 a 17% do total de poluição. No entanto, segundo Morlok (1978), em algumas cidades americanas como Los Angeles e San Diego o transporte é responsável por 70% da poluição do ar, e segundo Kawamoto (1994), 80 a 90% da poluição do ar de São Paulo se deve à poluição pelo tráfego.

De acordo com o Relatório de Qualidade do Ar de 1997 da CETESB, poluente é qualquer substância presente no ar e que pela concentração possa torná-lo impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconvenientemente ao bem estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo do solo da propriedade e às atividades normais da comunidade. Os poluentes podem ser primários (aqueles emitidos diretamente pelas fontes de emissão) e secundários (formados pela reação química entre os primários e os constituintes naturais da atmosfera).

O grande problema da poluição do ar é que os gases e as partículas lançadas na atmosfera além de lá permanecerem durante muito tempo e poderem ser transportados pelas correntes aéreas para outros lugares, tem o efeito cumulativo, ao contrário da poluição sonora que desaparece com a remoção da fonte de emissão.

Existe no Brasil um programa instituído a partir de Junho de 1989 que se chama Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar - PRONAR e é gerenciado pelo IBAMA e executado no Estado de São Paulo

pela CETESB. Este programa utiliza alguns instrumentos contidos na Legislação Federal de Controle de Poluição Ambiental, como:

- Limites Máximos de Emissão;
- Padrões de Qualidade do Ar;
- Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE;
- Programa Nacional de Controle da Poluição Industrial - PRONACOP;
- Programa Nacional da Qualidade do Ar;
- Programa Nacional de Inventário de Fontes Poluidoras do Ar;
- Programas Estaduais de Controle da Poluição do Ar.

São estes instrumentos que oferecem suporte técnico e metodológico para a análise dos tópicos a seguir.

Parâmetros da Qualidade do Ar

Os parâmetros da qualidade do ar representam as substâncias encontradas no ar que podem prejudicar sua qualidade. Dentre estes parâmetros, encontram-se o material particulado (Partículas Totais em Suspensão-PTS; Fumaça-FMÇ e Partículas Inaláveis-PI), compostos de enxofre (SO_2 ; SO_3 ; H_2S ; sulfatos), compostos de nitrogênio NO, NO_2 , NH_3 , HNO_3 , nitratos), compostos orgânicos de carbono (hidrocarbonetos, como metano; álcoois; aldeídos; cetonas; ácidos orgânicos), monóxido de carbono, compostos halogenados (HCl, HF, cloretos, fluoretos) e ozônio.

Padrões da Qualidade do Ar

Os padrões da qualidade do ar, de acordo com a Resolução CONAMA nº 05 de 15/06/89, referem-se aos limites máximos de emissão estabelecidos e podem ser primários e secundários.

Os padrões primários representam os limites (níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes no ar), que ultrapassados, poderão afetar a saúde da população e a vida dos seres vivos em geral, a curto e médio prazo. Enquanto os padrões secundários (níveis desejados de concentração de poluentes no ar) prevêm o mínimo efeito adverso ao bem estar da população, à fauna, à flora, aos materiais e ao meio ambiente, a longo prazo. Os padrões secundários foram criados com o objetivo de atender principalmente áreas de preservação (parques, estâncias turísticas, áreas de proteção ambiental etc).

Índices da Qualidade do Ar

Os índices da qualidade do ar (tabela 02) são valores adimensionais obtidos pelas estações automáticas de monitoramento da CETESB (medindo os índices de cada poluente), juntamente com uma previsão meteorológica das condições de dispersão dos poluentes para as próximas 24 horas. As faixas estabelecidas para qualidade do ar foram concebidas com base no Pollutant Standards Index-PSI da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos - EPA. Estes índices são divulgados nos pontos mais movimentados de pedestres e vias, através de painéis eletrônicos.

Tabela 2 - Índices da Qualidade do Ar

Índices	Qualidade do Ar
0-50	Boa
51-100	Regular
101-199	Inadequada
200-299	Má
300-399	Péssima
maior 400	Crítica

Fonte: Relatório da Qualidade do Ar de 1997. CETESB, 1998.

As faixas de índice de qualidade do ar são aplicáveis aos poluentes mais significativos à poluição atmosférica pelos transportes urbanos, tais como o monóxido de carbono, partículas inaláveis, ozônio, óxidos de enxofre e óxidos de nitrogênio. Caso pelo menos um desses índices ultrapassar o limite regular da qualidade do ar, as estações de monitoramento configuram o ar como inadequado.

Interferências dos Poluentes no Ecossistema e no Ser Humano

Um dos grandes problemas é a reação química dos compostos na atmosfera, pois esta provoca a *inversão térmica*, a *chuva ácida*, o *efeito estufa*. A *inversão térmica* é um fenômeno causado pelos raios de sol ou pelo movimento das massas de ar, provocando o surgimento de uma camada de ar quente acima de uma camada de ar frio (muito próxima do solo); impedindo a dispersão dos poluentes, geralmente no inverno. A *chuva ácida* é resultado de

uma reação química no ar provocada entre o SO_2 e a água, produzindo o ácido sulfúrico, o qual é uma substância corrosiva (SMA, 1996).

Parte da energia solar é absorvida para o aquecimento da Terra e parte é refletida através da irradiação infravermelha de ondas longas. Mas essa irradiação, ao se juntar com o vapor d'água, CO_2 e outros gases de efeito estufa, é impedida de passar da superfície terrestre para ser dispersa no espaço. Este fenômeno, causador do aquecimento global, é conhecido como *efeito estufa* (CETESB, 1997).

O quadro 1 permite entender rapidamente quais as interferências no ecossistema e nos seres vivos expostos aos poluentes mais significativos.

Nos Estados Unidos, o transporte é a principal fonte de poluição do ar, colocando 100 milhões de toneladas por ano de gás carbônico (CO_2), hidrocarbonetos (HC) e óxido de nitrogênio (NO_x) no ar, em 1993. Deste valor, 90 milhões de toneladas são produzidas de monóxido de carbono (CO) e 70% vem dos veículos em vias expressas.

O CAAA (The Clean Air Act Amendments) é um órgão americano controlador das emissões de poluentes, através da inspeção e manutenção dos veículos automotores. Tal atividade de controle permite reduzir os níveis de nitrogênio e hidrocarbonetos pela combustão da gasolina, já que é difícil limitar o número de veículos circulantes nas estradas. No Brasil, este programa de inspeção e manutenção de veículos automotores é realizado pela CETESB, em virtude dos programas já citados no item 2.2.

Considerações Finais

O que se pode verificar com o estudo do tema Impactos Ambientais nos Transportes Urbanos é que existem exigências legais que foram implantadas e modelos nacionais e internacionais que apontam algumas ações de mitigação e/ou programas de controle de poluentes sonoros e do ar, os quais representam os mais significativos agravantes à saúde humana e ao ecossistema dos grandes centros urbanos. Para tanto, é necessário considerar, em uma análise mais específica, outros fatores de planejamento e implantação do sistema de transporte em uma cidade, tais como as características gerais do relevo, condições climáticas da área em estudo, densidade demográfica, questões ambientais e sócio-econômicas e aspectos culturais e educacionais da região.

Quadro 1 - Interferências dos Poluentes no Ecossistema e no Ser Humano

Poluentes	Efeitos nos humanos	Efeitos na vegetação	Efeitos na atmosfera
<u>Oxido Sulfúrico</u> SO ₂ : suspenso no ar por partículas, contribui no transporte urbano com 10%	Bronquites, outros efeitos respiratórios e problemas cardíacos	Plantas mais sensíveis ao poluente possuem grandes problemas fisiológicos	O pó pode reduzir a radiação solar, causar a ilha de calor nas cidades e também as chuvas ácidas
<u>Monóxido de Carbono</u> CO: contribuem com 95,5% das emissões por veículos (CETESB, 1997)	Efeitos psicomotores, cardiovasculares e causas de asfíxia	Efeitos respiratórios nas plantas	O dióxido de carbono causa uma mudança global no clima
<u>Oxidantes Fotoquímicos</u> ¹ : no transporte urbano contribui com 65%	Sistema respiratório e irritação nos olhos e nariz.	Declínio em colheitas	Absorve a camada de Ozônio na estratosfera e os raios ultravioleta.
<u>Oxido de Nitrogênio</u> NO _x : no transporte urbano contribui com 50%	Sistema respiratório e irritação nos olhos e nariz	Chuva ácida, causadora de danos em árvores	Chuva ácida
<u>Chumbo</u> ² : no transporte urbano contribui com 90%	Efeitos no metabolismo sangüíneo (anemia), retardamento mental em crianças e 5% deste poluente despejado no ar vai para os alimentos.	O acúmulo em plantas nas estradas causam problemas em sua reprodução	Céu cinza (nevoeiro)
<u>Fluoretos</u> ³ : no transporte urbano contribui com 0%.	Irritação nos olhos e dificuldades para respirar	Danos em pinheiros e arbustos.	Destroi o Ozônio na estratosfera.

Fonte: Stutz, 1995

¹ Óxidos Fotoquímicos: mistura de poluentes secundários formados pela reação dos hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio na presença de luz solar. O principal produto desta mistura é o ozônio (O₃), responsável pela destruição da camada protetora de radiação ultravioleta.

² Chumbo: está presente na composição da gasolina (atmosfera), na poeira (partículas maiores) e no interior do motor e sistema de extrusão. Tem seu teor reduzido pela mistura de álcool hidratado com gasolina (álcool anidro)

³ Faz parte do grupo dos compostos halogenados (item 2.2.1. Parâmetro de Qualidade do Ar).

Por outro lado, existe um outro fator que propicia a poluição ambiental: o processo de urbanização e industrialização de uma região e/ou cidade. À medida que o desenvolvimento econômico, social, político e cultural se intensifica em uma área, os impactos ambientais começam a surgir inicialmente, pela falta de planejamento urbano; mas em seguida, pela instalação e expansão industrial, pela construção de loteamentos irregulares, pela implantação do sistema de transporte mal planejado, pela criação de

equipamentos urbanos na região (hospitais, creches, comércio, áreas de lazer, igrejas etc.) e pela ocupação desordenada.

Em vista desta expansão industrial e tecnológica e deste crescimento territorial, é importante que estudiosos e profissionais de múltiplas áreas de atuação (meio ambiente, energia, educação, saúde, planejamento urbano, qualidade dos serviços prestados etc.) continuem desenvolvendo seus estudos interrelacionando conceitos, ações e propostas de controle ambiental, principalmente entre o uso do solo e transportes e entre a mobilidade e os impactos ambientais.

No Brasil, segundo Berni(1998), a redução do consumo de combustíveis tradicionais e das correspondentes emissões de poluentes nos grandes centros urbanos depende da preocupação com a questão ambiental em todas as etapas do planejamento do transporte urbano, da adoção de uma política realista para os preços dos combustíveis, do uso de novas tecnologias mais eficientes, de novos materiais empregados nos autoveículos, do sistema de transporte coletivo adequado à demanda e de medidas para descongestionar as cidades. Neste sentido, é interessante buscar alternativas ou incentivar outras que viabilizem mais satisfatoriamente o deslocamento das pessoas dentro dos grandes centros urbanos, já que a expansão viária nem sempre representa uma solução viável a médio e longo prazo, porque requer grandes investimentos, envolve desapropriações ou uso de terras livres e tem sua ampliação rapidamente absorvida pelo crescimento da frota e pelo aumento do número de viagens induzidas a esta via.

Algumas medidas mitigatórias de emissores podem ser estudadas como o reordenamento e descentralização das atividades urbanas; a priorização do transporte à pé e de bicicleta; a implementação de políticas de transporte sustentáveis; melhor gerenciamento da demanda ao transporte coletivo; melhor qualidade dos serviços prestados à comunidade; a disseminação de conceitos de educação ambiental no trânsito, a atuação de órgãos multidisciplinares e o aumento no custo do transporte particular (pedágio urbano, tarifas sobre poluição, maior preço nos estacionamento e elevação no preço dos combustíveis). Porém, é fundamental uma estratégia de ações para implementação de algum destes custos, pois são medidas muito conflitantes para a população local, regional e passageira.

Para tornar o atendimento eficiente e não perder o mercado para a tendência de crescimento dos transportes clandestinos, no transporte coletivo devem ser consideradas algumas reclamações de usuários, tais como segurança contra assaltos, passagens mais econômicas, maior rapidez no

trajeto, menor risco de acidentes, menor lotação dos veículos coletivos, melhor atendimento dos funcionários e maior regularidade nos horários.

Para alguns atenuantes sonoros, deve-se considerar o uso de barreiras naturais como montanhas e árvores para contenção do ruído; construção de habitações com o emprego de materiais que permitam impedir a expansão do ruído; empregar materiais que não propiciem a geração de ruídos como nos casos dos trens americanos (uso de rodas de borracha); evitar projetar bairros residências e áreas comerciais próximos às vias expressas; além de proibir a construção de aeroportos próximos a áreas residenciais.

Espera-se que a implementação de instrumentos e mecanismos práticos, criativos e objetivos (programas nacionais e estaduais de controle ambiental; programas de qualidade e produtividade de serviços; programas de educação e segurança no trânsito e financiamento de estudos e projetos setoriais para os grandes centros urbanos) possam com eficácia não só reduzir os impactos ambientais causados pelo transporte urbano, mas desenvolver nas pessoas uma visão holística de como deve ser um meio ambientalmente saudável, equilibrado, solidário, seguro e tecnologicamente contemporâneo, além de permitir melhor qualidade à saúde humana e, conseqüentemente, melhor qualidade de vida.

Com relação aos combustíveis e suas respectivas emissões, na década de 80, o Brasil viabilizou o uso de gasolina com 22% de álcool, trazendo benefícios ao meio ambiente, à saúde humana, além de dispor do uso de tecnologias limpas (aquelas que permitem o baixo potencial poluidor) e reduzir a emissão dos compostos de chumbo e monóxido de carbono na atmosfera. E existem estudos incentivando a volta de veículos movidos à álcool. Os veículos movidos à diesel do transporte urbano, atualmente, têm um controle das emissões de enxofre do óleo diesel

Espera-se ter contribuído como alerta a cidades de médio e pequeno porte, que ainda não estão sofrendo deste "mal-necessário", desde que considerem os pontos de vista multidisciplinares para implantação de qualquer projeto urbano, ou seja os pontos de vista da engenharia, do urbanismo, da geologia, da geografia, da sociologia, da psicologia social, etc.

Bibliografia

BARAT, J. *Transporte e Energia no Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand, 1991.

BERNI, M.D. Gestão ambiental e planejamento no transporte urbano. P.86-107. In: FERRER, J.T.V. *Casos de Gestão Ambiental*. São Paulo: CETESB: SMA, Campinas: UNICAMP, 1998. 160p.

_____. Gestão ambiental e planejamento no transporte urbano. In: *Curso de Especialização em Gestão Ambiental*. Campinas: UNICAMP, 1997. 110p.

BRASIL. *Legislação Federal: controle da poluição ambiental* (atualizado até novembro de 1995). São Paulo: CETESB, 1995. 213p. (Série Documentos)

CETESB. *Aspectos ambientais nos sistemas de transporte nos centros urbanos*. São Paulo: CETESB, 1991. 10p.

_____. *Impacto do programa de controle de ruído veicular*. São Paulo: CETESB, 1992. 27p.

_____. *Poluição sonora por veículos*. São Paulo: CETESB, 1993. 20p.

_____. *Por um transporte sustentável* - documento de discussão pública. São Paulo: SMA: CETESB, 1997. 227p. (Série Documentos Ambientais)

_____. *Entendendo a mudança do clima: um guia elementar sobre a Convenção das Nações Unidas*. São Paulo: CETESB, 1997. 48p.

_____. *Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo em 1997*. São Paulo: CETESB, 1998. 98p.

COHN, L.F., WAYLSON, R.L., HARRIS, R.A. Environmental and energy considerations. In: EDWARD, J.D. *Transportation planning handbook*. Louisville: Prentice Hall, 1992. p.447-476.

FURTADO, N., KAWAMOTO, E. *Avaliação de Projetos de Transporte*. São Carlos: USP/SC, 1997. 254p.

KAWAMOTO, E. *Análise de Transporte*. São Carlos: USP/SC, 1994. 229p.

MOTA, S. *Planejamento Urbano e Preservação Ambiental*. Fortaleza: Edições UFC, 1981. 242p.

PEREIRA, W.A.A. Tendências observadas p/ próximos anos. In: *ANTP-Revista dos Transportes Públicos 80*. Ano20, 3ºtrim.1998. p.25-31.

SÃO PAULO (município). Prefeitura Municipal de São Paulo. *A Questão Ambiental Urbana: Cidade de São Paulo*. São Paulo: Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente, 1993. p.281-309. 766p.

SANT'ANNA, J.A. *O desafio das ISO 14000 aos transportes*. In: *ANTP-Revista dos Transportes Públicos 81*. Ano21, 4ºtrim.1998. p.79-92.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE. Coordenadoria de Educação Ambiental. Guia de atividades didáticas-operação rodízio 96. São Paulo:SMA, 1996. 44p.

STUTZ, F.P. Environmental Impacts. In: *The Geography of Urban Transportation*. USA: Guilford, 1995. p.376-406.

TOMMASI, L.R. *Estudos de Impacto Ambiental*. São Paulo: CETESB, 1993. 354p.

U.S DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. *Highway traffic noise in the United States: problem and response*. Disponível no site: <http://www.northernlight.com> Capturado em: 11/04/99.