

TRANSPORTE E MEIO AMBIENTE

IMPACTOS AMBIENTAIS DAS RODOVIAS E DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO

Prof. Dr. Daniel Caetano

2016-1

Baseado na aula de José Tadeu Balbo

Objetivos

- Apresentar e discutir os principais impactos ambientais e social relacionados à implantação de rodovias
- Apresentar e discutir os principais impactos ambientais e sociais da operação do transporte rodoviário



CONTEXTUALIZANDO...



A Rodovia e o Meio Ambiente

- Rodovia causa variados impactos
 - Positivos...
 - Melhora o acesso
 - Incentiva desenvolvimento
 - Negativos...
 - Desapropriações
 - Ruído, Poluição
 - Redução da qualidade de vida
 - Destruição de habitats
 - Fragmenta vida selvagem



IMPACTOS DA IMPLANTAÇÃO DE INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA



Implantação de Rodovias

- Segregação espacial
- Alterações visuais intrusivas
- Poluição do ar e água
- Impactos socioculturais
- Modificações no uso do solo



Segregação Espacial



Segregação Espacial



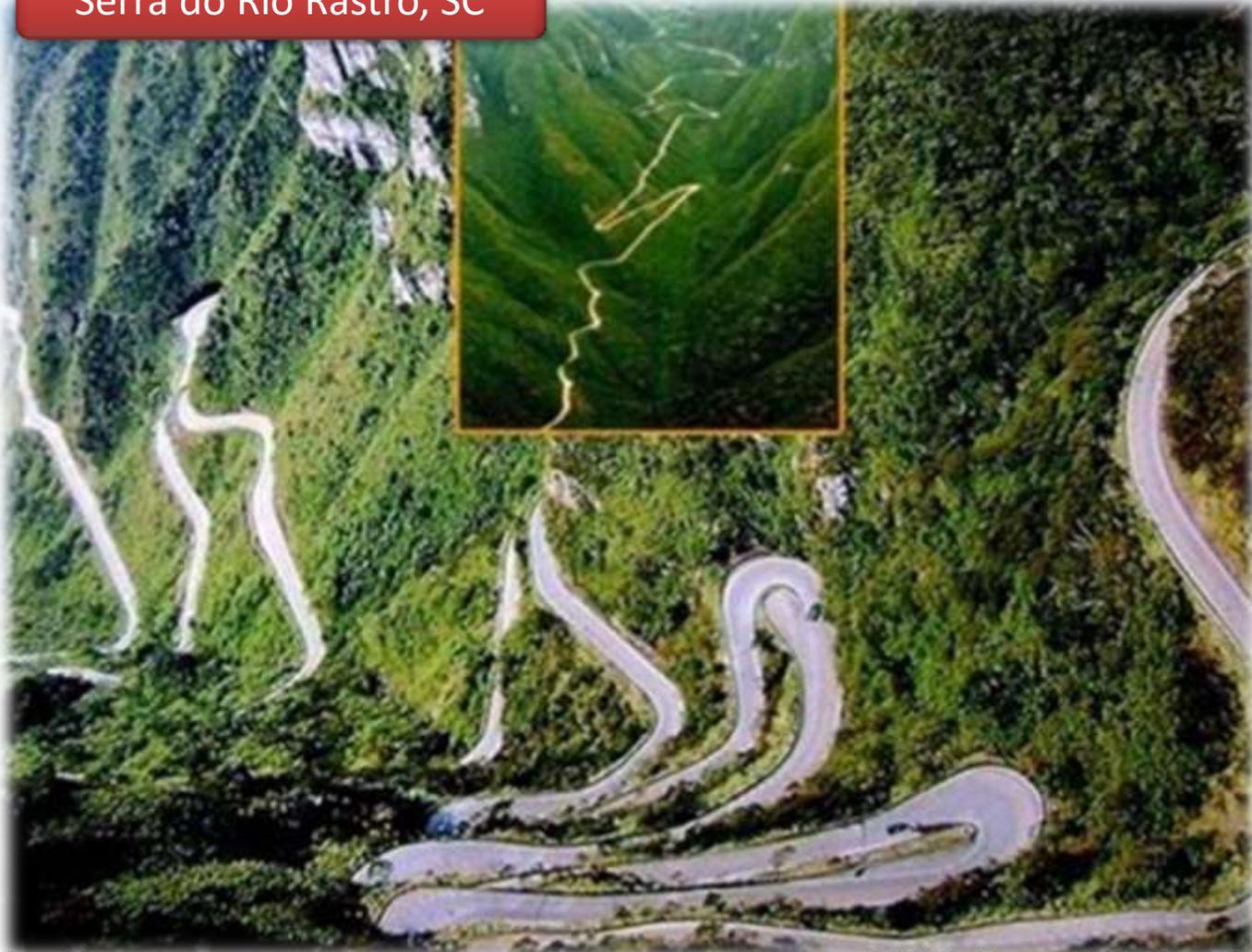
Eriferson R. Zamprogno



Segregação Espacial

Serra do Rio Rastro, SC

minilua.com



Segregação Espacial – Fauna



Segregação Espacial – Fauna



Segregação Espacial – Fauna



Segregação Espacial – Fauna



Segregação Espacial – Fauna



Segregação Espacial – Fauna



Segregação Espacial – Fauna



Segregação Espacial – Fauna



Segregação Espacial – Fauna



Segregação Espacial – Fauna



Segregação Espacial – Fauna



Segregação Espacial – Fauna



Segregação Espacial – Fauna



Segregação Espacial – Fauna



Segregação Espacial – Fauna

- WVC: Wildlife Vehicle Collision
 - Trágico para animais e motoristas
 - Lesões e mortes
 - Relativamente raros (4 a 10% dos WVCs)
 - Quando ocorrem: consequências graves
 - 200 mortes por ano nos EUA
 - 0,5% de todos os acidentes fatais



Segregação Espacial – Fauna

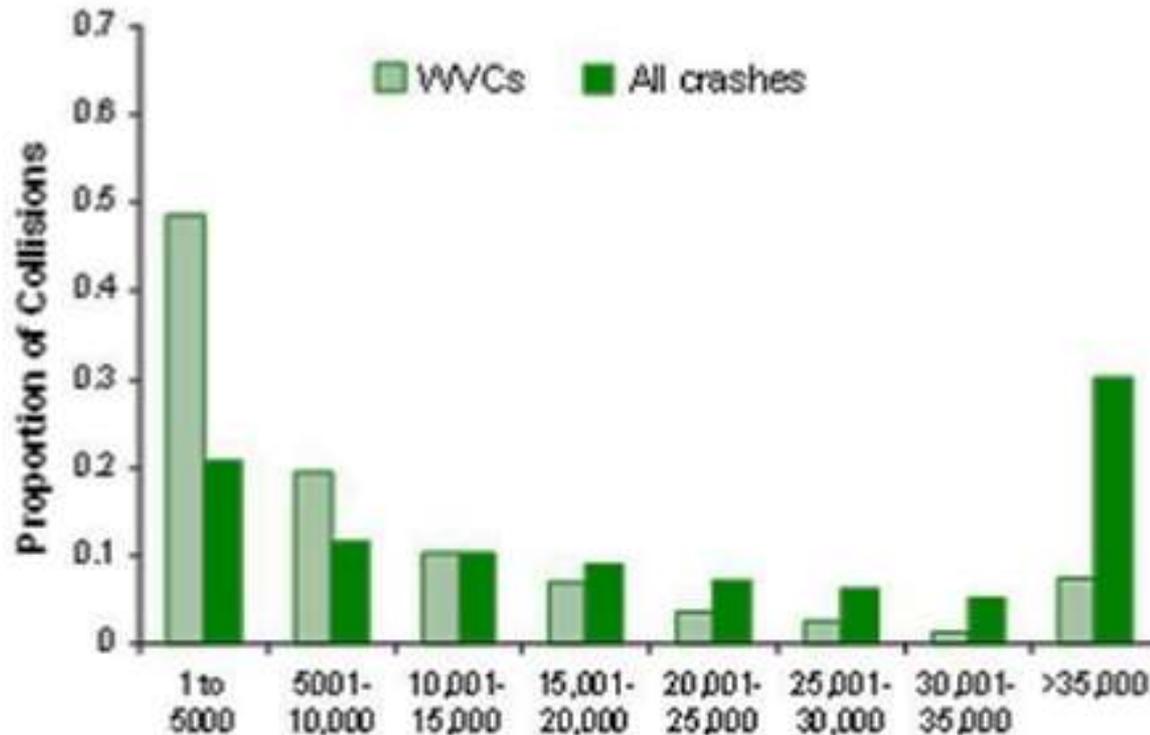
<http://www.environment.fhwa.dot.gov/wvctraining>



Segregação Espacial – Fauna

<http://www.environment.fhwa.dot.gov/wvctraining>

Average Daily Traffic



(Data Source: HSIS)

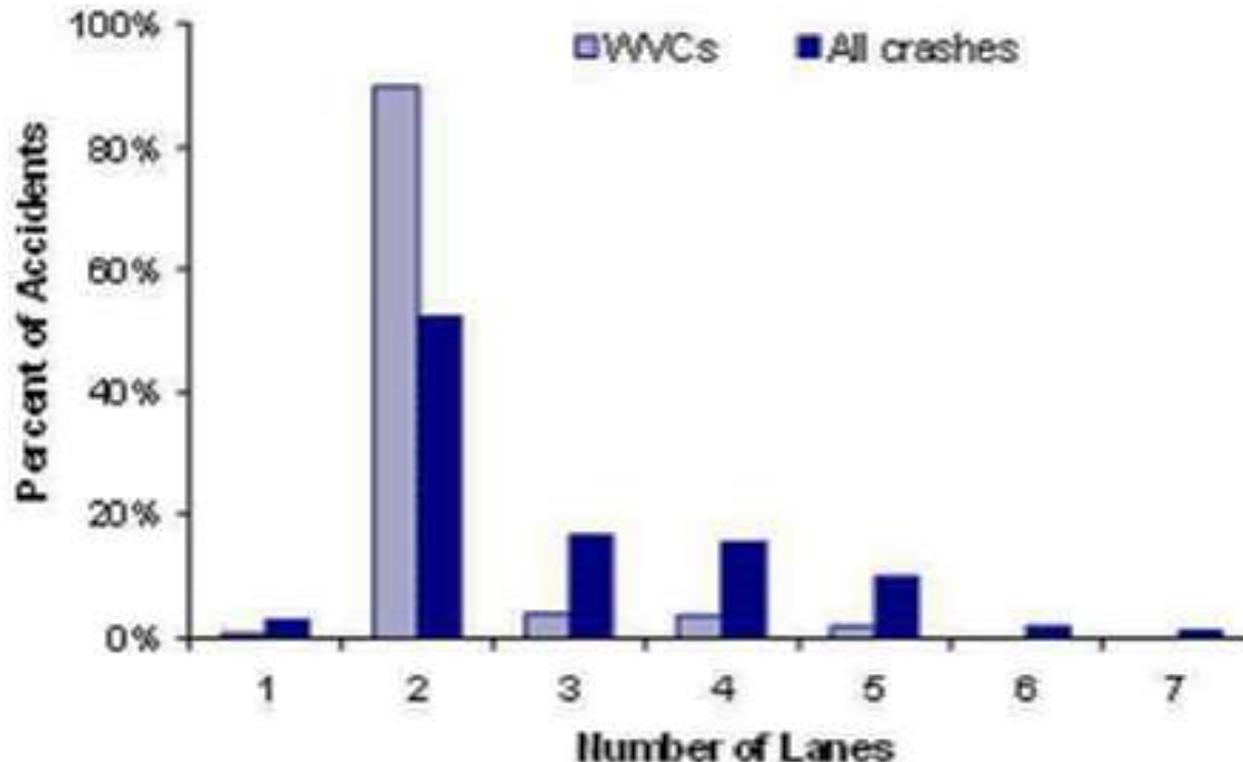
ADT



Segregação Espacial – Fauna

<http://www.environment.fhwa.dot.gov/wvctraining>

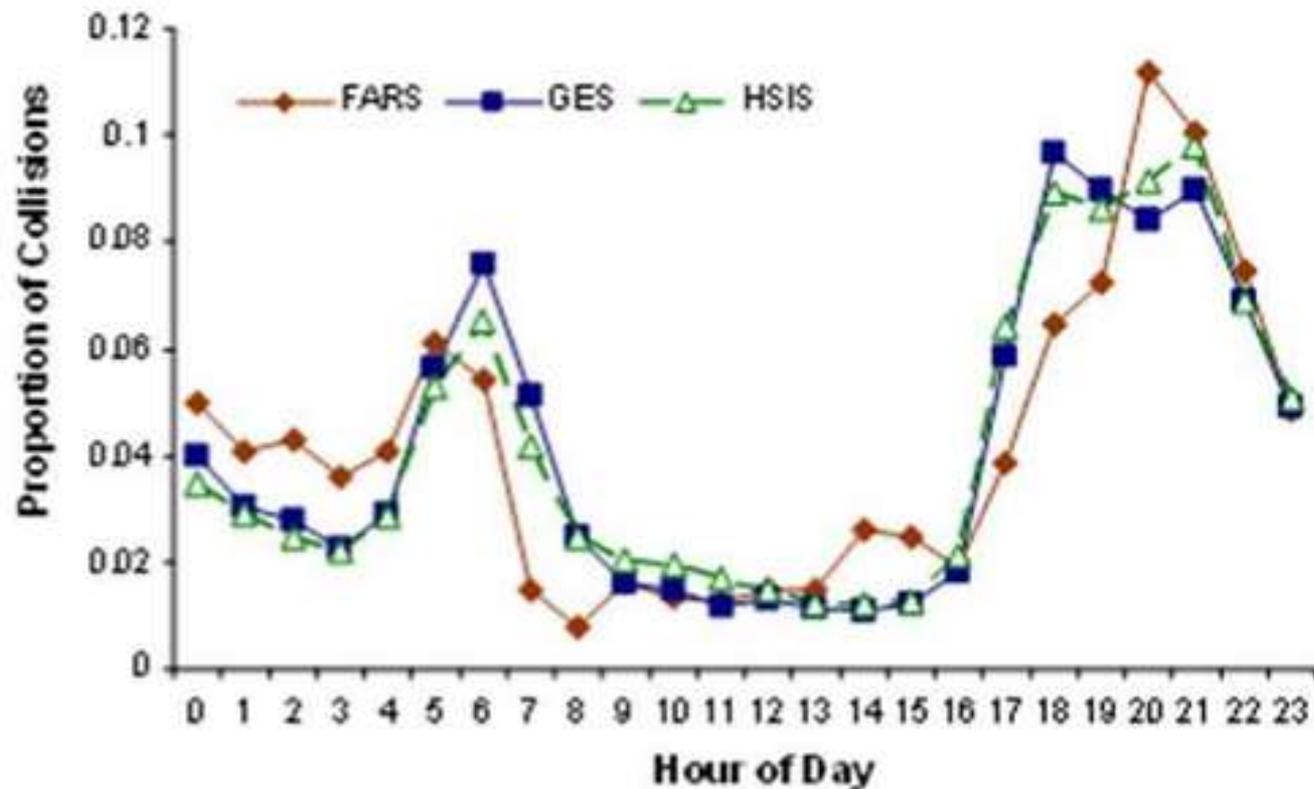
Number of Lanes on Roads



Segregação Espacial – Fauna

<http://www.environment.fhwa.dot.gov/wvctraining>

Time-of-Day WVCs



Segregação Espacial – Fauna

<https://goo.gl/uakglu>

Coelhos e Estradas



Segregação Espacial – Fauna



Critter Crossings

Linking Habitats and Reducing Roadkill

- Atropelamentos
 - Humanos e animais
 - Jaguatiricas:
 - Apenas 80 nos EUA



Segregação Espacial – Fauna

- Rodovias segregam a paisagem
 - Fragmentação do Habitat
 - Poucas espécies sabem “contornar”
- Unidades mais isoladas
 - Populações menores, menos estáveis
 - Suscetibilidade à endogamia
 - Extinção facilitada



Segregação Espacial – Fauna

- Esforço para mitigar o problema



Segregação Espacial – Fauna

- Esforço para mitigar o problema

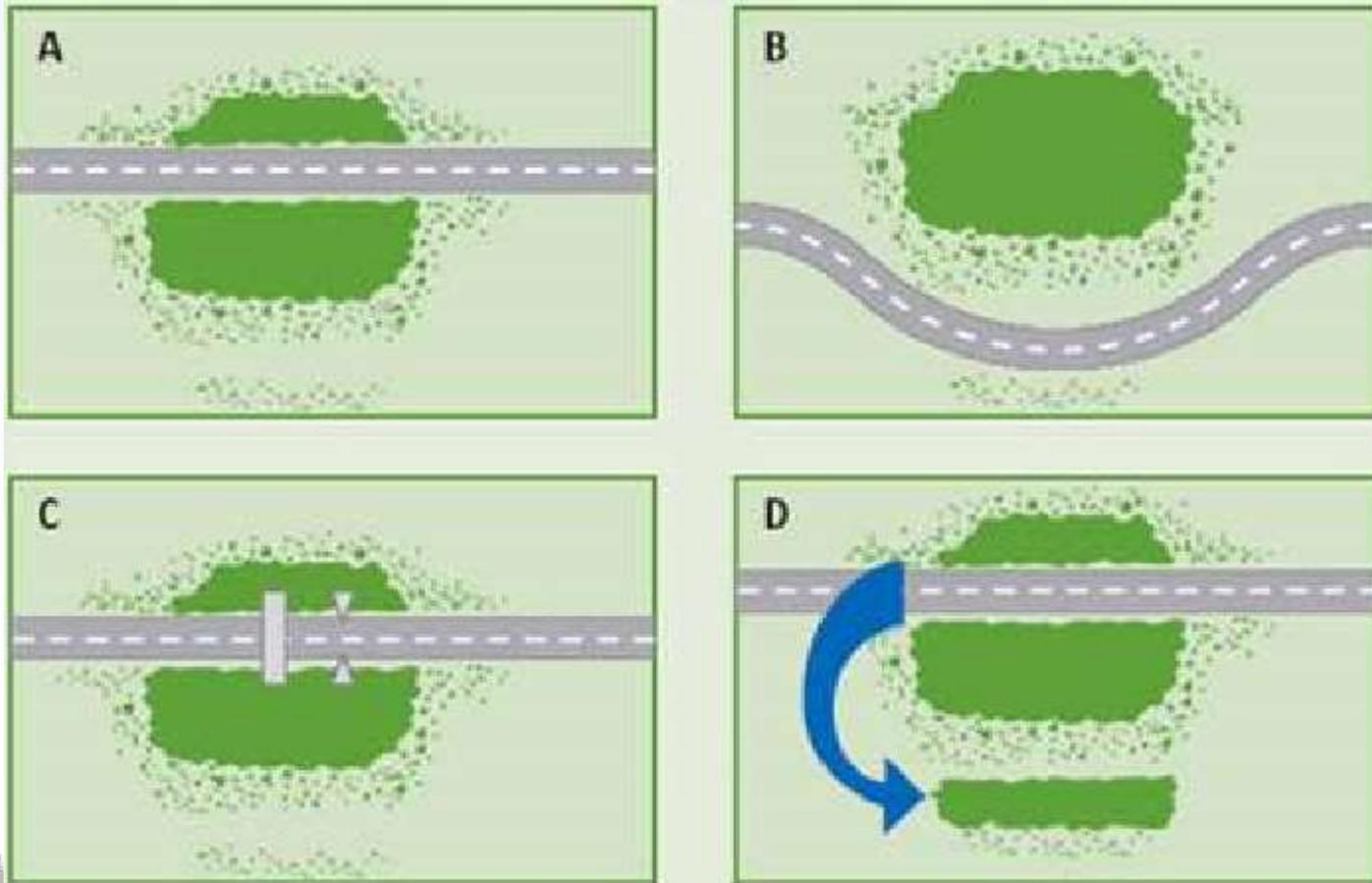


Fonte: Proposta de estradas-parque como unidade de conservação: dilemas e diálogos entre o Jalapão e a Chapada dos Veadeiros



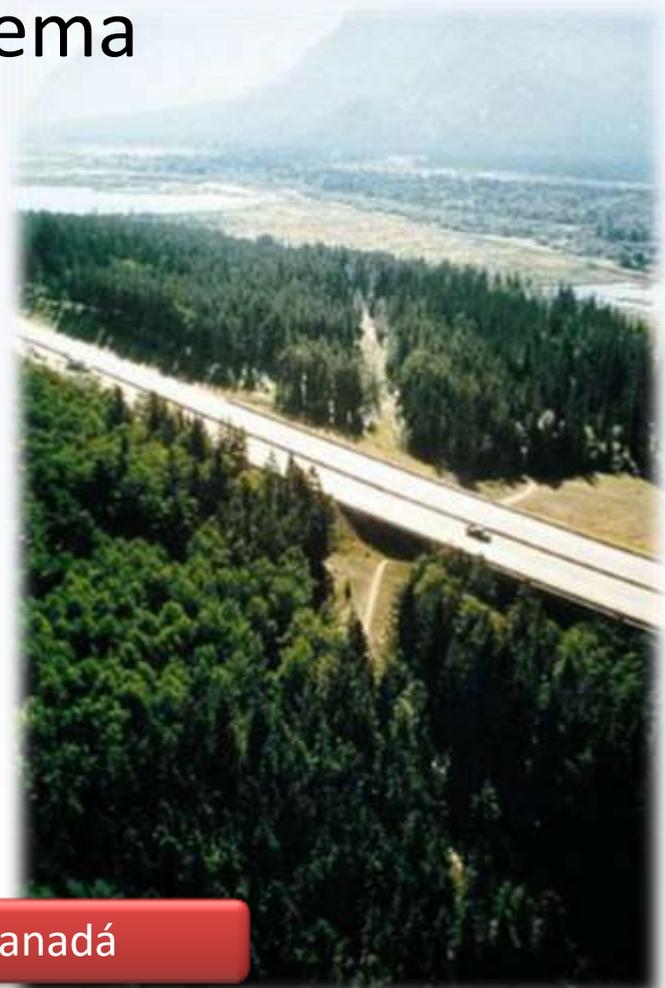
Segregação Espacial – Fauna

- Esforço para mitigar o problema



Segregação Espacial – Fauna

- Esforço para mitigar o problema
 - Travessia para grandes mamíferos



Alberta, Canadá

http://www.fhwa.dot.gov/environment/critter_crossings

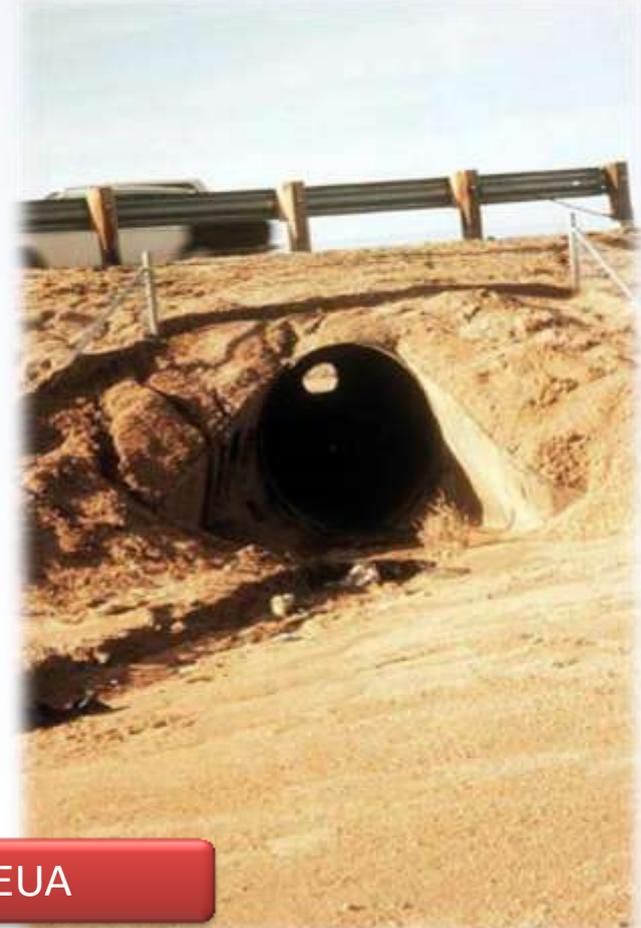


Segregação Espacial – Fauna



Segregação Espacial – Fauna

- Esforço para mitigar o problema
 - Passagens subterrâneas para tartarugas



Califórnia, EUA

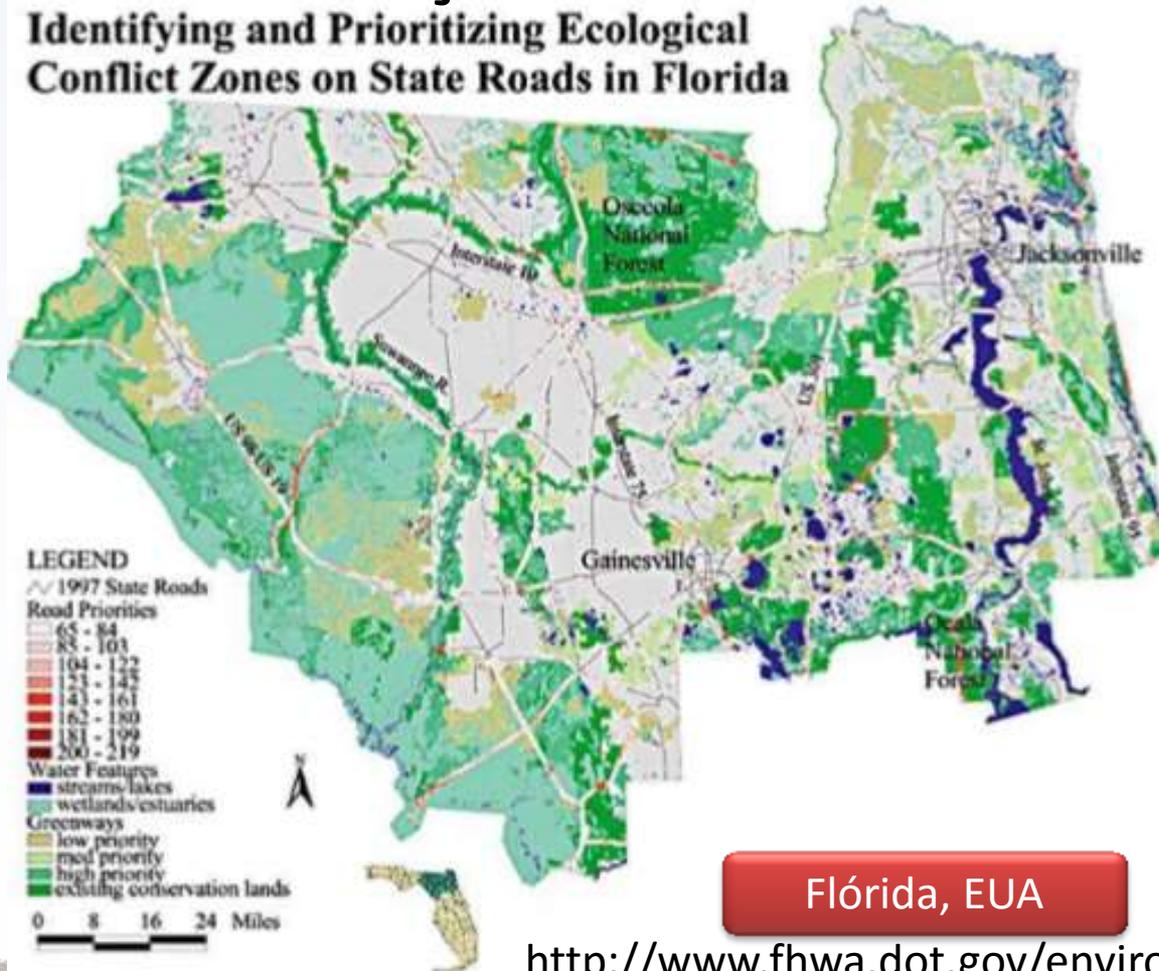
http://www.fhwa.dot.gov/environment/critter_crossings



Segregação Espacial – Fauna

- Identificação de Pontos Críticos

Identifying and Prioritizing Ecological Conflict Zones on State Roads in Florida



Flórida, EUA

- Critérios

- Atropelamentos
- Biodiversidade
- Sist. Ribeirinhos
- Habitats raros

http://www.fhwa.dot.gov/environment/critter_crossings



Segregação Espacial – Fauna

- Esforço para mitigar o problema
 - Muros e bueiros para répteis e anfíbios



Flórida, EUA

http://www.fhwa.dot.gov/environment/critter_crossings



Segregação Espacial – Fauna

- E



Segregação Espacial – Fauna



Segregação Espacial – Fauna

- Esforço para mitigar o problema
 - Ponte de terra (piso em terra)



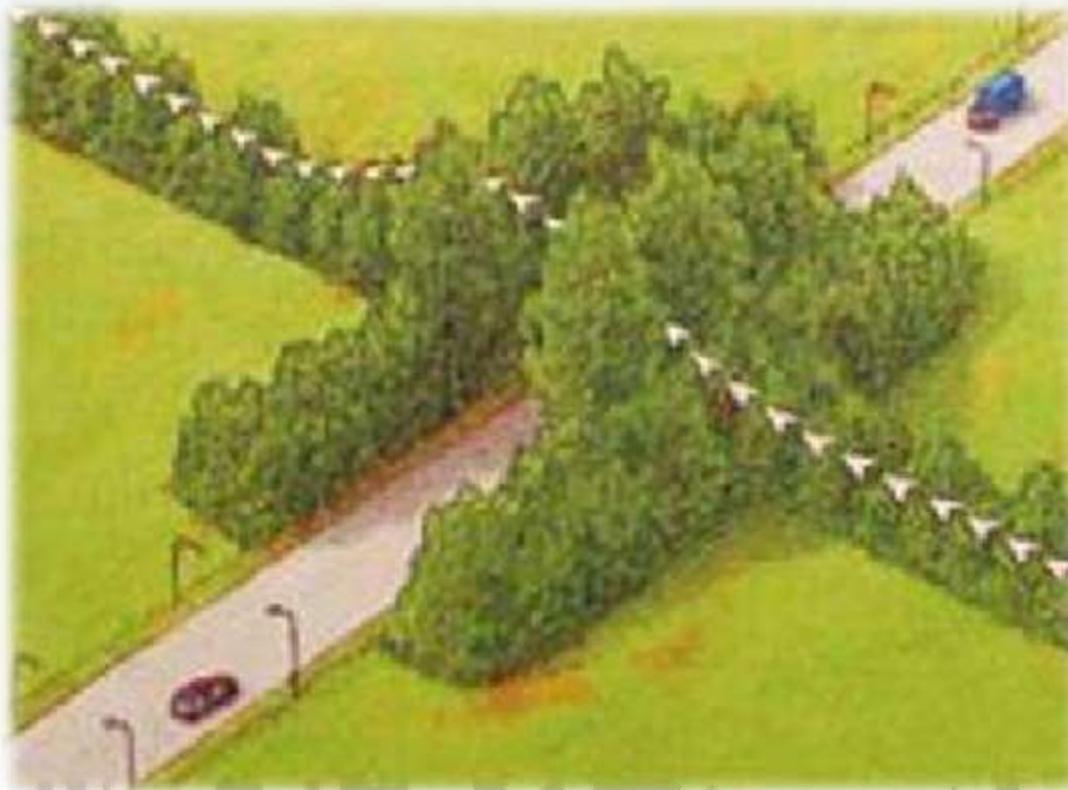
Flórida, EUA

http://www.fhwa.dot.gov/environment/critter_crossings



Segregação Espacial – Fauna

- Esforço para mitigar o problema
 - “Rampa” para morcegos



http://www.iees.ch/EcoEng051/EcoEng051_Review



Segregação Espacial – Fauna

- Esforço para mitigar o problema
 - Travessia para Macacos (Parque Ecológico)



Porto Alegre, RS



Alterações Visuais Intrusivas

- Transamazônica

Fotografia de Paula Sampaio
<http://1.bp.blogspot.com>



Pará, Brasil



Alterações Visuais Intrusivas

- Alpes Japoneses



<http://minilua.com/estradas-incriveis-mundo/>



Alterações Visuais Intrusivas

- Ponte de Millau



<http://minilua.com/estradas-incriveis-mundo/>

Paris-Barcelona



Alterações Visuais Intrusivas

- Pontes Mar Golfo do México (Keys)



<http://4.bp.blogspot.com>

Acervo prof. J.T. Balbo



Florida, EUA



Alterações Visuais Intrusivas

- Interseções em zonas urbanas



<http://static.minilua.com/>



Alterações Visuais Intrusivas



<http://minilua.com/estradas-incriveis-mundo/>

Shanghai, China



Poluição do Ar e Água



Resende, RJ



Poluição do Ar e Água



www.eocombatente.com.br

<http://4.bp.blogspot.com>



Poluição do Ar e Água

- Oleoduto da Petrobrás (Billings)



<http://3.bp.blogspot.com>



Poluição do Ar e Água

		INCÔMODOS E POLUIÇÃO									
		ASPECTOS AMBIENTAIS									
FASE DA OBRA	ATIVIDADES	Geração de resíduos perigosos	Geração de resíduos sólidos	Emissão de vibração	Emissão de ruídos	Lançamento de fragmentos	Emissão de material particulado	Risco de geração faíscas onde há gases dispersos	Desprendimento de gases, fibras e outros	Ventilação	Manejo de materiais perigosos
		Serviços Preliminares	Demolição	◆	◆	◆	◆	◆	◆	X	◆
Limpeza superficial do terreno			◆		◆	X	◆				
Infra-estrutura	Fundações		◆	◆	◆		◆			◆	
	Rebaixamento do lençol		X	X	X	X	X				
	Escavações e contenções		◆	◆	◆		◆				

Araújo e Cardoso (2006) obs.: ◆ aspecto ambiental normalmente mais relevante



Poluição do Ar e Água

Classificação	Exemplos
MATERIAL PARTICULADO	Poeiras, fumaças, fumos, névoas.
GASES E VAPORES	CO, CO ₂ , SO ₂ , O ₃ , NO _x , HC, NH ₃ , CL, H ₂ S.
POLUENTES PRIMÁRIOS	CO, SO ₂ , CH ₄ , NH ₃ , CL, H ₂ S.
POLUENTES SECUNDÁRIOS	O ₃ , aldeídos, sulfatos, ácidos orgânicos, nitratos orgânicos.
POLUENTES ORGÂNICOS	HC, aldeídos, ácidos, orgânicos, nitratos orgânicos, partículas orgânicas.
POLUENTES INORGÂNICOS	CO, CO ₂ , SO ₂ , NO _x , poeira mineral, névoas ácidas e alcalinas.

Assunção (1998)



Poluição do Ar e Água

Poluentes	Efeitos primários
Material particulado	Deficiência nas funções pulmonares Agravamento de doenças cardíacas Aumento de tosses e desconforto no peito, além de asma, bronquite e alergias Irritação dos olhos e pele Redução de visibilidade Poluição do solo Poluição das águas Danos a propriedades Danos à paisagem Danos a materiais

Resende (2007)



Poluição do Ar e Água

- Fontes de Emissão de Material Particulado



Resende (2007)



Impactos Socioeconômicos

- Segregação do Habitat



Impactos Socioeconômicos

- Segregação do Habitat



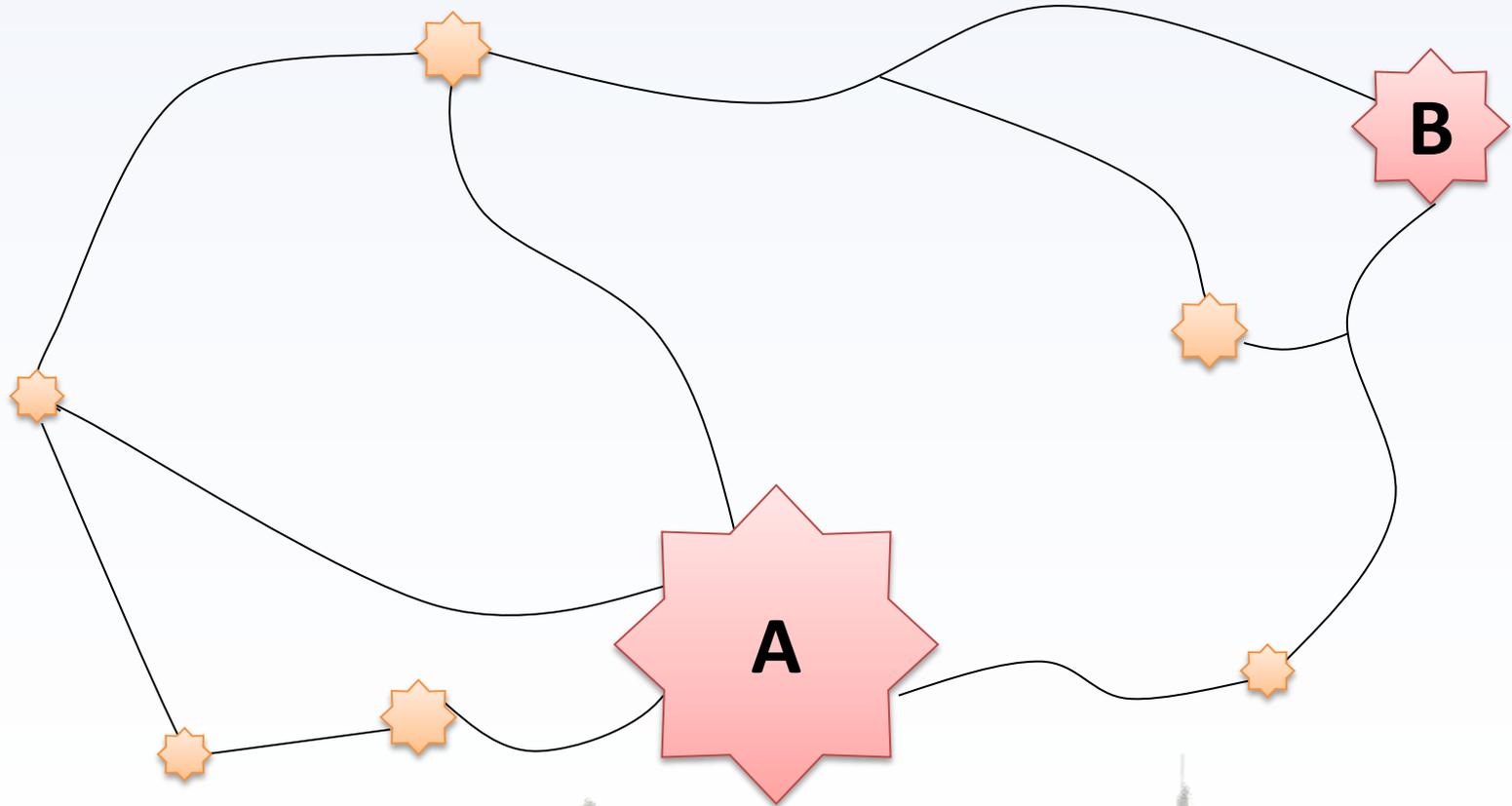
Impactos Socioeconômicos

- Confinamento de Rodovia



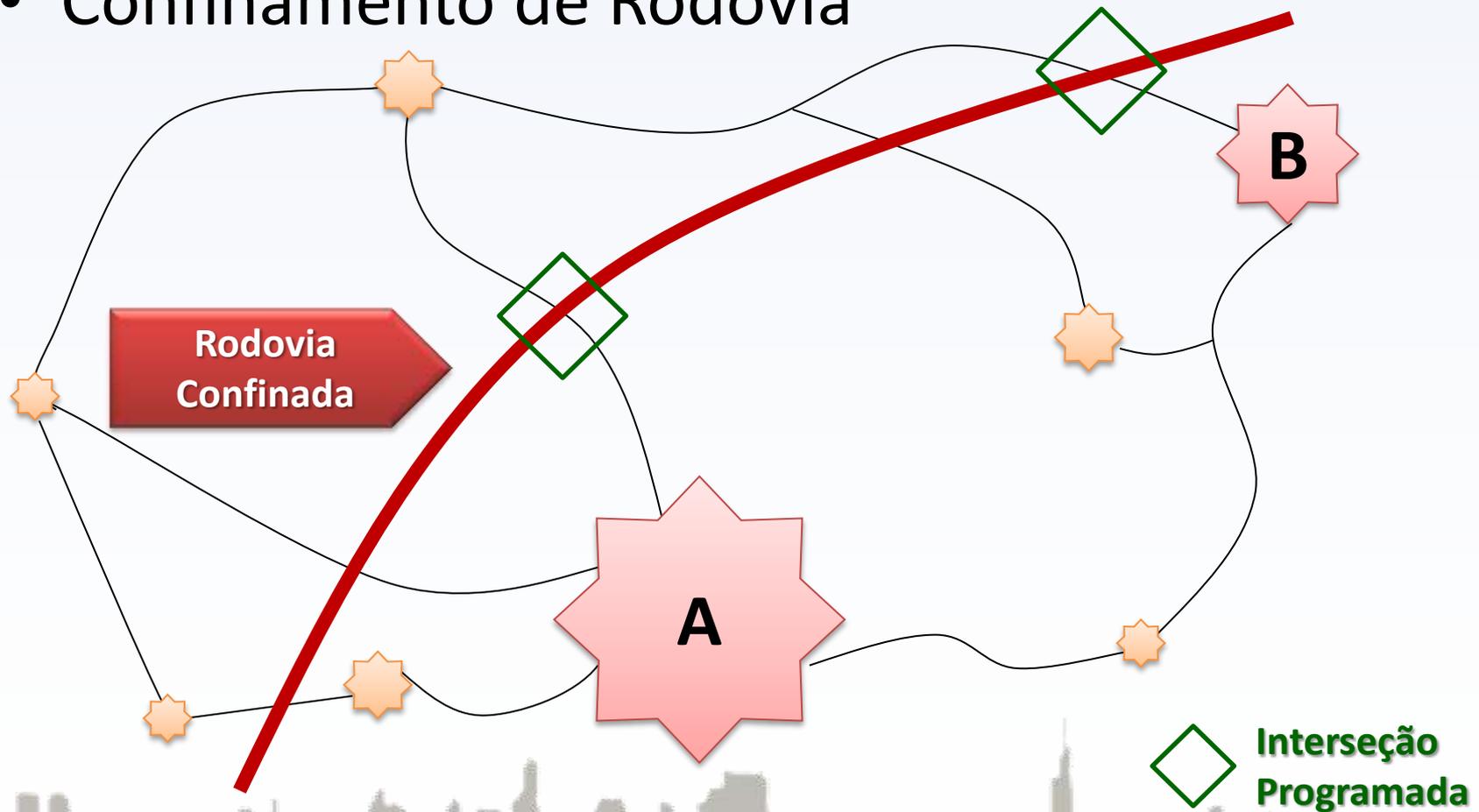
Impactos Socioeconômicos

- Confinamento de Rodovia



Impactos Socioeconômicos

- Confinamento de Rodovia



Impactos Socioeconômicos

- Microeconomia
Local



Impactos Socioeconômicos

- Pavimentação de Estradas de Terra



Impactos Socioeconômicos

- Pavimentação de Estradas de Terra
 - Aumento da velocidade (dobra!)
 - Risco de atropelamentos
 - Em especial de crianças em zonas rurais
 - Riscos de choques com bicicletas
 - Diminuição da parada de motoristas
 - Redução do comércio lindeiro
 - Perda de renda das famílias



Impactos Socioculturais

- Projeto Nova Faria Lima (1995)

“D. Paulo Evaristo Arns, Antonio Cândido, Ruth Cardoso, Bento Prado Jr., Florestan Fernandes, Fábio Feldmann, Fábio Konder Comparato, Luiz Felipe Alencastro e tantos outros como signatários do MANIFESTO EM DEFESA DA CIDADE DE SÃO PAULO que entre as várias razões para estar contra o projeto Faria Lima, é destacado que: estamos contra, por não aceitar esse tipo de progresso a qualquer custo, destruidor de história, de memória e de relações consolidadas... . Estamos contra porque não aceitamos essa obra como prioritária numa cidade esquecida em todas as suas necessidades”.

O Arquiteto Wladimir Arruda , também integrante do movimento comenta que,

“Vão riscar nosso bairro do mapa, um lugar cheio de vilas, áreas verdes e ruas pequenas - e nós, para onde vamos?” (Jornal da Tarde 16.02.93).



Impactos Socioculturais

- Projeto Nova Faria Lima (1995)

Baseando-se na Lei 7.104 de 1968, a prefeitura de São Paulo iniciou no ano de 1993 um processo de desapropriações nos bairros de Pinheiros e Vila Olímpia, com o projeto BoulevardSul. Este projeto iria modificar por completo o tecido urbano da região, organizando os bairros em diferentes zonas de intervenção para a criação de áreas ajardinadas, prédios comerciais e hotéis, afetando todos seus habitantes. Assim surgiu o Movimento Pinheiros Vivo, uma organização de moradores e comerciantes com o intuito de preservar as características históricas e tradicionais do bairro.

Esta questão polêmica também afetou a vida da congregação. A Paróquia de São João cedeu seu espaço para as reuniões mensais do Movimento. Com o apoio de vários partidos políticos, tanto de esquerda como de direita, além de outros movimentos civis, a Paróquia lutou para que o seu templo não fosse demolido e o bairro descaracterizado. Ressaltamos o apoio de D. Paulo Evaristo Arns, então Arcebispo de São Paulo, e do Rabino Henry I. Sobel, além de outras denominações cristãs. Recebemos também cartas de solidariedade do então Secretário Geral da Comunhão Anglicana, Rev. Côn. Samuel Van Culin, do Arcebispo da Cidade do Cabo, Revmo. Desmond M. Tutu, laureado com o Prêmio Nobel da Paz, entre outras tantas correspondências.

Ao final, a prefeitura levou adiante apenas a ampliação do traçado da Av. Faria Lima, derrubando o templo da Paróquia na noite do dia 10 de janeiro de 1995 após enfrentar a resistência dos paroquianos.



Impactos Socioculturais

- Projeto Nova Faria Lima (1995)

Igreja Metodista da Comunidade
Japonesa –Pinheiros, SP (1944)



Fonte: Cadernos CEDEC 45



Impactos Socioculturais

O DEMOCRATA

- Novo Contorno Raposo Tavares (2015)

Obra do novo contorno da Rodovia Raposo Tavares deve começar nos próximos dias (Postado em 28 mar, 2015)

- A obra efetiva do novo contorno da Rodovia Raposo Tavares em São Roque deve começar nos próximos dias. Na primeira etapa, equipe de técnicos, percorrerão as localidades por onde o contorno passará, tirando dúvidas de moradores e comerciantes, mostrando os benefícios desta obra, em especial na parte de segurança e agilidade no ir e vir de veículos. Reuniões são realizadas e todo projeto é explicado. Um dos encontros ocorreu no Posto de Saúde da Vila Amaral.



Impactos Socioculturais

O DEMOCRATA

- Novo Contorno Raposo Tavares (2015)
- Projeto

O projeto é a continuidade do atual contorno que se iniciou na entrada da Vila Nova até o bairro Junqueira na Rodovia Quintino de Lima. Assim, o novo traçado inicia-se no neste trecho do Junqueira, seguindo sentido Vila Mike, porém, desviando pela Vila Amaral, passando próximo ao campo de futebol do bairro e ao lado do novo Posto de Saúde, até chegar a Rodovia Raposo Tavares novamente, ao lado da Igreja de São Luis Gonzaga no Jardim Villaça. Neste novo contorno, em alguns trechos, serão construídas pontes e viadutos.



Impactos Socioculturais

O DEMOCRATA

- Novo Contorno Raposo Tavares (2015)
- Opinião da Comunidade

Há sete meses que a comunidade do Jardim Villaça vêm batalhando por uma mudança no traçado do Novo Contorno da Rodovia Raposo Tavares. Todos nós queremos uma rodovia melhor e mais segura, mas defendemos que essa rodovia respeite também os cidadãos e cidadãs de São Roque.



Impactos Socioculturais

O DEMOCRATA

- Novo Contorno Raposo Tavares (2015)
- Opinião da Comunidade

Agora, nessa segunda etapa, trabalhamos para que a localização de um viaduto seja deslocada em 90 metros. Essa mudança se faz essencial por diversas questões:

1. Preserva a casa de cinco famílias que vivem na região há quarenta anos. Numa delas, vale ressaltar, vivem diversas criança que estudam na escola próxima, o que aumenta a qualidade de vida de cada uma delas e, com isso, a possibilidade de um futuro melhor.
2. No local onde propomos que o viaduto passe há apenas um terreno vazio, de modo que ninguém seria prejudicado.
3. No novo local, o viaduto ficaria a uma distância segura da Paróquia São Luiz Gonzaga. De acordo com o projeto atual, o viaduto passaria a pouquíssimos 15 metros da paróquia. Não só as missas seriam afetadas pelo barulho e pela poluição, como todos os eventos e festas religiosas seriam seriamente prejudicados, diminuindo a qualidade de vida de toda a comunidade.
4. Logo atrás da Paróquia, há uma escola. No novo local, o viaduto ficaria mais longe dessa escola, protegendo as crianças e jovens que ali estudam.

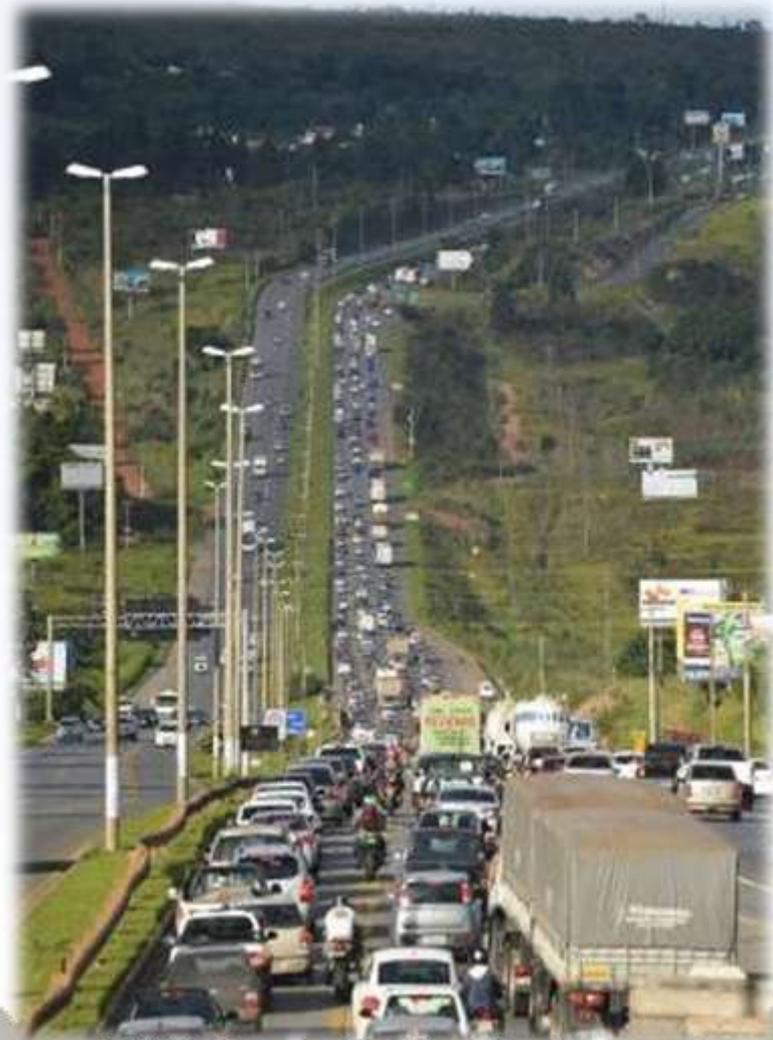


IMPACTOS DA OPERAÇÃO DO SISTEMA DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO



Operação de Rodovias

- Poluição do ar e água
- Ruídos e Vibrações
- Acidentes
- Hábitos socioeconômicos

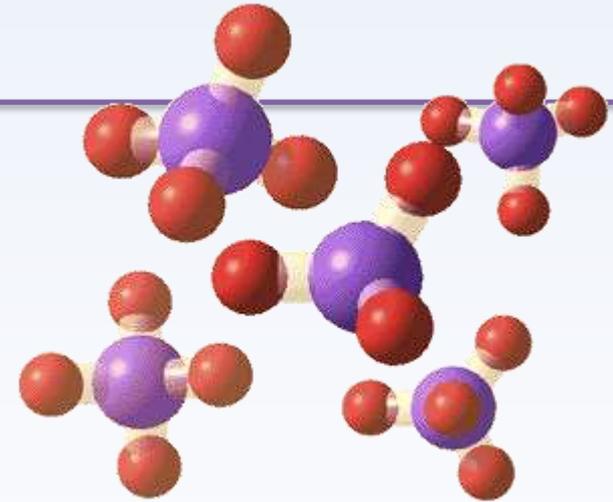


Poluição Atmosférica

- Maior causa de distúrbios de saúde (OMS)



Poluição Atmosférica



- Combustão do Carbono



- Combustão da Gasolina



- Combustão Incompleta (nos motores)



AR

Fonte: Profa. Suzana Kahn Ribeiro (UFRJ)



Poluição Atmosférica

- Nuvem de Poluição



Fonte: www.marcosmaximino.com



Poluição Atmosférica

- Variação ao longo do ano



Fonte: CETESB, 2005



Poluição Atmosférica

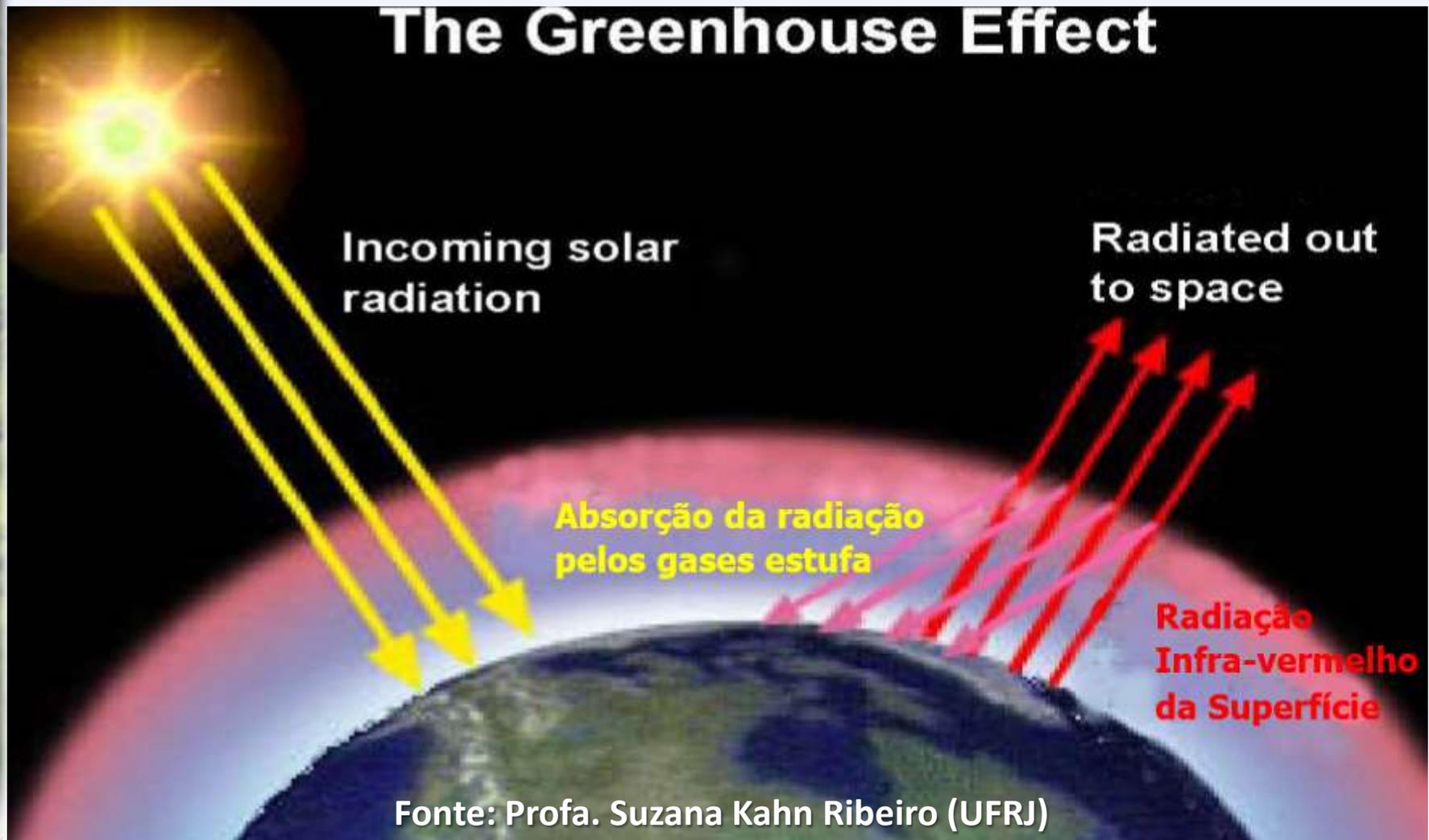
- Principais problemas pelos poluentes...
 - Problemas respiratórios
 - Chuva ácida (acidificação de solos e lagos)



Fonte: Profa. Suzana Kahn Ribeiro (UFRJ)

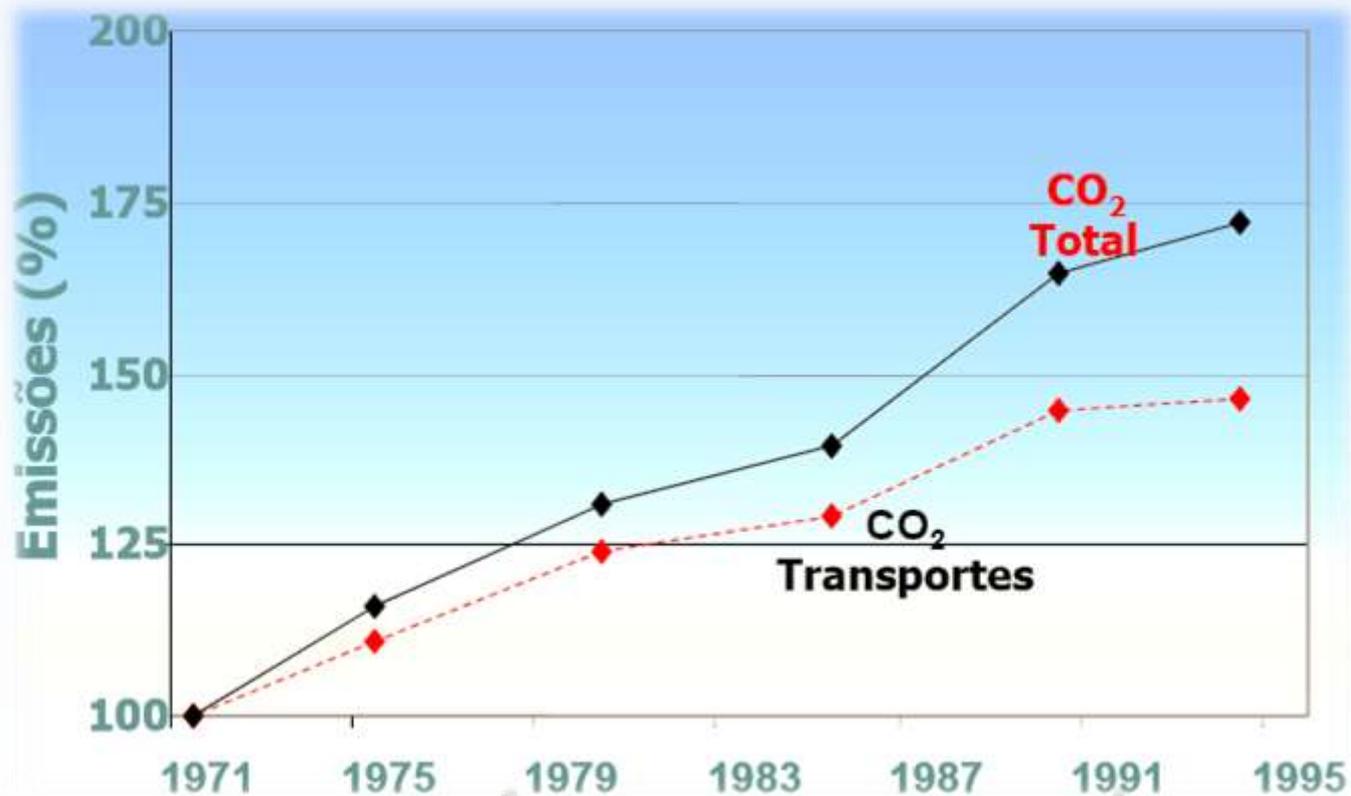


Poluição Atmosférica



Poluição Atmosférica

- Emissões de CO₂ (1971-1994)



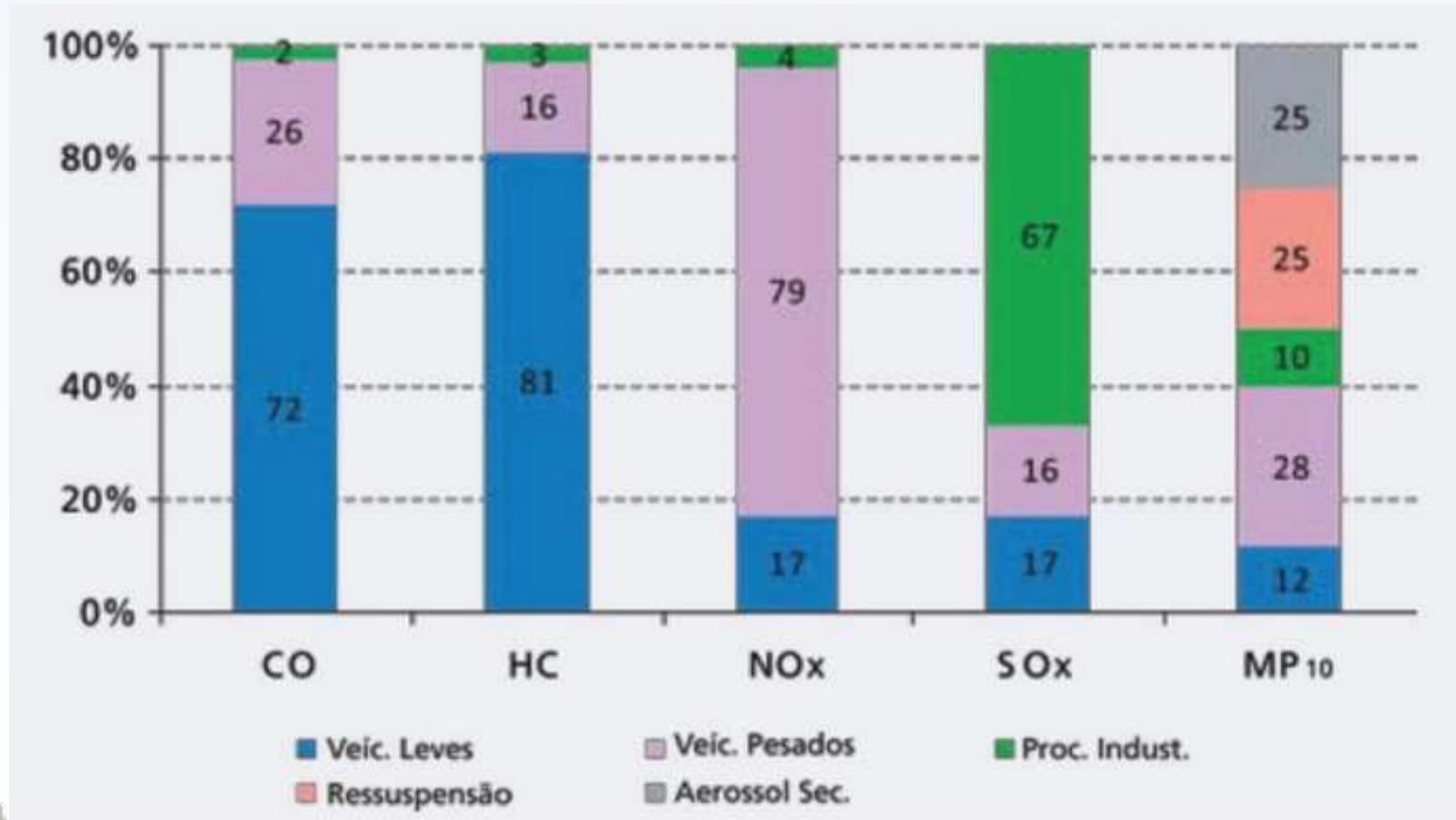
Fonte: IEA, 1999



Poluição Atmosférica

- Emissões de RMSP

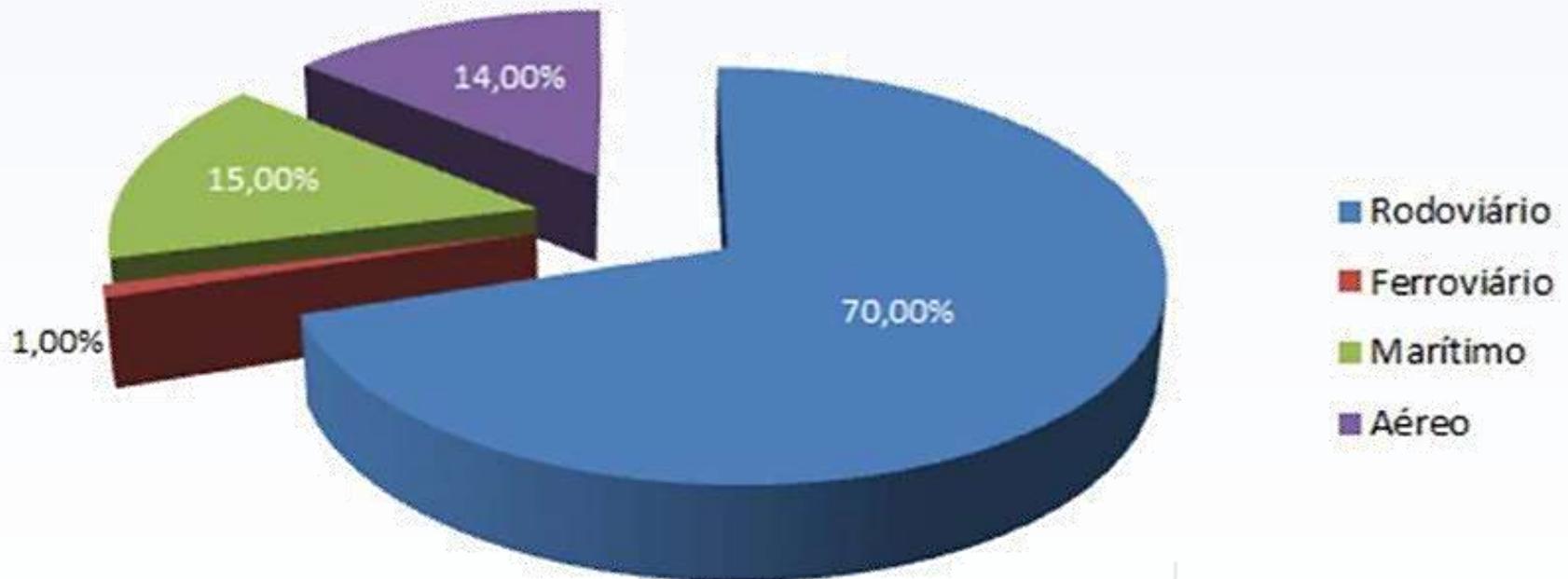
Fonte: CETESB, 2008



Poluição Atmosférica

- Emissões por Modo de Transporte

% de Emissão de CO₂ por modo de transporte



Fonte: www.portosdeportugal.pt



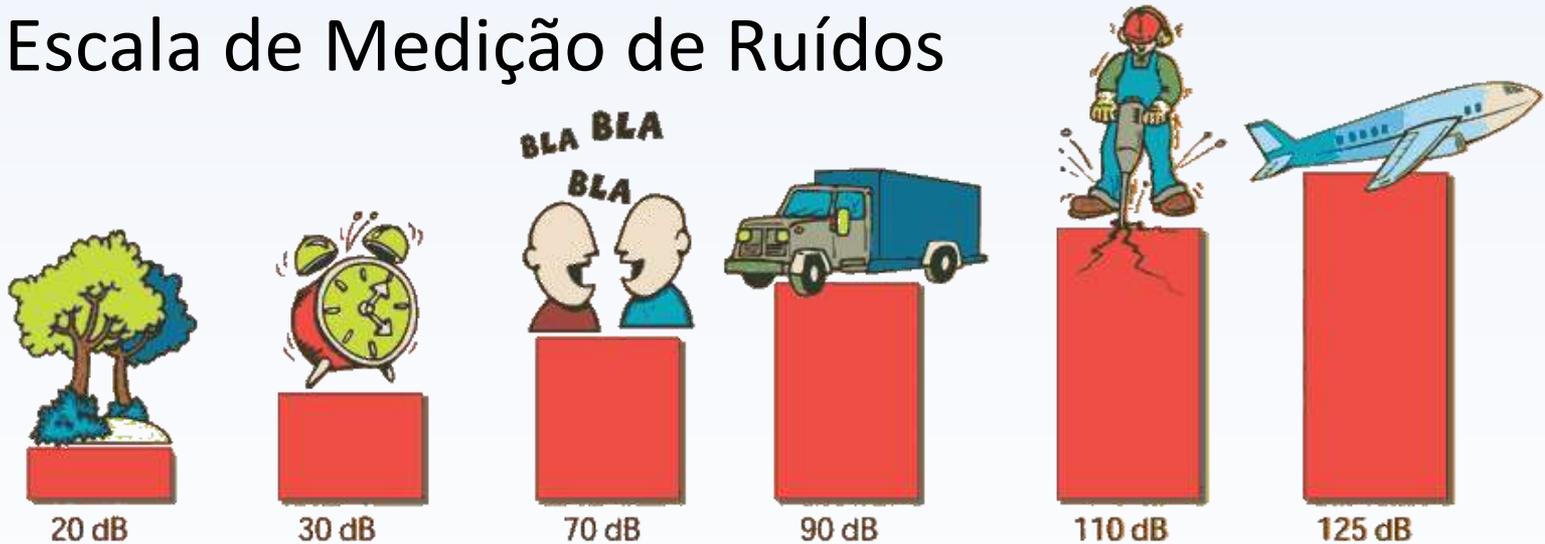
Ruídos dos Meios de Transporte

- Poluição Sonora impõe riscos à saúde (OMS)
- Segunda causa de distúrbios
 - Primeira é a poluição atmosférica
- Perda de audição, ansiedade, depressão, distúrbios cardiovasculares...



Ruídos dos Meios de Transporte

- Escala de Medição de Ruídos



- O ruído e a percepção humana
 - 1 a 2 decibéis de aumento são imperceptíveis
 - 3 decibéis são pouco percebidos
 - 5 decibéis são prontamente percebidos
 - 10 decibéis são percebidos como duplicação do volume



Ruídos dos Meios de Transporte

- Escala



20 dB

- O ruído

– 1 a

– 3 d

– 5 d

– 10

Fonte sonora	Escala (dBA)	Efeito provável
Avião decolando	130	Alta risco de surdez
Buzina de automóvel	120	Sensação de dor
Música alta em discoteca	100	Barulho ensurdecedor
Esquina movimentada	90	Perda de audição a 8/h dia
Fábrica (recomendado)	80	Desagradável sem proteção
Restaurante movimentado	70	Difícil de falar ao telefone
Escritório de negócios	60	Dificulta a concentração
Conversa normal a 1 m	50	Confortável
Área residencial quieta	40	Nível agradável
Sussuro baixo	30	Silencioso
Estúdio de gravação	20	Muito silencioso
Respiração tranqüila	10	Quase inaudível
Limite da audição humana	0	Mínimo detectável (por jovens)



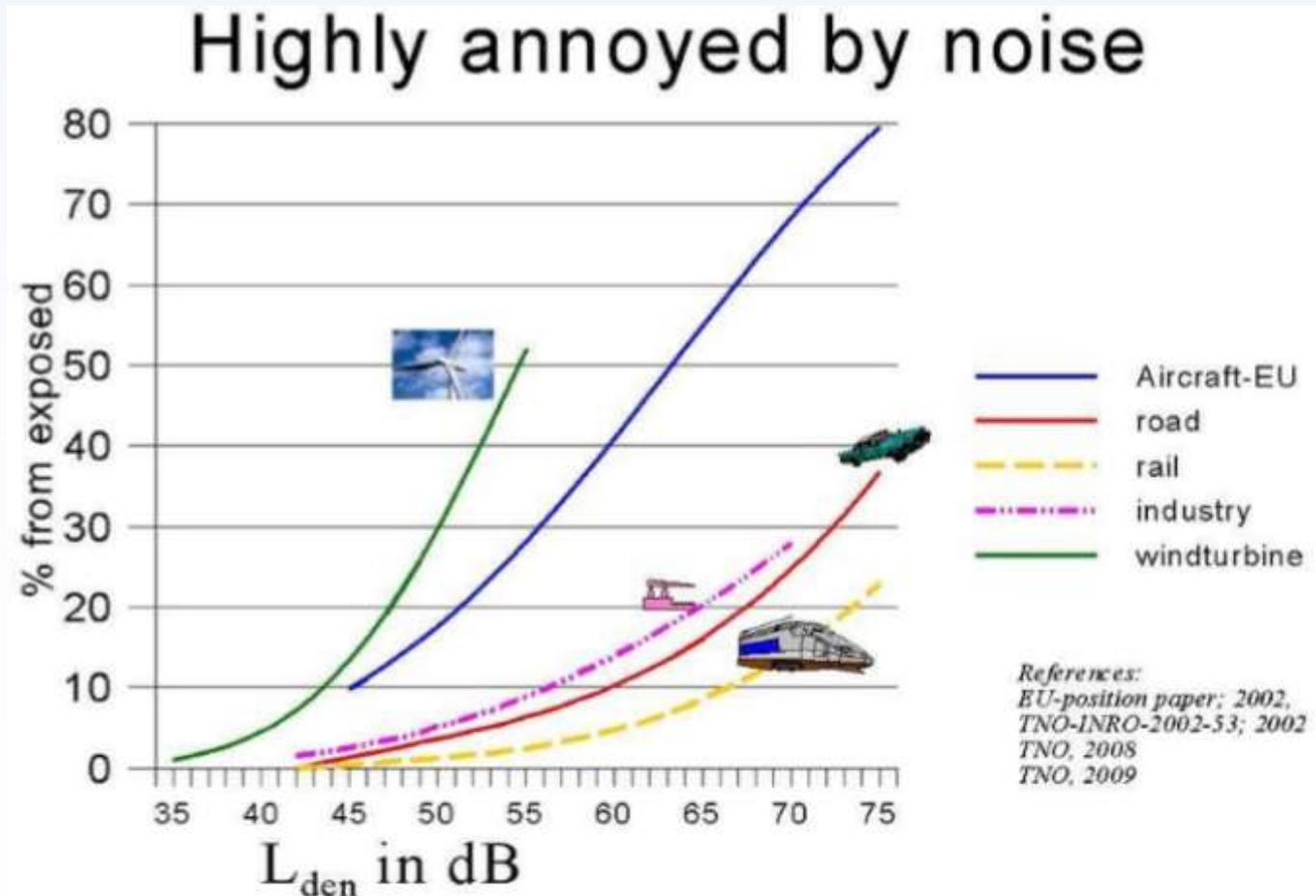
125 dB

o volume



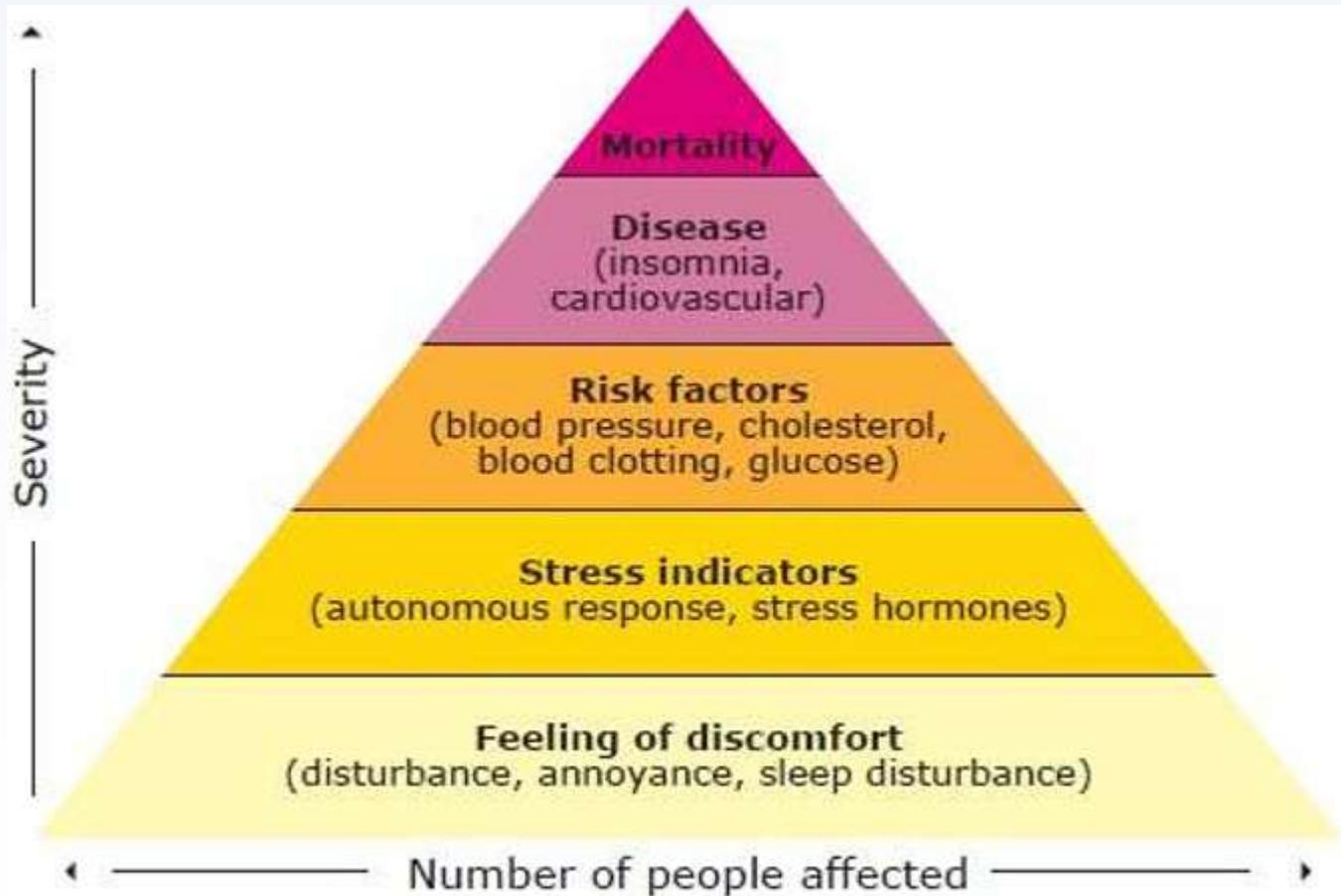
Ruídos dos Meios de Transporte

- Incômodo gerado



Ruídos dos Meios de Transporte

- Incômodo gerado



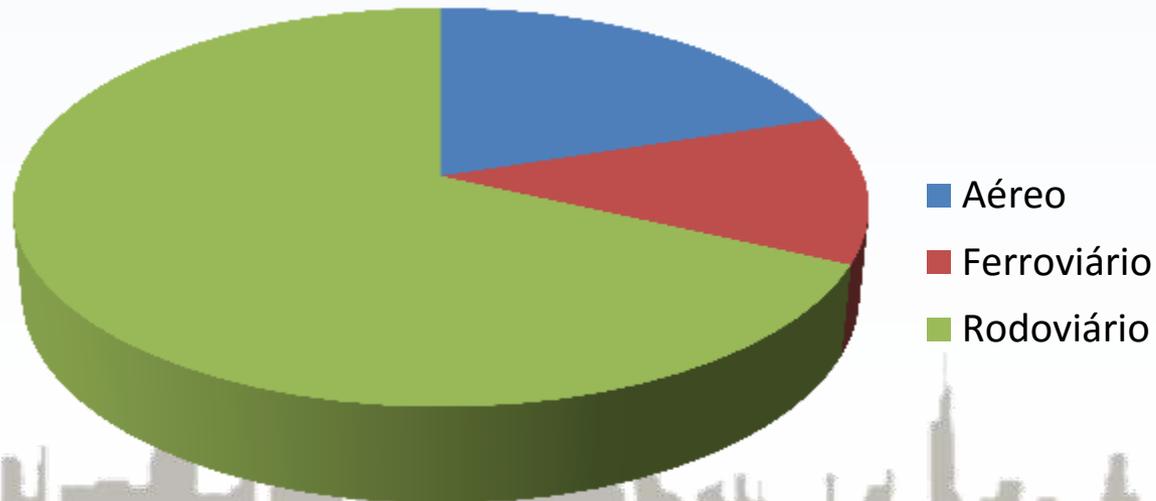
Ruídos dos Meios de Transporte

- Motivação de Controle Ambiental



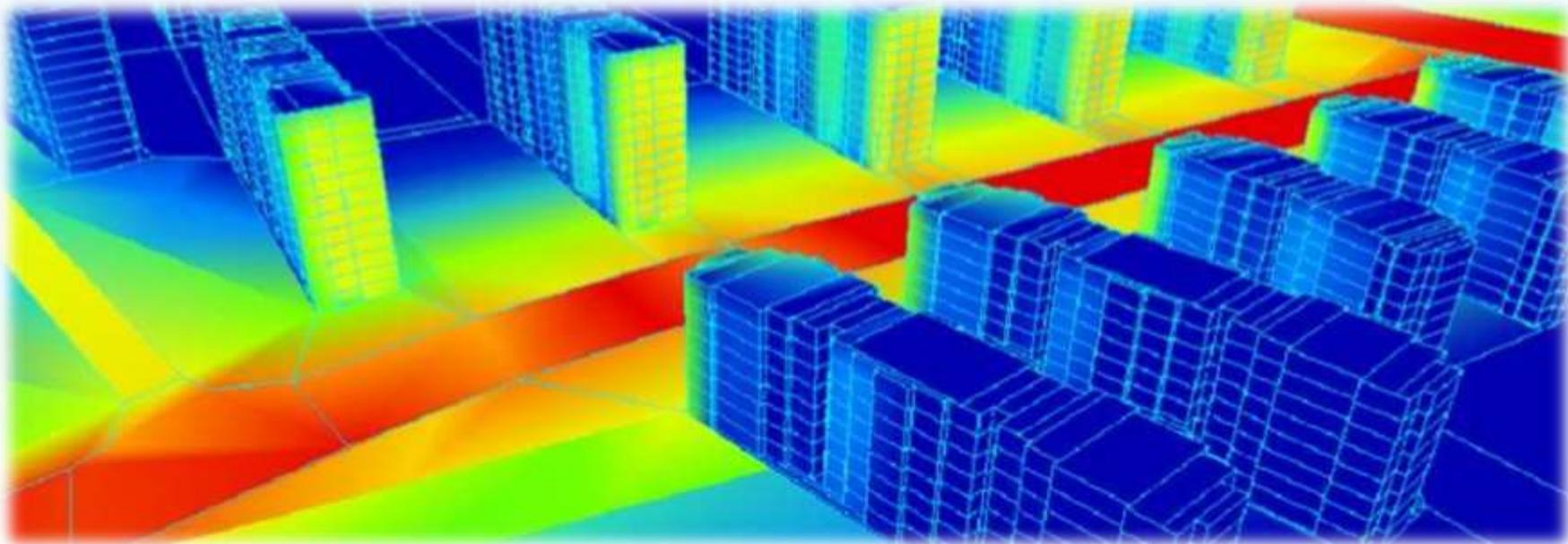
Ruídos dos Meios de Transporte

- French Environment and Energy Management Agency
 - Cerca de metade dos franceses reclamam da poluição sonora e acham que ela está piorando
 - 80% dos ruídos são causados pelos transportes



Ruídos dos Meios de Transporte

- Medição de Ruídos – Tráfego
 - Ruídos/vibrações significativos na região lindeira



Ruídos dos Meios de Transporte

- Intensidade e Velocidade

How Speed Affects Traffic Noise



Traffic at 65 miles per hour sounds twice as loud as



traffic at 30 miles per hour

Center for Environmental Excellence by AASHTO
www.environment.transportation.org



Ruídos dos Meios de Transporte

- Intensidade e Velocidade

How Traffic Volume Affects Noise



2000 vehicles per hour sound twice as loud as



200 vehicles per hour

Center for Environmental Excellence by AASHTO
www.environment.transportation.org

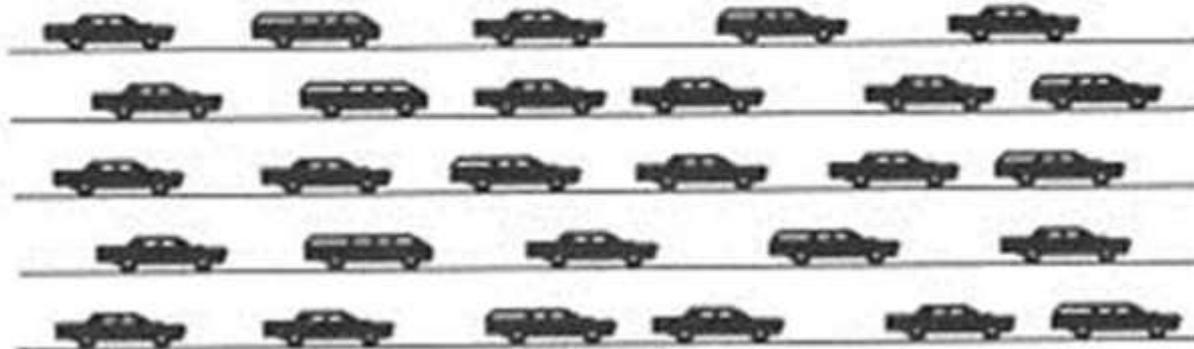


Ruídos dos Meios de Transporte

- Intensidade e Velocidade



One truck at 55 miles per hour sounds as loud as



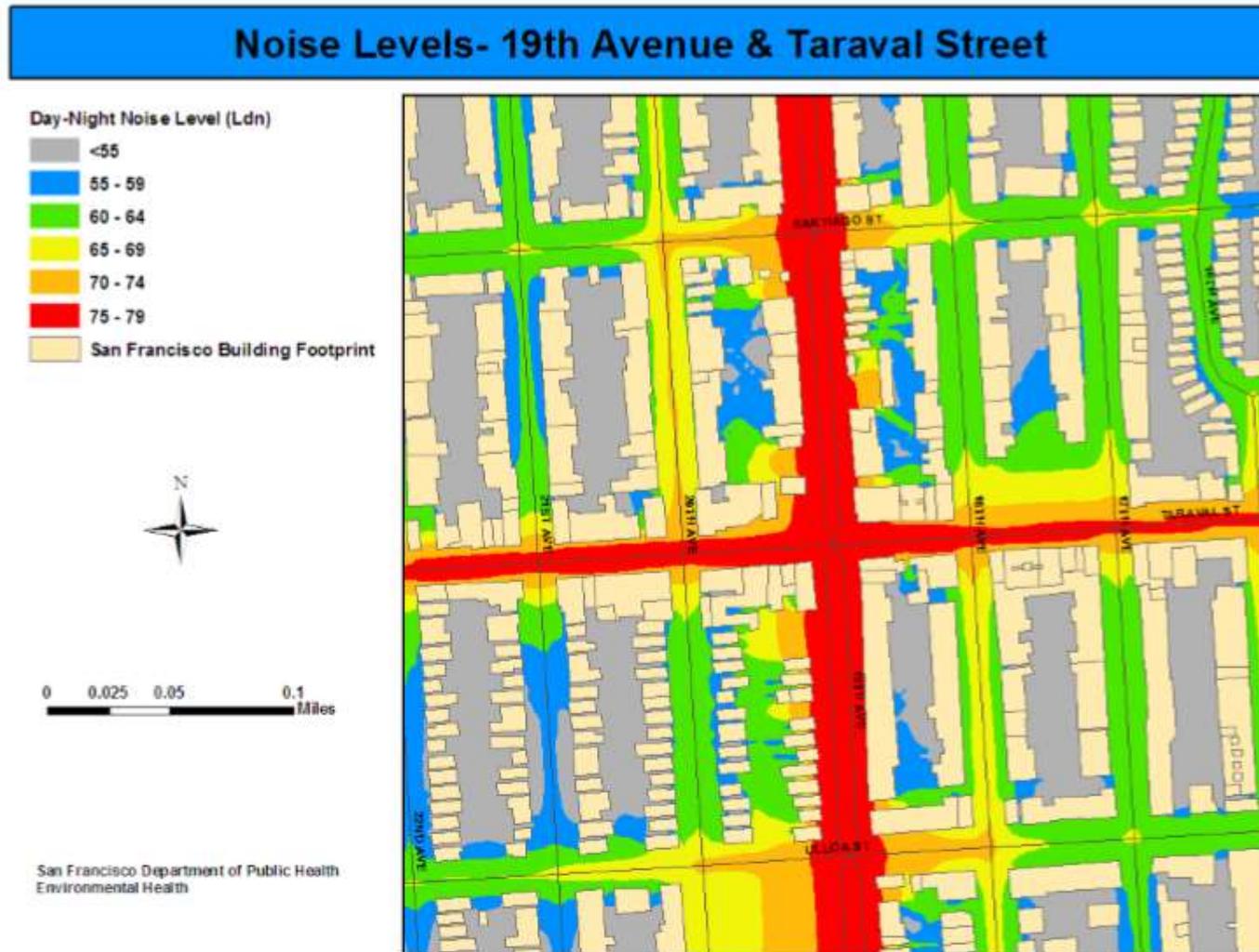
28 cars at 55 miles per hour

Center for Environmental Excellence by AASHTO
www.environment.transportation.org



Ruídos dos Meios de Transporte

- Mapas de Ruídos



MITIGAÇÃO DO RUÍDO DOS TRANSPORTES



Mitigação do Ruído

- Efeito das Barreiras

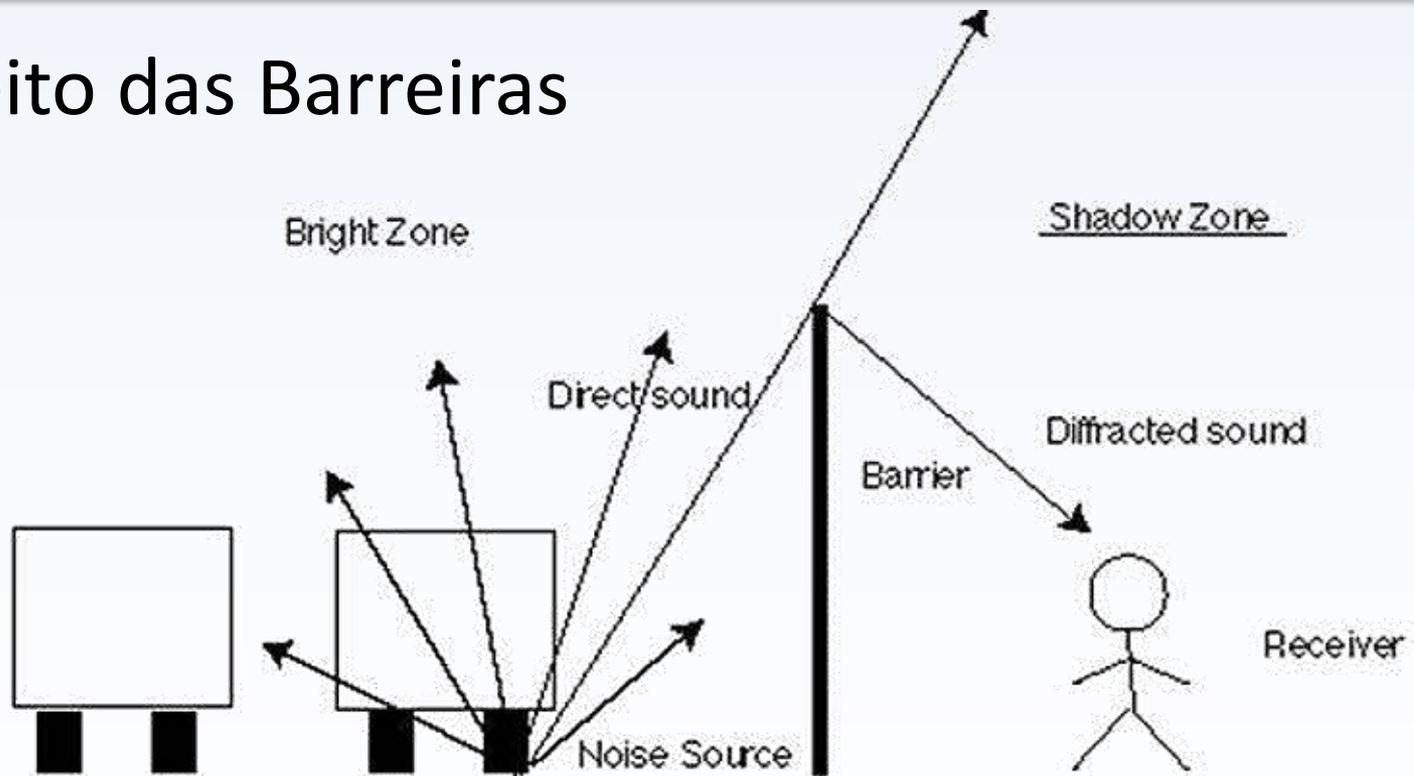


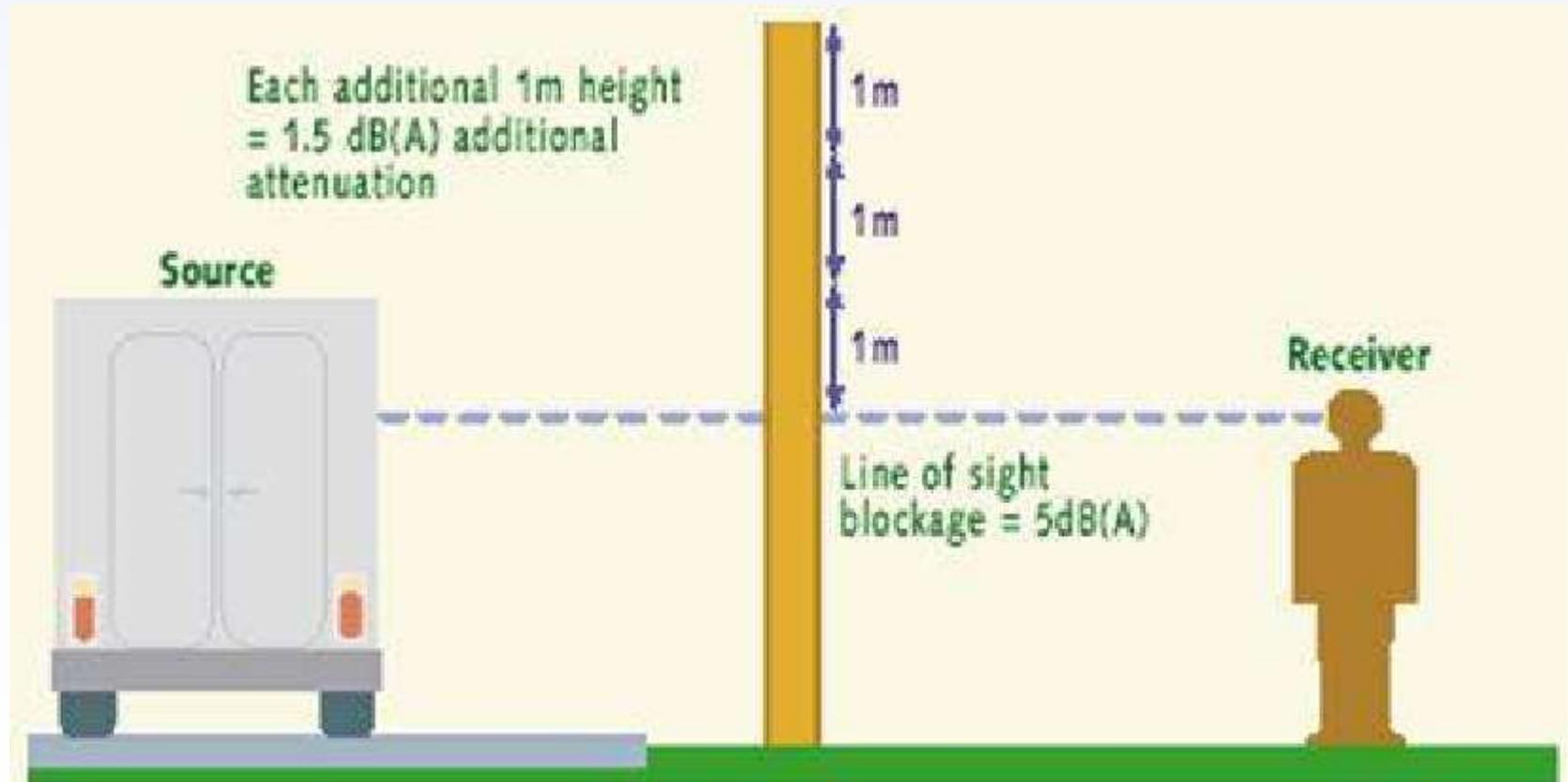
Figure 1: The barrier blocks the direct path from the noise source to the receiver. A shadow zone is created behind the barrier, in which listeners are protected from the noise. However, sound can still reach the receiver by sound diffraction at the top edge of the barrier.

Fonte: <http://acoustics.org/pressroom/httpdocs/135.html>



Mitigação do Ruído

- Efeito das Barreiras

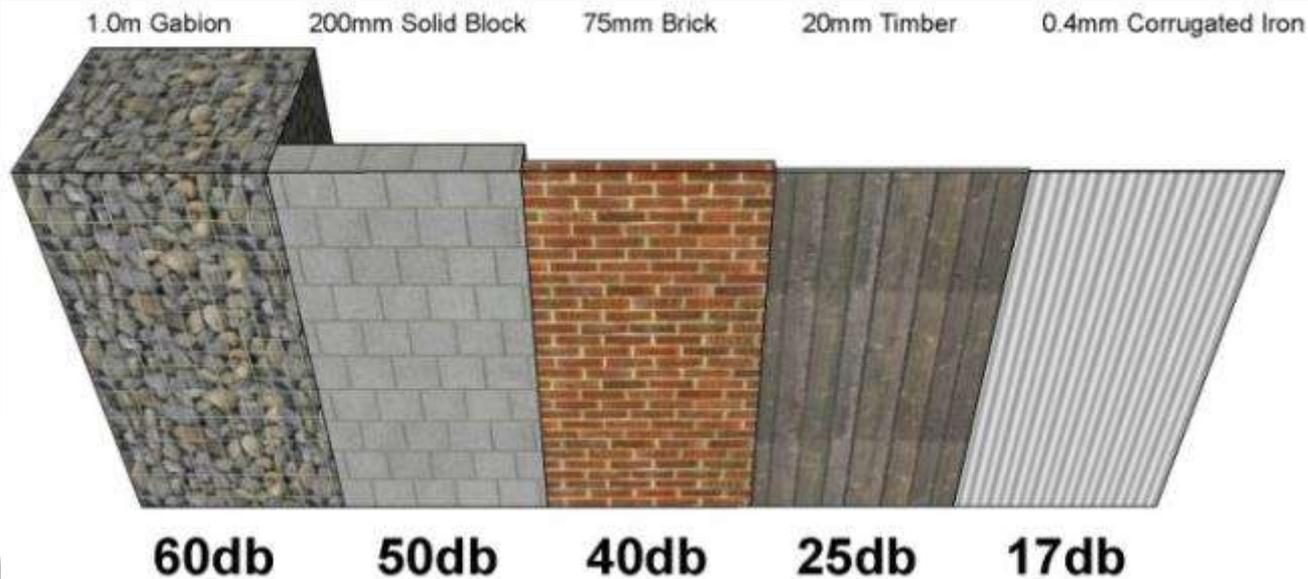


Fonte: <http://www.fhwa.dot.gov/environment/noise>



Mitigação do Ruído

- Características
 - Concreto, bloco, plástico, metal, vidro, madeira, combinações...
 - Opacas x Transparentes



Mitigação do Ruído



Mitigação do Ruído



Mitigação do Ruído



Mitigação do Ruído



Mitigação do Ruído



Mitigação do Ruído



Mitigação do Ruído

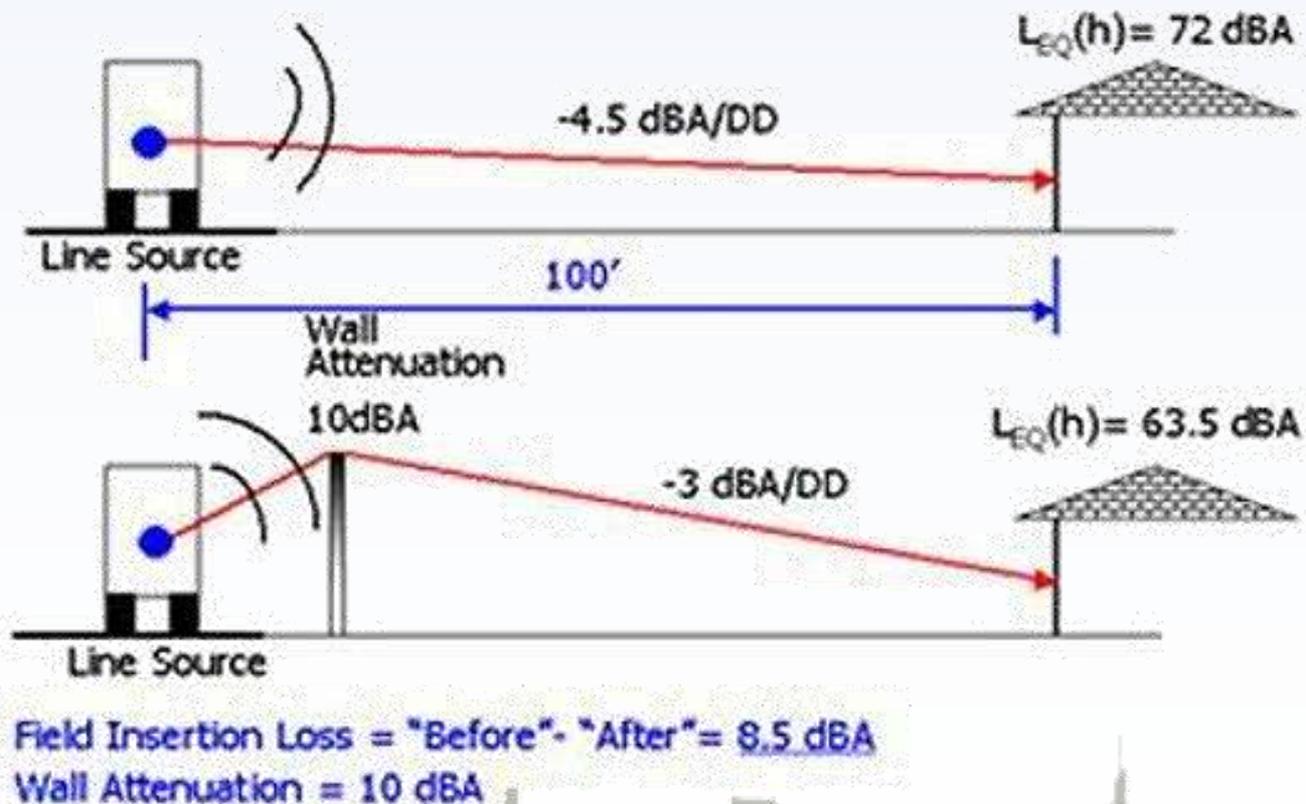


Mitigação do Ruído



Mitigação do Ruído

- Efeito de atenuação



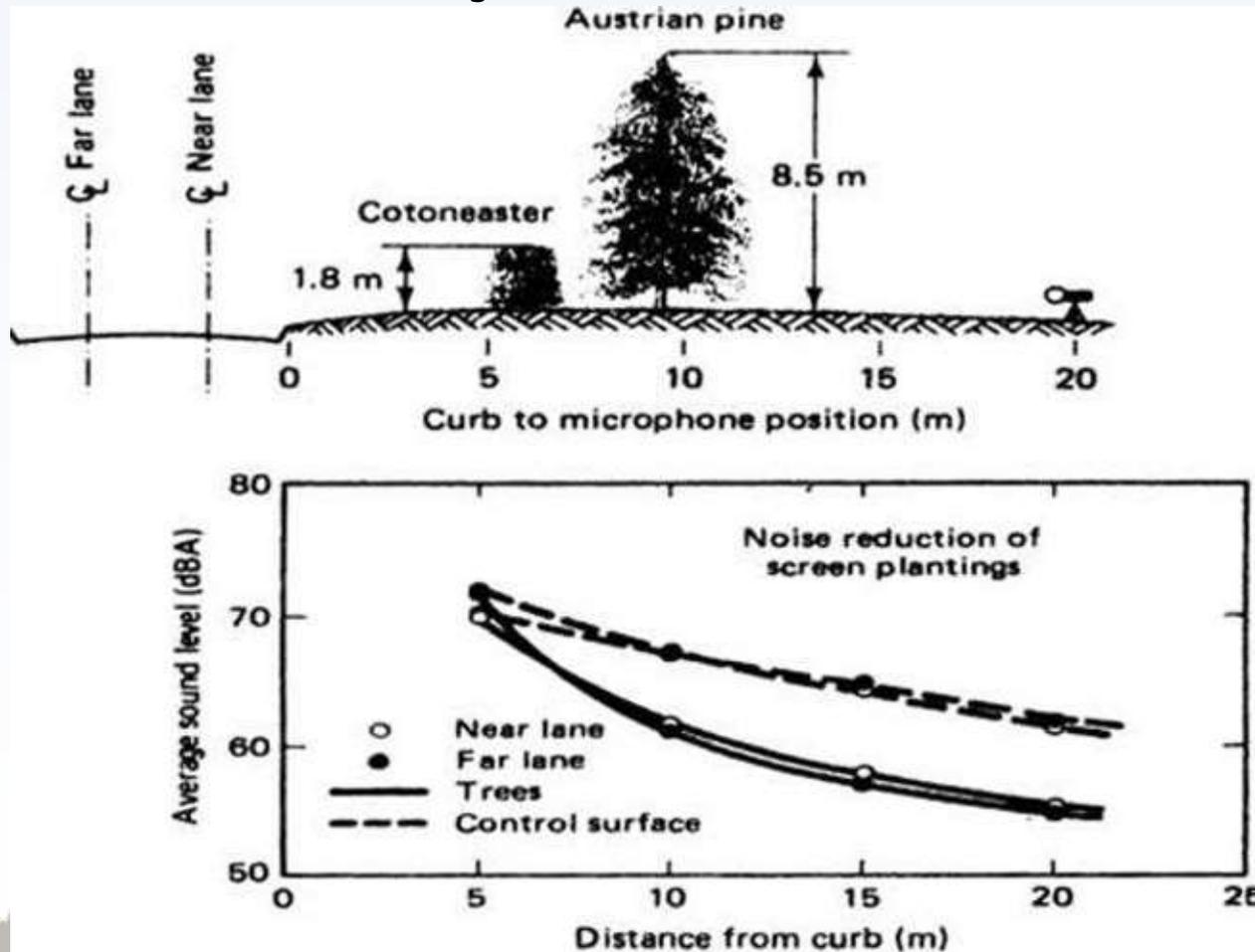
Fonte: http://www.dot.ca.gov/hq/env/noise/online_training_module1



Mitigação do Ruído

- Efeito de atenuação

Fonte: <http://aces.nmsu.edu/>



CONCLUSÕES



Resumo

- Impactos na Implantação
 - Redução de acidentes com animais
 - Mitigação do efeito de barreira
 - Impactos de vias segregadas
- Impactos na Operação
 - Poluição do ar e ruído
 - Mitigação do ruído



NAS PRÓXIMAS AULAS...



Preview!

- Impactos na Implantação
 - Impactos na pavimentação
 - Ferrovias, transporte aéreo e aeroportos
 - Reciclagem de materiais em pavimentação
 - ...



Referências

- Belia, V; Bidone, E.D. Rodovias Naturais e Meio Ambiente. 11ª edição. Niterói: EDUFF, 1993.
- Bittencourt, E. (1999) A Educação Ambiental na Engenharia Rodoviária. In: Seminário Nacional: A Variável Ambiental em Obras Rodoviárias, FUPEF. DER/PR, 1., Foz de Iguaçu.
- Corrales, M.; Grant, M.; Chan, E. (2000) *Indicators of the Environmental Impacts of Transportation: Highway, Rail, Aviation and Marine Transport*. U.S. Environmental Protection Agency. EPA 230-R-96-009, Washington, D.C.
- DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE MINAS GERAIS (2008) *MANUAL DE PROCEDIMENTOS AMBIENTAIS EM EMPREENDIMENTOS RODOVIÁRIOS*. Belo Horizonte.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (2005) *Manual para Atividades Ambientais Rodoviárias*. Publicação IPR-730, Rio de Janeiro.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (2005) *Manual Rodoviário de Conservação, Monitoramento e Controle Ambientais*. Publicação IPR-711, Rio de Janeiro.
- WAISMAN, J. (2013) Transportes e Ambiente. Notas de Aula. EPUSP, São Paulo.



DÚVIDAS?

