

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
Departamento de Engenharia Quimica

**Avaliação das Emissões dos Transportes
Rodoviários na Cidade de Maputo**



AUTORA : Magaia, Natália Isabel
SUPERVISOR: Prof. Dr. Eng. Jorge Nhambiu

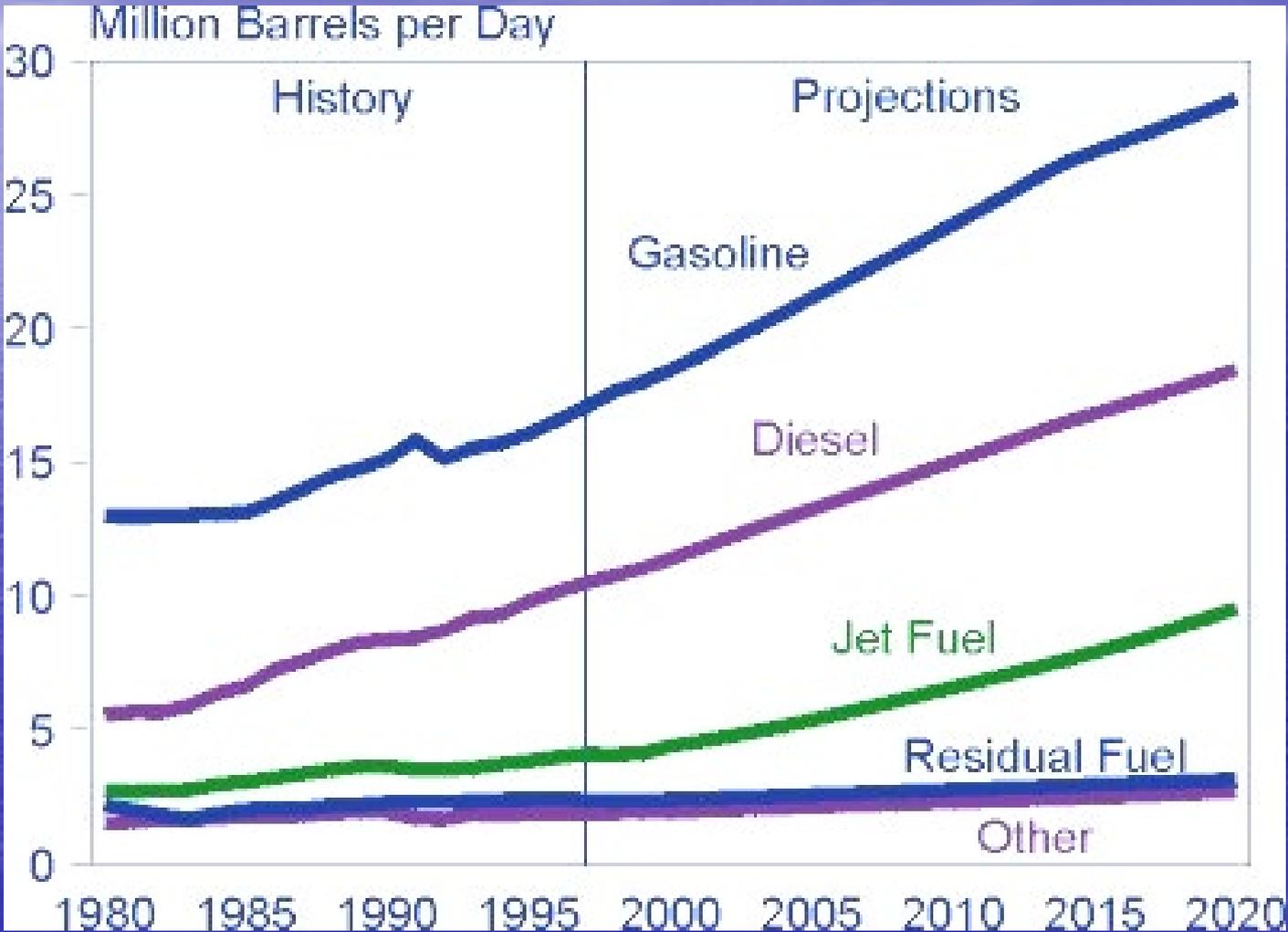
Conteúdo da apresentação

- 1. Relevância do problema**
- 2. Objectivos**
- 3. Introdução**
- 4. Metodologia**
- 5. Modelação de emissões**
- 6. Caso de Estudo: Cidade de Maputo**
- 7. Resultados**
- 8. Conclusões & Recomendações**

Relevância

- Problema das doenças respiratórias e cardiovasculares
- Aumento das emissões de CO₂ de 24% em 1990 para 31% em 2010 (Fonte: GASA, DCEA - FCT/UNL)
- Tráfego rodoviário:
 - Cerca de 40% do consumo de energia total do sector de transportes
 - 75% da energia total consumida em Maputo

Evolução e Projeção do Consumo Mundial de Combustíveis em Transportes 1980 a 2020 (milhões de barris/dia)



Fonte: EIA, 2000

Objectivos

Objectivo Geral

- Avaliação/quantificação das emissões dos poluentes emitidos pelo tráfego rodoviário

Objectivos específicos

- Calibração do modelo de quantificação de emissões poluentes dos transportes rodoviários (COPERT III) para uso em Moçambique;
- Proposta de estratégias para Gestão e controlo da poluição do ar nos principais centros urbanos do país;
- Elaboração de um modelo de inventário das emissões poluentes e dos gases de Efeito de Estufa;



Introdução

Poluição atmosférica – é a introdução na atmosfera de qualquer matéria ou energia que altere as propriedades

Emissões Veiculares

Emissões com motor quente: produzidas pelos veículos depois de aquecidos até à temperatura normal de operação (*hot emissions*)

Emissões de arranque a frio: produzidas pelo veículos enquanto aquecem (*cold-start emission*),

Emissões por evaporação: resultantes da evaporação do combustível

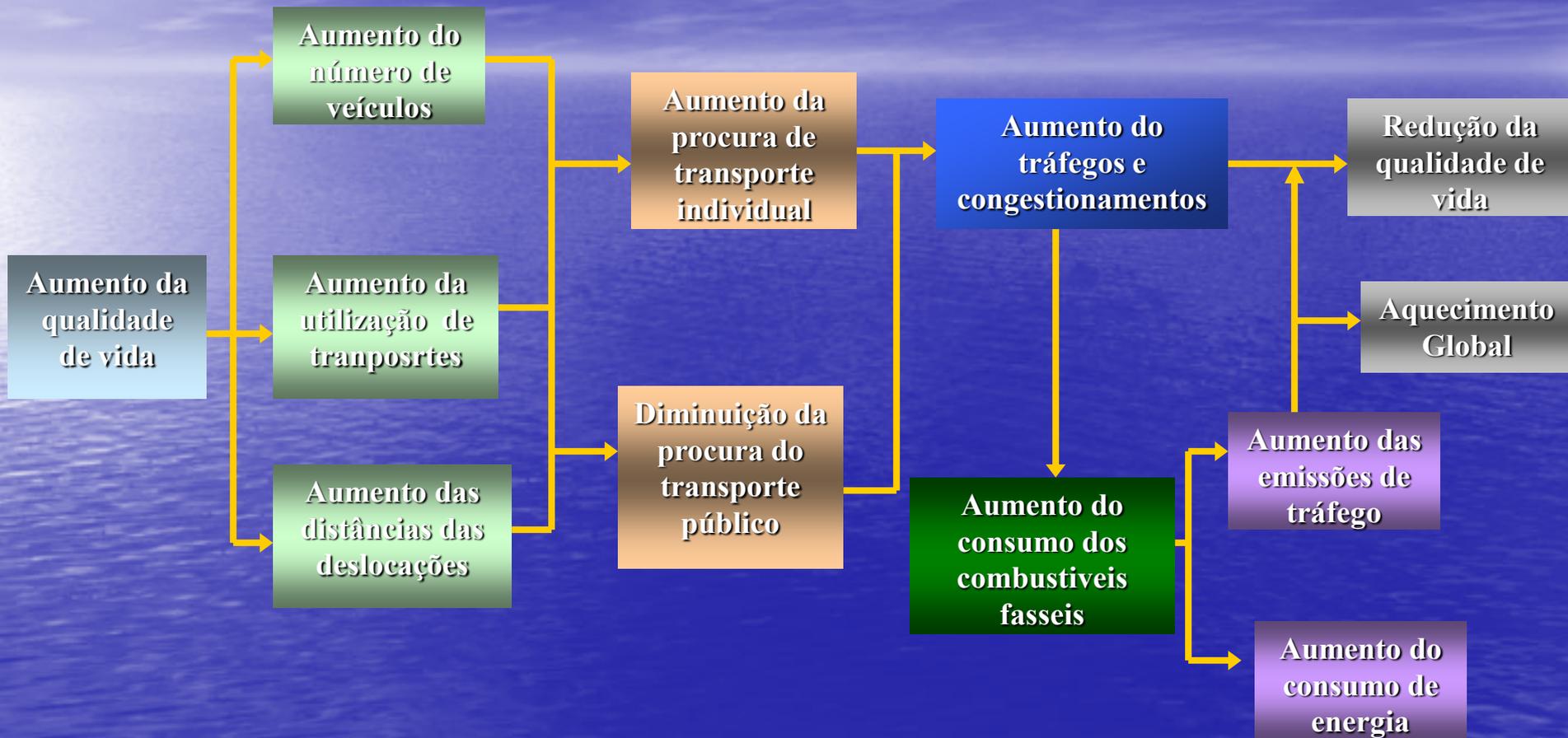


Poluição Atmosférica (II)

Fontes de Emissões por evaporação

- ✓ Evaporação do óleo e combustível do cárter, quando o motor está a funcionar;
- ✓ Evaporação do combustível, associada à variação diária da temperatura ambiente;
- ✓ Emissões que ocorrem quando o motor quente se encontra desligado;
- ✓ Emissões que resultam do vapor gerado no depósito do combustível, durante a operação do veículo;
- ✓ *Refueling Emissions* que resultam do vapor gerado no depósito do combustível, quando este está a ser abastecido;

Problema trinómio “transporte – energia – ambiente”



Ciclo vicioso do transporte urbano





Metodologia (I)

Tipos de enquadramento

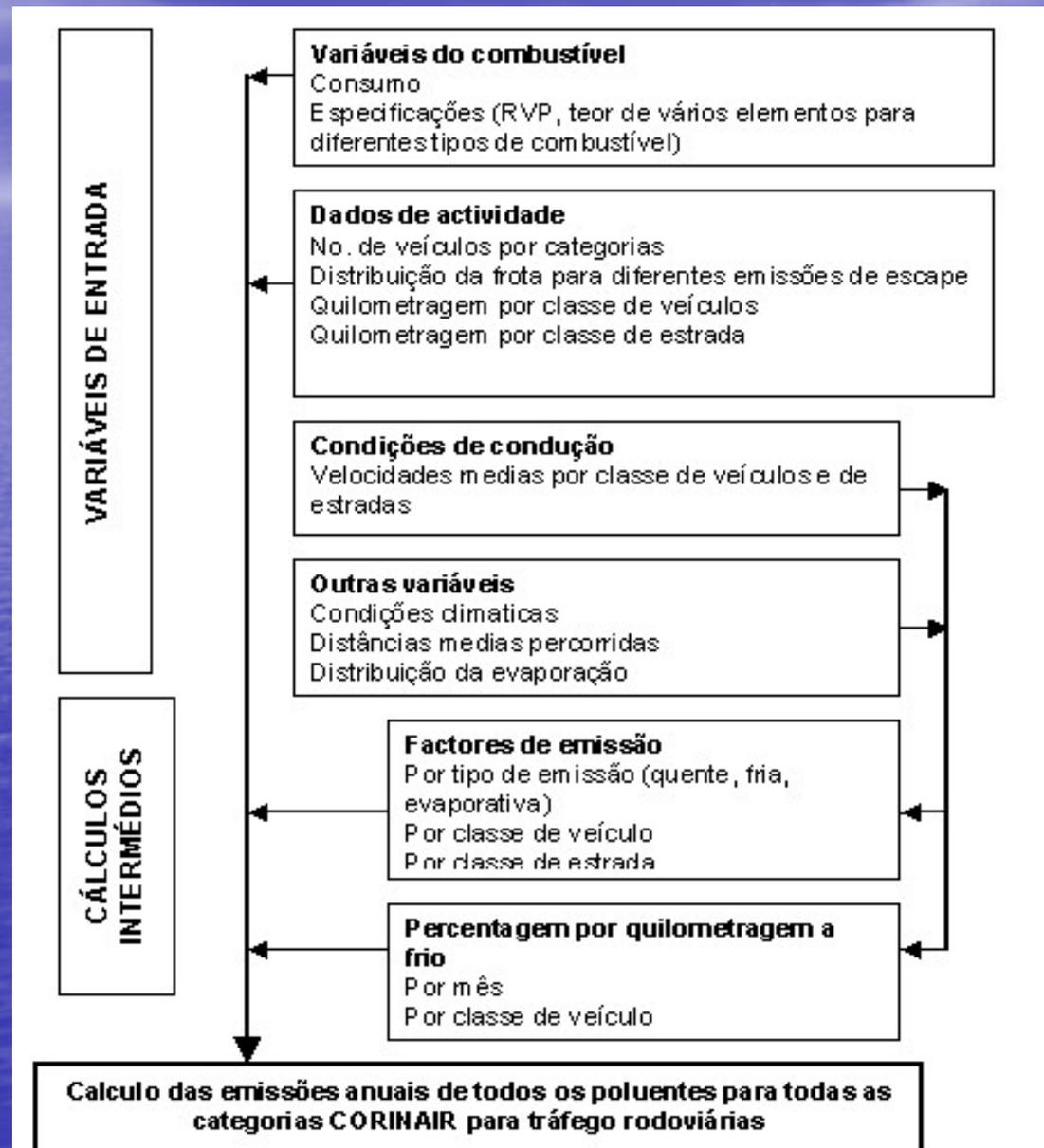
Espacial: Fronteiras da Cidade de Maputo

Temporal: anual –2004

Fases da Metodologia

- Levantamento de dados;
- Criação de uma base de dados do parque automóvel para Cidade de Maputo;
- Cálculo das emissões dos gases de escape dos veículos e outros poluentes e
- Caracterização energética do sector de transportes.

Metodologia (II)



Modelação de Emissões

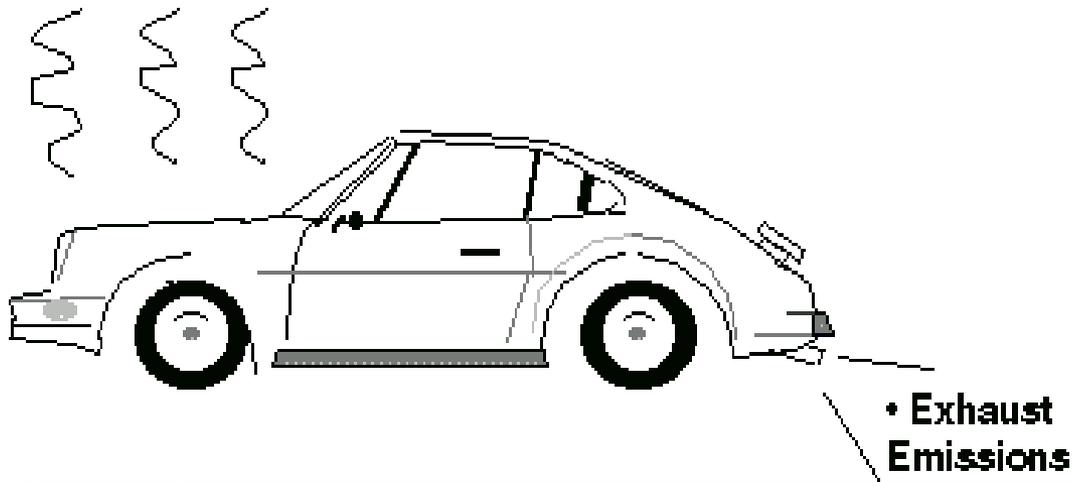
Modelação da poluição do ar, é um método que permite fornecer informações da qualidade de ar e dos processos atmosféricos que possam conduzir a dispersão, transporte, conversão química e remoção do poluente na atmosfera.

Importância

- Descrição da qualidade do ar na área
- Suporte para Gestão de Qualidade de ar
- Instrumento de estudo de investigação de cenários alternativos de emissões.

Modelação de Emissões

• Evaporative Emissions



- Modelos matemáticos:
- COPERT
- CALINE 4
- MOBILE 5

Modelação de Emissões (I)

COPERT III

Metodologia de calculo baseada em parametros:

- Dimensão do parque automóvel da Cidade de Maputo;
- Caracterização dos veículos do parque automóvel;
- Consumos e especificações energéticas;
- Levantamento do declive do terreno;
- Informações meteorológicas da área;
- Efeito da idade do veículo (*mileage*);
- Sistema de inspecção e manutenção;
- Alocação e disponibilidade da gasolina sem chumbo;
- Efeito do uso de combustíveis melhorados nas emissões;
- Tecnologia de veículos actuais e futuras.

Modelação de Emissões (II)

Calcula

- ❖ Emissões em toneladas dos poluentes NO_x, N₂O, SO_x, CH₄, CO, CO₂, NH₃, partículas e metais pesados (Pb, Cd, Cu, Cr, Ni, Se e Zn);
- ❖ Valores de 68 componentes diferentes de uma lista de NMVOC (Compostos Orgânicos Voláteis sem Metano);
- ❖ Factores de emissão para 23 Hidrocarbonetos Poli aromáticos e
- ❖ Factores de toxicidade equivalentes para emissão de Dioxinas e Furanos.

Modelação de Emissões (III)

Country Activity Data Emission Factors Results Advanced Add

Input Data Section: Fleet Data

Fleet Data Select Vehicle Category

Light Duty Vehicles

Subsector	Legislation Standard	Population	Annual Mileage (km)	Fuel Injection (%)	Evaporation Control (%)
Gasoline <3,5t	Conventional	50000	20000	1	0
Gasoline <3,5t	Euro I - 89/59/EEC	50000	20000	100	100
Gasoline <3,5t	Euro II - 96/69/EC	50000	20000	100	100
Gasoline <3,5t	Euro III - 98/69/EC Stage2000	50000	20000	100	100
Gasoline <3,5t	Euro IV - 98/69/EC Stage2005	50000	20000	100	100
Gasoline <3,5t	Euro V (post 2005)	50000	20000	100	100
Diesel <3,5 t	Conventional	50000	20000	0	0
Diesel <3,5 t	Euro I - 89/59/EEC	50000	20000	0	0
Diesel <3,5 t	Euro II - 96/69/EC	50000	20000	0	0
Diesel <3,5 t	Euro III - 98/69/EC Stage2000	50000	20000	0	0
Diesel <3,5 t	Euro IV - 98/69/EC Stage2005	50000	20000	0	0
Diesel <3,5 t	Euro V (post 2005)	50000	20000	0	0

Record: 1 of 12

Export to Excel 97 Surrogate Population Modification Multiply Mileage Surrogate Mileage Modification OK

Modelação de Emissões (IV)

Emission Factors Section: Cold Start Overemission Factors

Pollutant: CO CO NOx VOC PM FC

Month: January Jan Feb Mar Apr May June July Aug Sept Oct Nov Dec

Sector	Subsector	Technology	Urban [g/km]	Keep
Passenger Cars	Gasoline <1.4l	PRE ECE	2,832	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Gasoline <1.4l	ECE 15/00-01	2,832	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Gasoline <1.4l	ECE 15/02	2,832	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Gasoline <1.4l	ECE 15/03	2,832	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Gasoline <1.4l	ECE 15/04	2,832	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Gasoline <1.4l	Improved Conventional	2,832	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Gasoline <1.4l	Open Loop	2,832	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Gasoline <1.4l	Euro I - 91/441/EEC	14,371	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Gasoline <1.4l	Euro II - 94/12/EC	14,371	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Gasoline <1.4l	Euro III - 98/69/EC Stage2000	14,371	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Gasoline <1.4l	Euro IV - 98/69/EC Stage2005	14,371	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Gasoline <1.4l	Euro V (post 2005)	14,371	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Gasoline 1.4 - 2.0l	PRE ECE	2,832	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Gasoline 1.4 - 2.0l	ECE 15/00-01	2,832	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Gasoline 1.4 - 2.0l	ECE 15/02	2,832	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Gasoline 1.4 - 2.0l	ECE 15/03	2,832	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Gasoline 1.4 - 2.0l	ECE 15/04	2,832	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Gasoline 1.4 - 2.0l	Improved Conventional	2,832	<input type="checkbox"/>
Passenger Cars	Gasoline 1.4 - 2.0l	Open Loop	2,832	<input type="checkbox"/>

Export to Excel 97 Recalculate... OK

Record: 1 of 64

Input Data Section: Checking Driving Mode Share...

Sector: Passenger Cars
Subsector: Gasoline <1.4l
Technology: PRE ECE

Urban	Rural	Highway	Total
200	50.0	20.0	90.0

OK

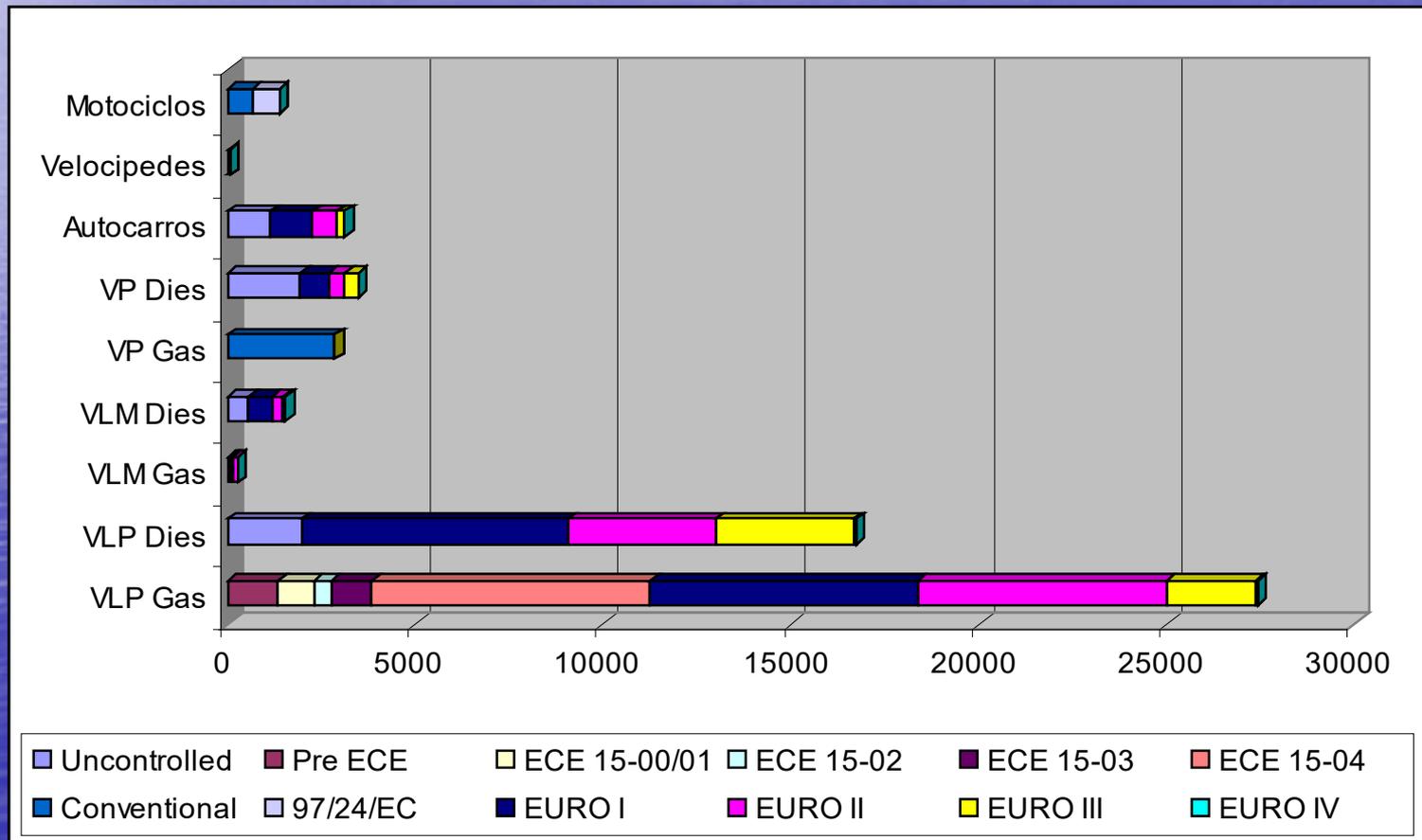
Modelação de Emissões (V)

Fuel Balance			
Fuel	Statistical (t)	Calculated (t)	Deviation [%]
Gasoline	5800000	5070649	-12,6
Diesel	7000000	6921019	-1,1
LPG	467839.4	467839.4	0.0

Recalculate All...

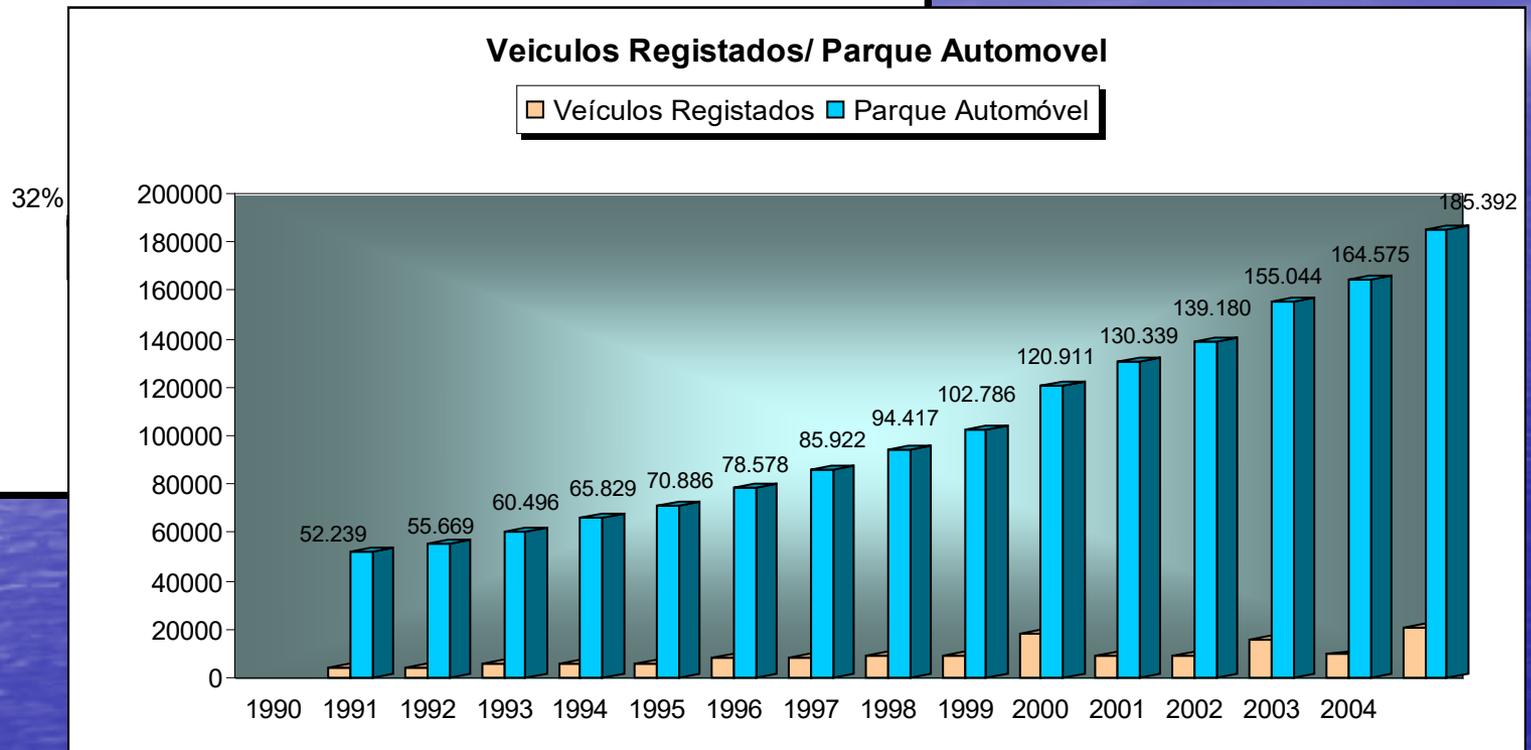
Run Summary	
Run Name:	C:\My Documents\NewRun.mdb
Country:	Greece
Temperatures:	Copert Values
RVP:	Copert Values
Beta:	Copert Values
Ltrip:	Copert Values
Unleaded Gasoline:	Unleaded and Leaded
Unleaded Allocation:	Calculated
Fuel Tech:	1996
Evaporation Modelling:	Original approach
Cannister Efficiency:	Copert values
Load Effect:	Not Calculated
Slope Effect:	Not Calculated
Mileage Effect:	No Mileage Degradation
Date:	4/5/2000
Time:	18:26:05

Caso de Estudo: Cidade de Maputo (I)



Caso de Estudo: Cidade de Maputo (II)

Distribuição do parque automóvel



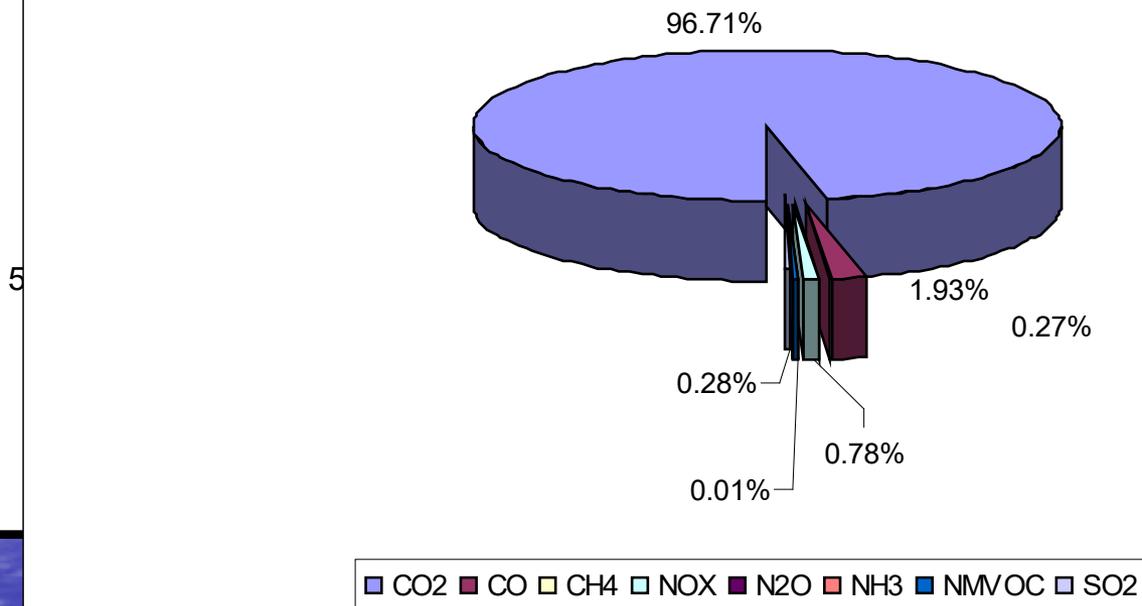
Caso de Estudo: Cidade de Maputo (III)

Factores relacionados com o crescimento da frota automóvel

- ✓ *Demografia, Urbanização e Empregos*
- ✓ *Economia*
- ✓ *Factores sociais*
- ✓ *Transporte Individual X Transporte Colectivo*
- ✓ *Uso do Solo*

Resultados (I)

Contribuição na emissão de GEE e outros gases



Resultados (II)

Emissões dos GEE e outros gases para a Cidade de Maputo [ton]

Categoria do veículo	CO₂	CO	CH₄	NOX	N₂O	NH₃	NMVOC	SO₂
VLP	60514	1236	12	272	10	10	320	96
VLM	15265	116	1	81	1	1	12	45
VP	148516	7949	22	1582	5	1	848	342
Autocarros	275842	530	26	2128	11	0	133	967
Velocípedes	348	54	1	0	0	0	32	1
Motociclos	792	143	1	1	0	0	54	0
TOTAL	501277	10028	63	4064	28	12	1398	1451

Resultados (III)

Emissões de metais e material particulado [ton]

Categoria do veículo	PM	Pb	Cu	Cd	Cr	Ni	Se	Zn
VLP	8	1997	28	0	1	0	0	17
VLM	9	109	8	0	0	0	0	5
VP	55	10290	85	0	3	5	2	50
Autocarros	78	0	140	2	4	6	0	88
Velocípedes	0	49	0	0	0	0	0	0
Motociclos	0	111	0	0	0	0	0	0
TOTAL	155	12557	271	2	8	11	2	159

Resultados (IV)

Matriz dos transportes rodoviários da Cidade de Maputo

Categoria do veículo	Gasolina Super	Gasolina S/Pb	Gasóleo	TOTAL
VLP	186428	360492	301860	848780
VLM	10032	27632	185803	223467
VP	994180	0	1121440	2115620
Autocarros	0	0	4101813	4101813
Velocípedes	4752	0	0	4752
Motociclos	10780	0	0	10780
TOTAL	1206128	388080	5710959	7305212

Resultados (IV)

Consumos energéticos dos veículos agregados pelo tipo de combustível [MJ]

Tipo de veículo	Tipo de combustível	Consumo (ton)	Consumo energético (MJ)
VLP	Gasolina	12430	546920
	Gasóleo	7020	308880
VLM	Gasolina	856	37664
	Gasóleo	4321	190124
VP	Gasolina	22595	994180
	Gasóleo	26080	1147520
Autocarros	Gasóleo	95391	4197204
Velocípedes	Gasolina	108	4752
Motociclos	Gasolina	245	10780
TOTAL		169046	7438024

Conclusões (I)

- O Município da Cidade de Maputo apresenta um contributo significativo ao nível dos consumos energéticos e das emissões de poluentes ;
- Os autocarros são, aqueles que apresentam um maior consumo energético, estando-lhe igualmente associadas as maiores emissões de poluentes ;
- Relativamente à parte ambiental, o CO_2 é o poluente mais emitido na cidade por todas as categorias de veículos, seguido do CO e do NO_x ;
- O Chumbo é o metal mais emitido por todos os tipos de transportes que usam a gasolina, representando cerca de 95% do total das emissões dos metais ;

Conclusões (II)

Medidas imediatas para redução dos poluentes e consumos energéticos dos transportes para o caso da Cidade de Maputo:

- **Renovação do parque automóvel,**
- **Melhoramento na qualidade do combustível**
- **Transferência modal dos passageiros que utilizam o transporte individual para o transporte colectivo e**
- **Inspecções periódicas que contribuirão para atenuar o consumo de energia, e a quantidade das emissões.**

Recomendações

- **Limite-se a venda de automóveis através de taxas em automóveis muito velhos e/ou restrições severas no estacionamento;**
- **Garanta-se a prioridade para autocarros (reservar corredor e lugares próprios de estacionamento e paragens) nas rotas mais congestionadas;**
- **Organize-se o transporte informal de modo a racionalizar as práticas dos operadores e permitir que as prioridades para os autocarros sejam implementadas;**
- **Crie-se sensibilidade entre os decisores políticos e o público em geral em relação ao papel dos transportes nos níveis de poluição atmosférica urbana, e dos danos que esta causa ao ser humano.**

Obrigada !!