



Instituto de Energia e Ambiente - IEE
Universidade de São Paulo - USP
Prof. Célio Bermann

Instituto de Energia e Ambiente da USP

Curso de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica da USP

IEE 0005 - Produção e Consumo de Combustíveis e o Meio Ambiente

10a. aula: Motores de combustão interna: aspectos técnicos

Problemas ambientais nos grandes centros urbanos:

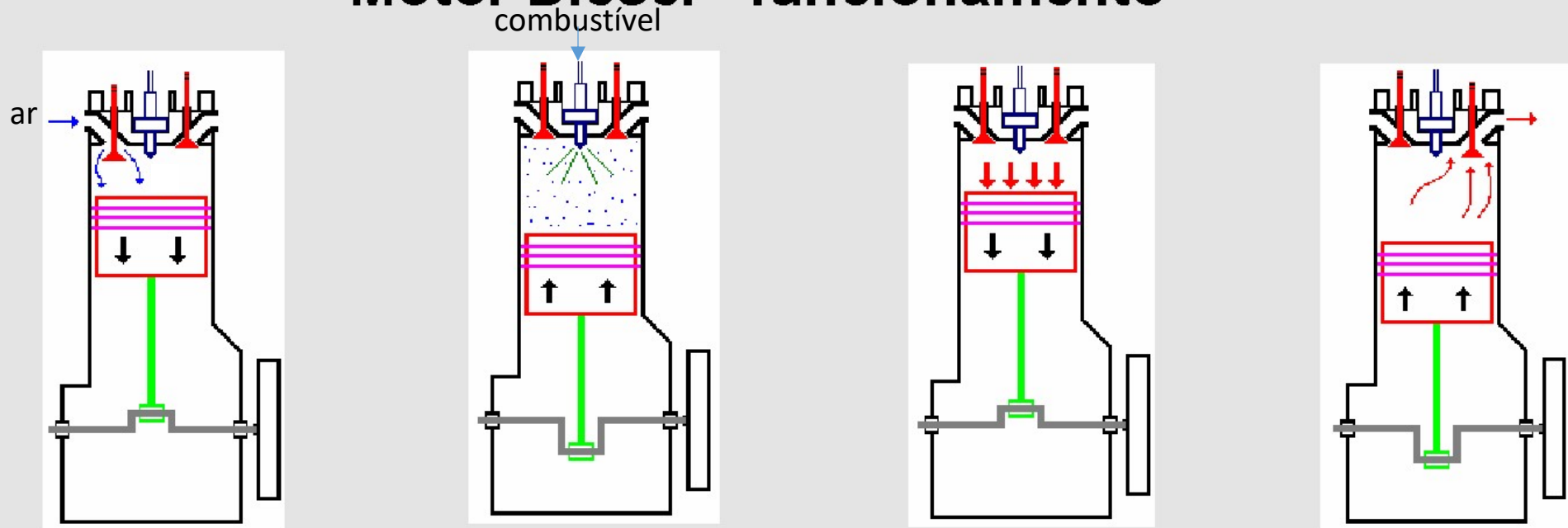
Transporte individual X Transporte coletivo

Motores de combustão interna: aspectos técnicos

- Motores Diesel**

- Motores Ciclo Otto (gasolina/etanol/GNV)**

Motor Diesel - funcionamento



1- Admissão:

Válvula de admissão aberta.
Válvula de escape fechada.

O pistão se desloca do PMS ao PMI admitindo para dentro do cilindro apenas ar

2 - Compressão:

Válvula de admissão fechada.
Válvula de escape fechada.

O pistão se desloca do PMI ao PMS, comprimindo o ar. Antes do pistão atingir o PMS, ocorre a injeção do combustível, que se mistura com o ar, que está aquecido devido à compressão, dando origem à combustão

3 - Expansão:

Válvula de admissão fechada.
Válvula de escape fechada.

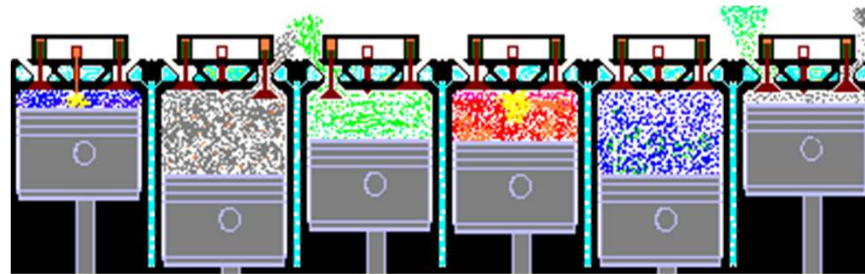
A combustão provoca a expansão dos gases que empurram o pistão, fazendo-o se deslocar do PMS ao PMI.

4 - Escapamento:

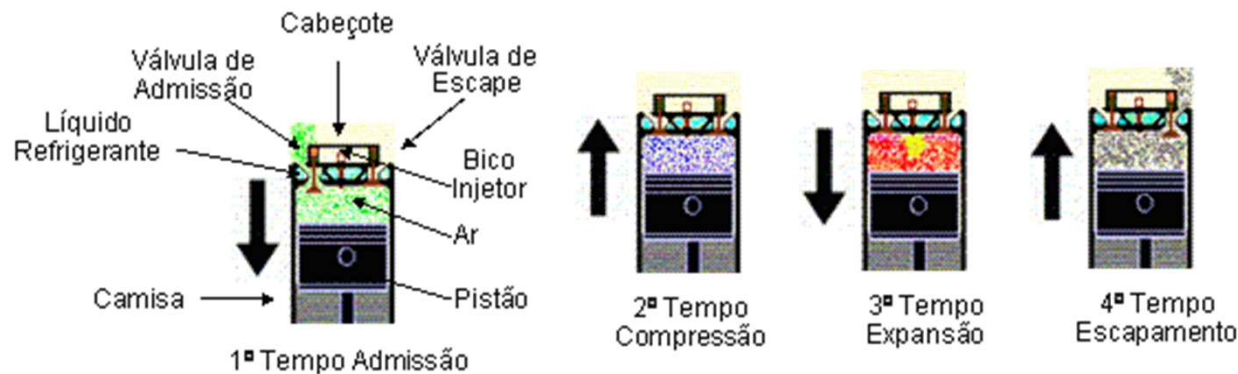
Válvula de admissão fechada.
Válvula de escape aberta.

O pistão se desloca do PMI ao PMS, empurrando para fora os gases queimados.

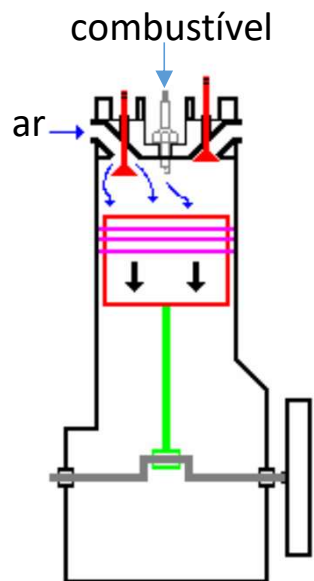
Nota: **PMS - Ponto morto superior** - É o ponto de máximo afastamento da cabeça do pistão em relação à árvore de manivelas
PMI - Ponto morto inferior - É o ponto de mínimo afastamento da cabeça do pistão em relação à árvore de manivelas



A figura representa um motor Diesel de 4 tempos, 6 cilindros em linha e ordem de ignição 1 - 5 - 3 - 6 - 2 - 4. Pode-se observar a seqüência dos tempos pelas cores: **Verde = Admissão**; **Azul = Compressão**; **Vermelho = Combustão** (tempo motor) e **Preto = Escapamento**. Também pode ser vista a seqüência de abertura e fechamento das válvulas de admissão e escape.



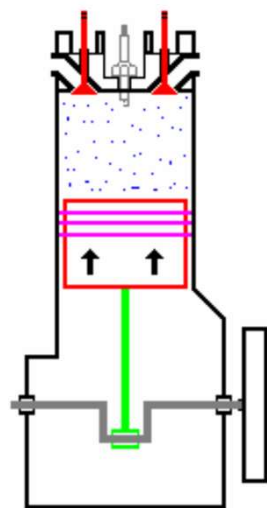
Motor Ciclo Otto (gasolina/etanol/GNV)



1- Admissão:

Válvula de admissão aberta.
Válvula de escape fechada.

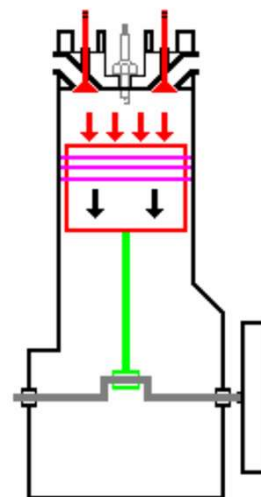
O pistão se desloca do PMS ao PMI admitindo para dentro do cilindro a mistura combustível/ar.



2 - Compressão:

Válvula de admissão fechada.
Válvula de escape fechada.

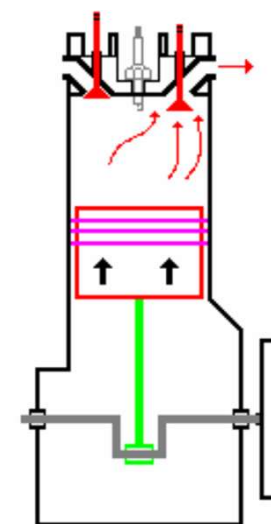
O pistão se desloca do PMI ao PMS, comprimindo a mistura. Antes do pistão atingir o PMS, ocorre a faísca, dando origem à combustão.



3 - Expansão:

Válvula de admissão fechada.
Válvula de escape fechada.

A combustão provoca a expansão dos gases que empurram o pistão, fazendo-o se deslocar do PMS ao PMI.



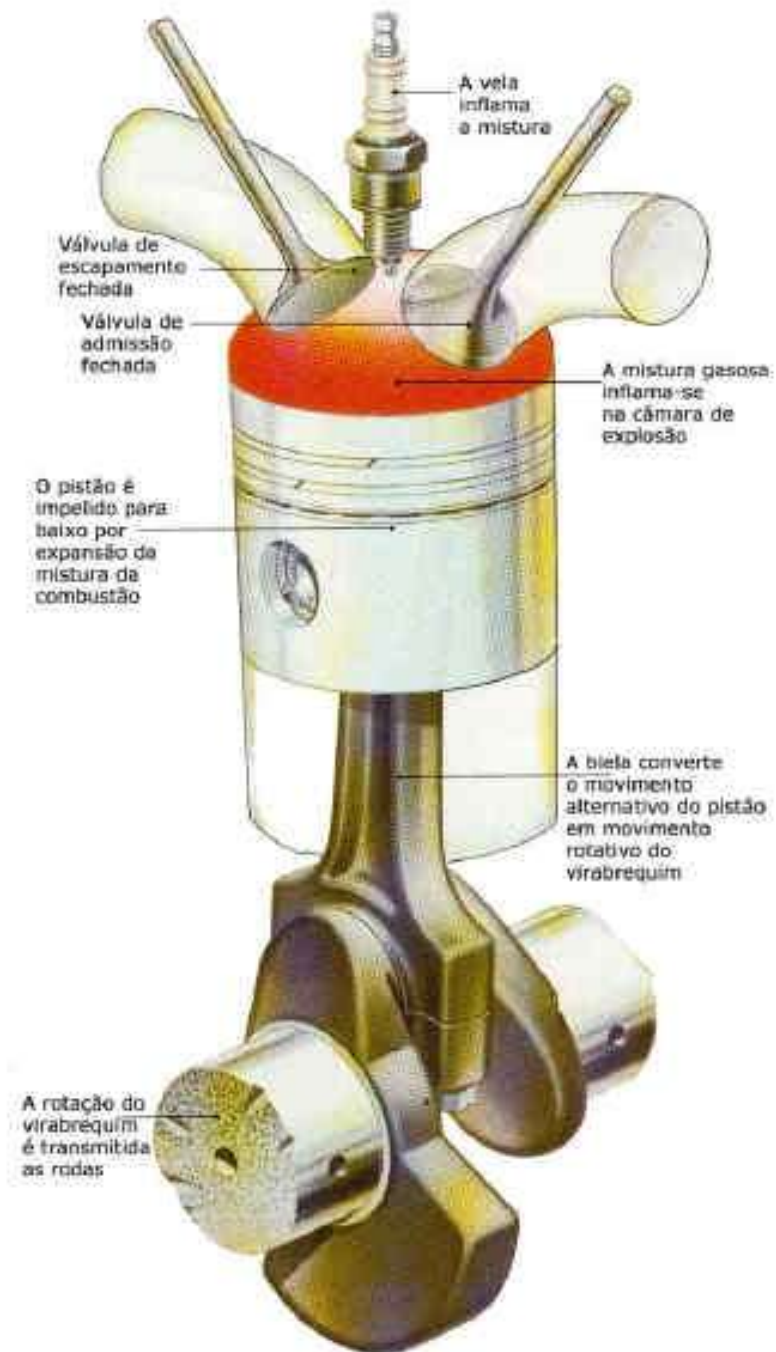
4 - Escapamento:

Válvula de admissão fechada.
Válvula de escape aberta.

O pistão se desloca do PMI ao PMS, empurrando para fora os gases queimados.

Nota: **PMS - Ponto morto superior** - É o ponto de máximo afastamento da cabeça do pistão em relação à árvore de manivelas
PMI - Ponto morto inferior - É o ponto de mínimo afastamento da cabeça do pistão em relação à árvore de manivelas

COMO SE PRODUZ A FORÇA MOTRIZ DO MOTOR

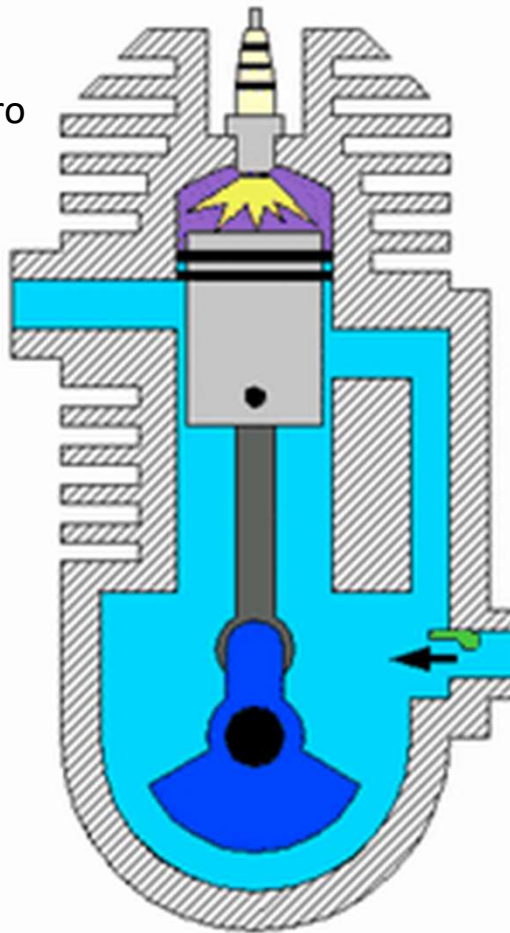


Motor 2 Tempos

Motor dois tempos: seu ciclo possui apenas duas fases: **ignição e escape**. Elas se completam com apenas um giro do virabrequim, gerando o dobro de potência de um motor de quatro tempos, o qual completa um ciclo a cada duas voltas completas.

Quando ocorre a compressão e o pistão sobe, a janela de admissão se abre e a mistura ar/combustível entra no motor e fica alojada na parte inferior do virabrequim. Então ocorre a ignição, a qual empurra o pistão para baixo e expelle os gases de escape pela janela superior.

Simultaneamente, a janela de admissão se fecha e o combustível é empurrado para a câmara de combustão pela reentrância do virabrequim pelo seu movimento giratório. Então as velas emitem a centelha e a ignição ocorre novamente, fechando o ciclo. Muito mais simples de que os motores tradicionais.



Utilizados nas décadas 60-70 em veículos (p. ex. DKW cujo emblema era "3=6", pois seu motor de três cilindros entregava o desempenho de um de seis.

Podem ser movidos a álcool, gasolina ou diesel.

Ele não possui válvulas, pois o próprio pistão atua como válvula deslizante, abrindo e fechando as janelas de admissão e escape. Conseqüentemente, também não possui cabeçote. Como o combustível recebe adição de óleo, também não possui bomba de óleo e refrigeração a água.

Necessidade de misturar óleo no combustível

Como não possuem sistema de lubrificação por bomba de óleo, ela é feita pelo próprio combustível, o qual deve receber óleo no abastecimento. Na prática, a cada tanque de 50 litros de combustível se adiciona 1.000 mililitros de óleo lubrificante. Em nome da simplicidade mecânica, tem-se esse trabalho adicional.

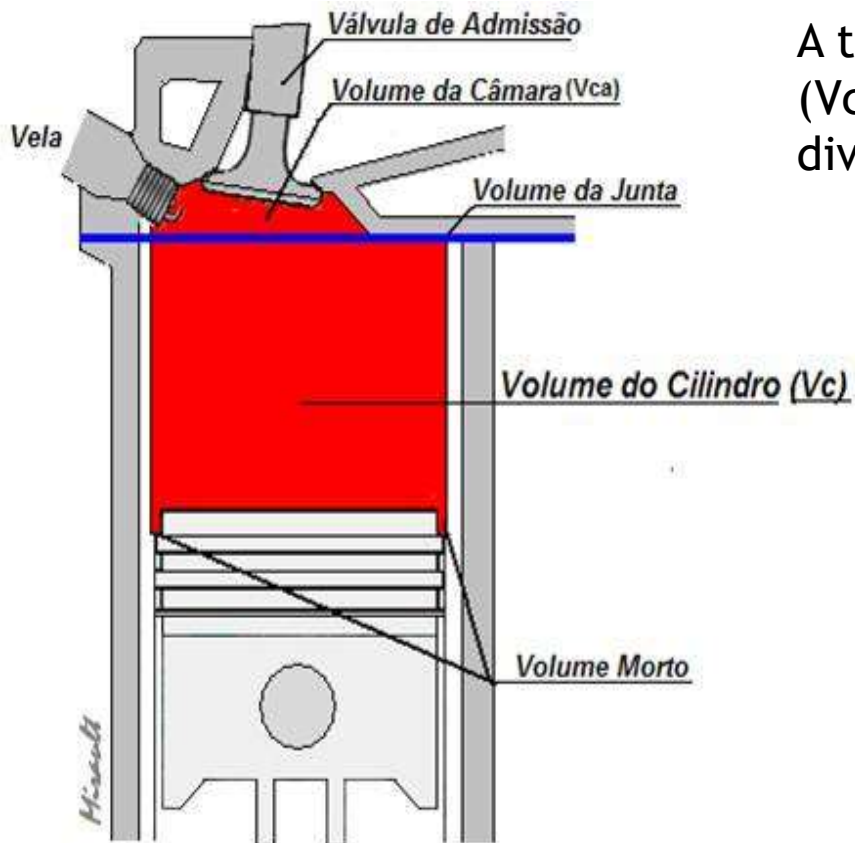
Altamente poluentes

Em consequência de misturar óleo no combustível pois o óleo entra em ignição junto com o combustível.

Principais diferenças entre os Motores:

	Diesel	Otto
Admissão	Ar	Combustível/Ar
Ignição	espontânea	faísca das velas

Taxa de compressão dos combustíveis:



A taxa de compressão (TC) é o volume do cilindro (V_c) mais o volume da câmara de combustão (V_{ca}), dividido pelo volume da câmara de combustão.

$$TC = \frac{V_c + V_{ca}}{V_{ca}}$$

TC para cada combustível:

Diesel: 15:1 a 25:1

Gasolina: 9:1

Etanol: 12:1

GNV: 14:1 a 16:1

Ainda conforme dados da ANFAVEA (2011) a frota de auto veículos leves no Brasil que utilizam o *flex fuel* alcançou em 2009 9,603 mil unidades; 12,480 mil unidades em 2010; e 15,328 mil unidades em 2011.¹³

Esta notável presença dos veículos *flex fuel* no nosso país encontra ainda alguns obstáculos tecnológicos. O principal deles se refere à eficiência dos motores quando comparados aos motores mono combustível. Mesmo considerando que a gasolina comercializada no país possui 25% de etanol anidro, o consumo de gasolina no motor *flex fuel* verificado empiricamente (2005) era cerca de 23,5% superior ao motor a gasolina. Por sua vez, o consumo de etanol no motor *flex fuel* também verificado empiricamente (2005) era cerca de 25% superior ao motor a etanol hidratado.

Há que se assinalar que foram obtidos avanços na eficiência nos motores *flex fuel* atuais, a partir da adoção do sistema SFS-*Software Flexfuel Sensor*. Entretanto, os motores bicombustível ainda trabalham com a taxa de compressão fixa, o que não permite otimizar o desempenho do motor aproveitando melhor a baixa octanagem da gasolina e a alta octanagem do etanol. O desafio tecnológico atual está no desenvolvimento de motores *flex fuel* com compressão variável, ou na adoção de turbo compressores com injeção direta ou indireta, onde a taxa de compressão poderia ser mantida fixa.

Características do Diesel

A densidade do diesel de petróleo é de cerca de 0,832 kg/L, que é mais pesado que a gasolina em 12%. Cada litro quando queimado oferece um valor de energético de 35,86 MJ (que também é mais que a gasolina que é de 32,18 MJ/L) e liberta 2,6 Kg de CO₂.

(Também convenientemente expresso na forma de 1 litro/100km = 26.5 g/km CO₂ usado para calcular as emissões dos veículos a diesel). Em 2011 motores turbo a diesel conseguiam eficiências da ordem 45% entre energia química em energia mecânica.

Legislação que proíbe a comercialização de veículos de passageiros a diesel

Portaria MIC nº 346, de 19 de novembro de 1976

Há outras resoluções complementares à proibição:

- Portaria 140 de 1990 – inclui caminhonetes de uso misto na proibição;
- Portaria 23 de 1994 – proíbe o consumo de diesel como combustível;
- Resolução 25 de 1998 – proíbe o licenciamento de veículos a diesel.

Projeto de lei nº 84/2015 - tenta derrubar o veto imposto à comercialização de veículos a diesel. Encontra-se parado na Comissão de Constituição, Justiça e Cidadania do Senado desde fevereiro de 2017 aguardando um novo relator (obs: situação levantada em julho de 2019).

Diesel X Gasolina:

Concentração dos poluentes na descarga				
Regime de operação	Combustível	Monóxido de carbono (%)	Óxido de Nitrogênio (p.p.m.)	Hidrocarbonetos (p.p.m.)
Marcha lenta	Diesel	0,0	59	390
	Gasolina	11,7	33	4830
Aceleração	Diesel	0,05	849	210
	Gasolina	3,0	1347	960
Cruzeiro	Diesel	0,0	237	90
	Gasolina	3,4	653	320
Desaceleração	Diesel	0,0	30	330
	Gasolina	5,5	18	16750

Fonte: Laboratório de motores, UFMG, s/d.

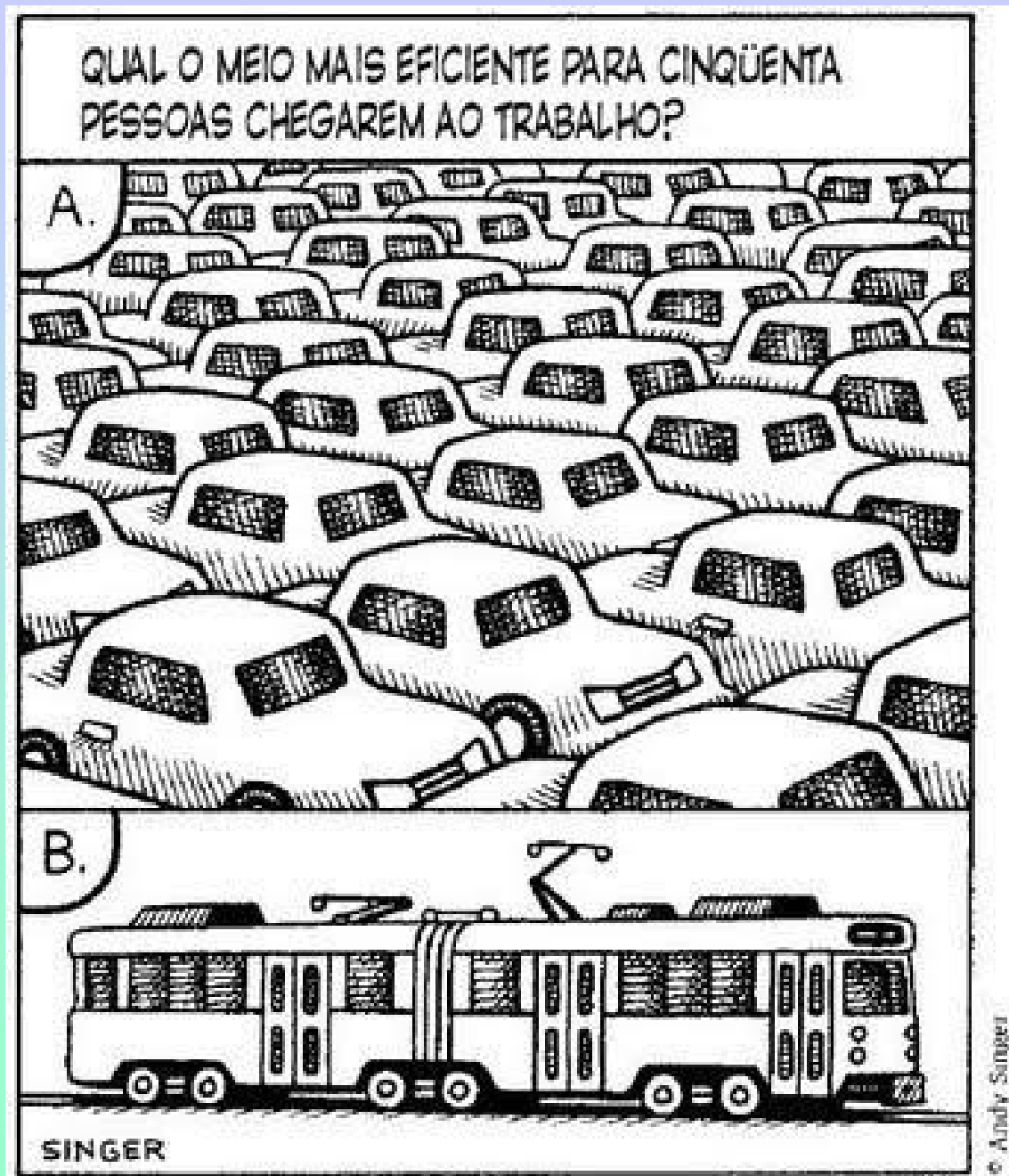


Congestionamento em São Paulo



Congestionamento em São Paulo

Foto disponível em: <http://img.photobucket.com/albums/v506/rjbroer/trafficsaopaulo.jpg>

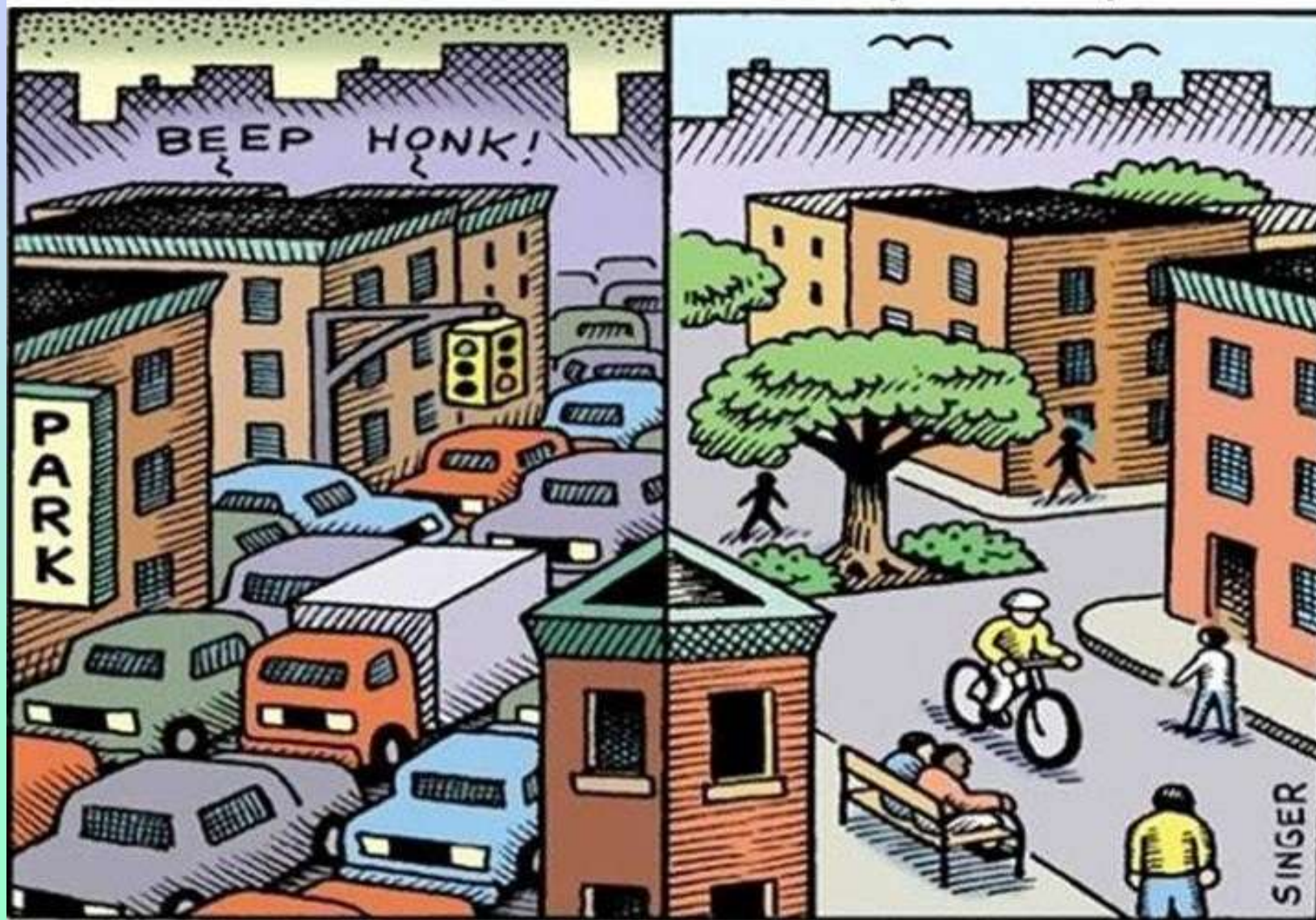


CONGESTIONAMENTO



chargesbruno.blogspot.com *Bruno*

Governo estimula a venda de automóveis. Mas qual cidade queremos?



TRÂNSITO EM SÃO PAULO

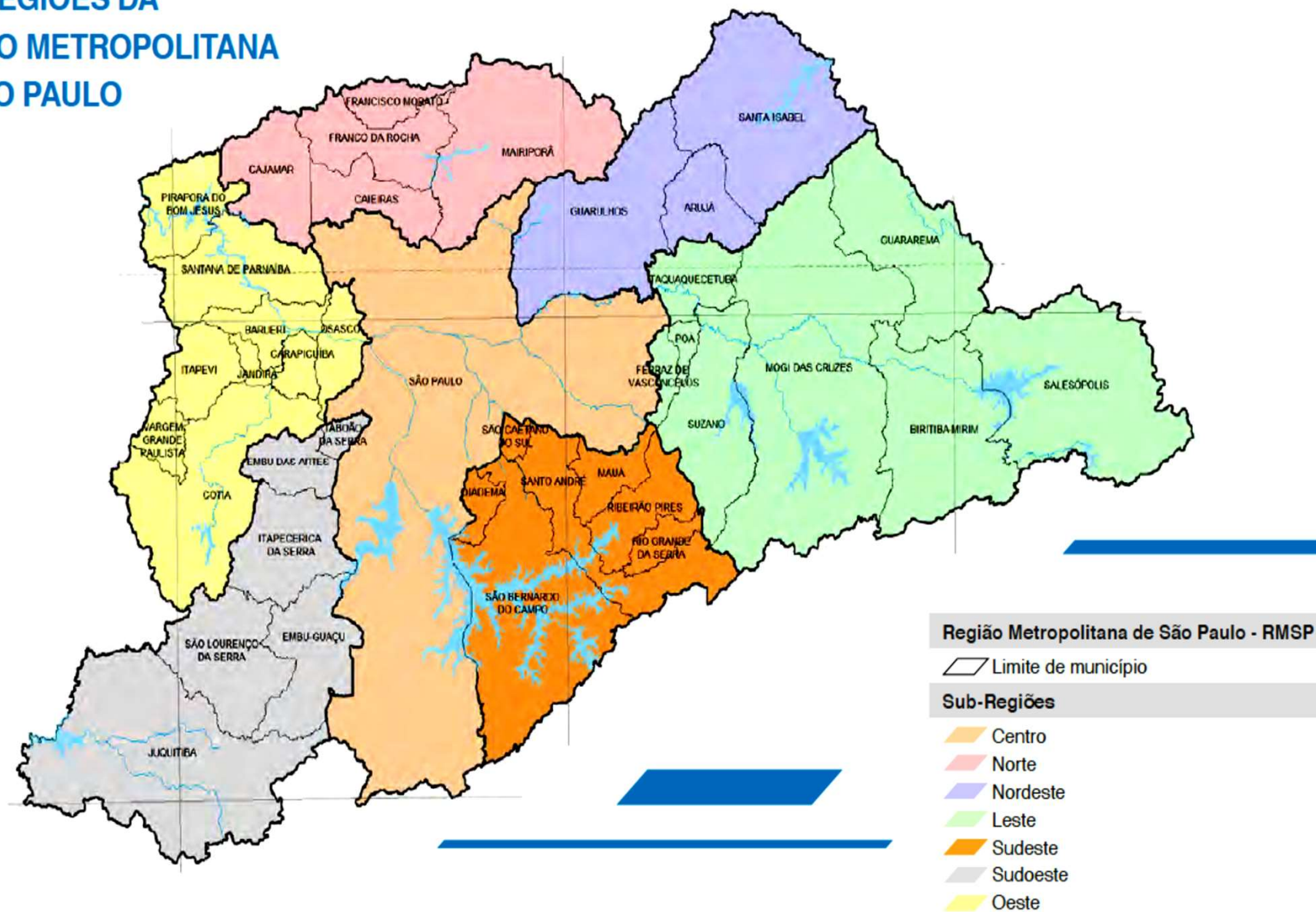


<http://crabjelly.zip.net>





SUB-REGIÕES DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO



DADOS GLOBAIS

Região Metropolitana de São Paulo - 1967 a 2023

VARIÁVEIS	1967	1977	1987	1997	2007	2017	2023
População (milhares de habitantes)	7.097	10.276	14.242	16.792	19.535	20.822	21.237
Total de viagens (milhares/dia)	-	21.304	9.400	31.432	38.094	42.007	35.661
Viagens motorizadas (milhares/dia)	7.187	15.263	18.642	20.458	25.167	28.280	25.133
Frota de autos particulares (milhares)	493	1.392	2.014	3.092	3.601	4.423	5.375
Índice de mobilidade total ¹	-	2,07	2,06	1,87	1,95	2,02	1,68
Índice de mobilidade motorizada ²	1,01	1,49	1,31	1,22	1,29	1,36	1,18
Taxa de motorização ³	70	135	141	184	184	212	236
Empregos (milhares)	-	3.758	5.647	6.959	9.066	9.367	10.466
Matrículas escolares (milhares)	1.088	2.506	3.676	5.011	5.251	5.487	5.129

(1) Índice de mobilidade total: Número de viagens totais por pessoa

(2) Índice de mobilidade motorizada: Número de viagens motorizadas por pessoa

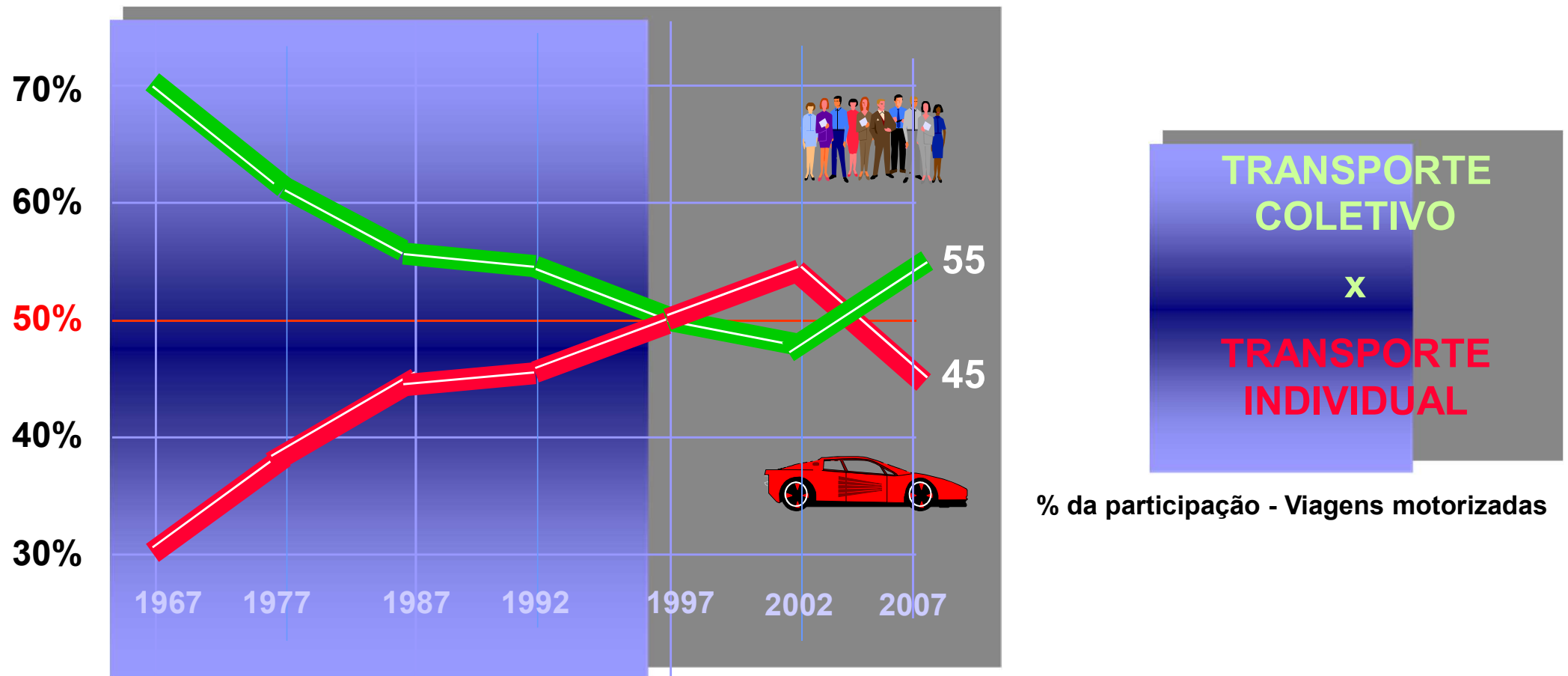
(3) Taxa de motorização: Número de automóveis particulares por 1.000 habitantes (automóveis em posse das famílias, não incluídas frotas)

Fonte: Metrô - Pesquisas OD

1967/1977/1987/1997/2007/2017 e 2023

REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

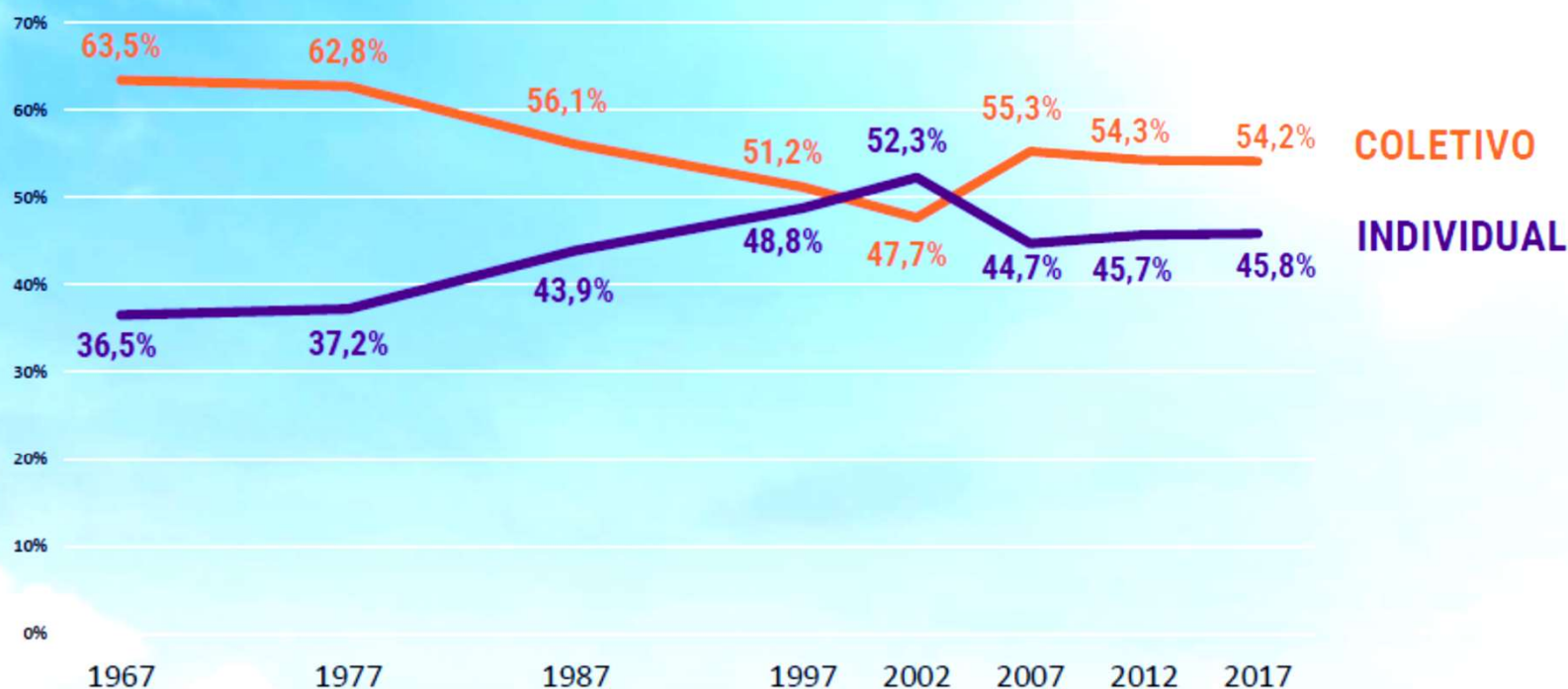
EVOLUÇÃO DA DIVISÃO MODAL: 1967-2007



Fonte: Pesquisa Origem-Destino

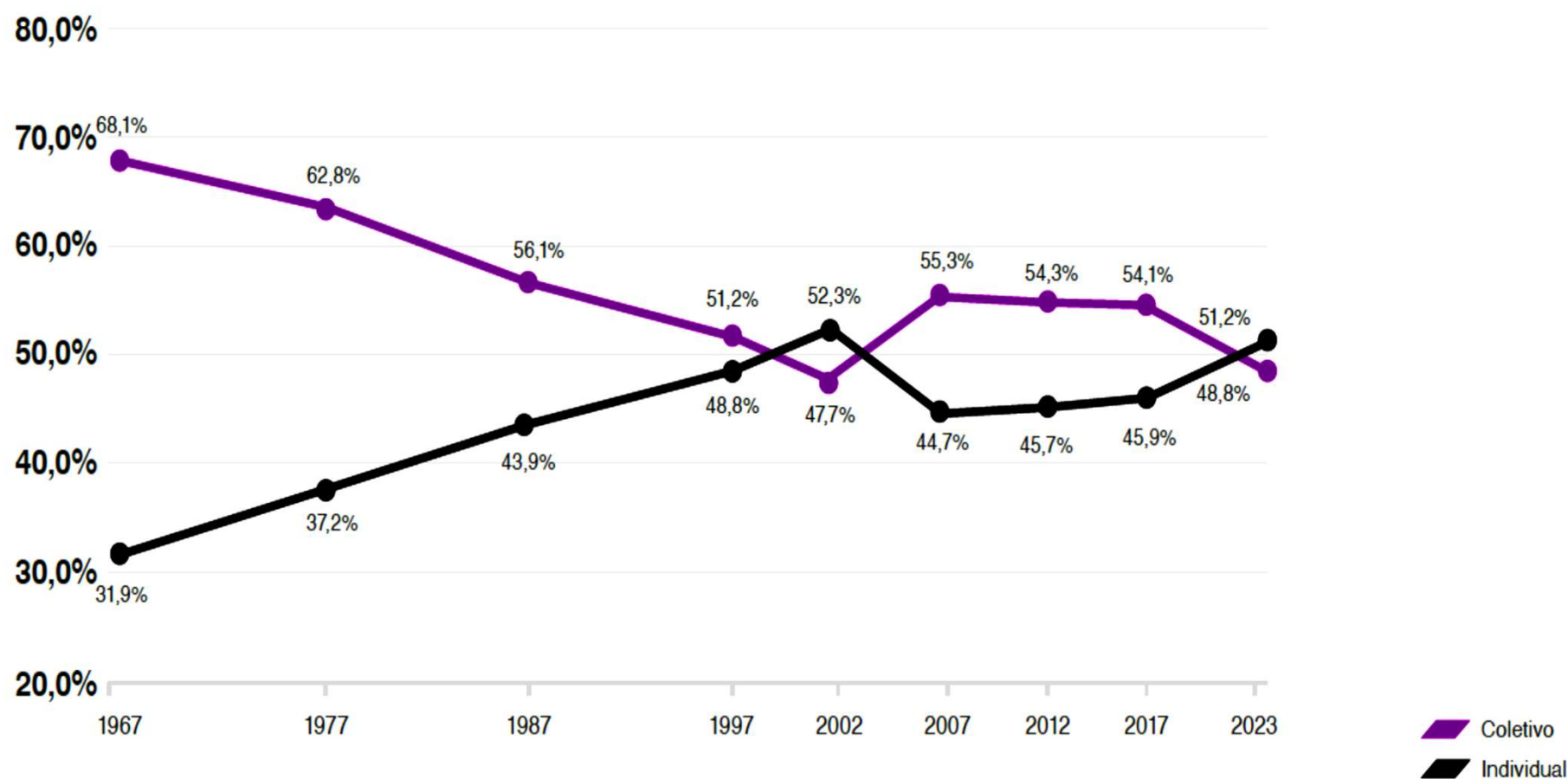
>> PESQUISA DOMICILIAR - 1967-2017

DIVISÃO MODAL DAS VIAGENS MOTORIZADAS



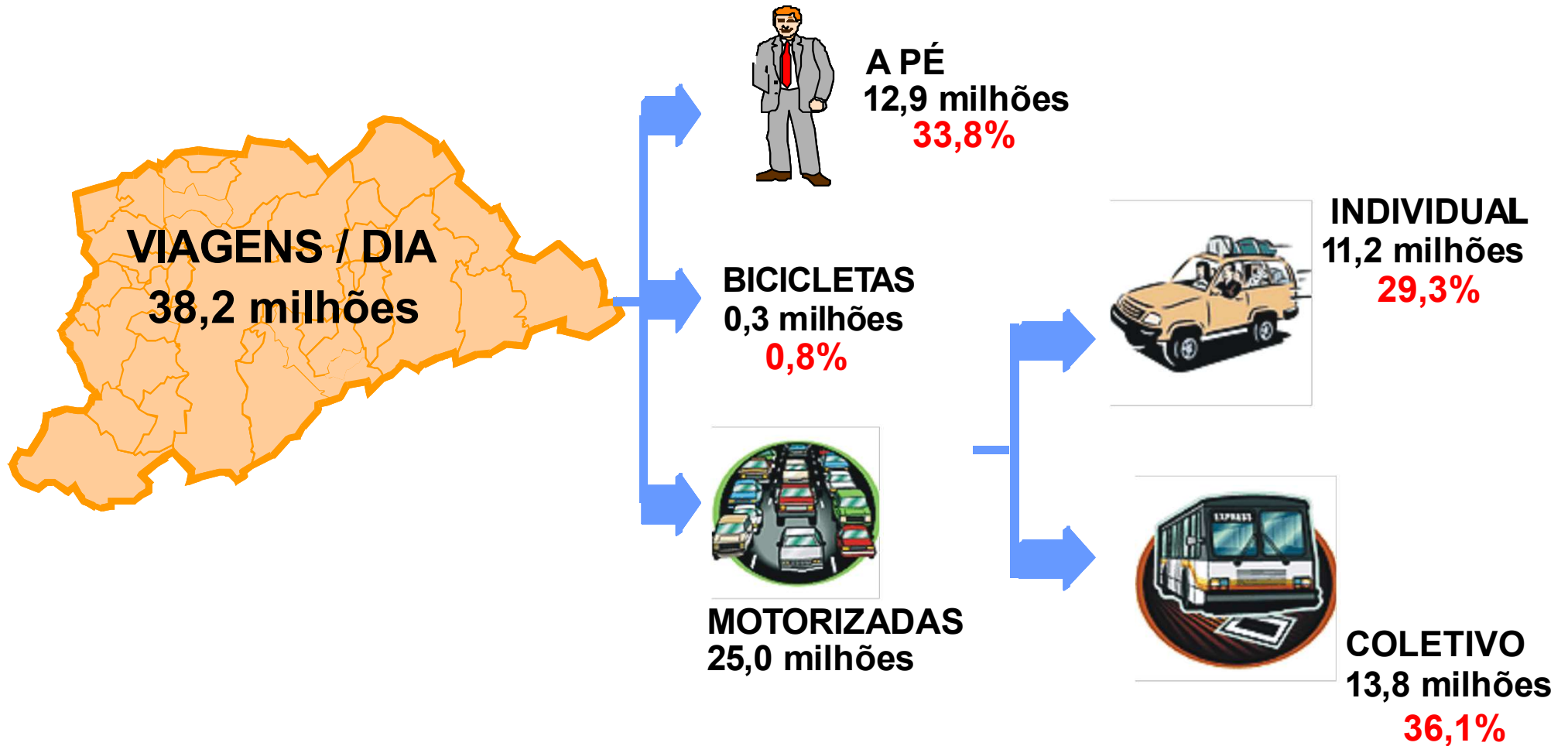
DIVISÃO MODAL DAS VIAGENS MOTORIZADAS

Região Metropolitana de São Paulo - 1967 e 2023 (%)



REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

VIAGENS POR DIA - 2007



Fonte: Metrô-SP – Pesquisa Origem-Destino, 2007.

Variação de população, frota e viagens, RMSP, 1967-2007

Ano	População	Frota autos	Viagens/dia (mil)				Total
			Auto	Público	A pé	Moto	
1967	7.097	493	2.293	4.894	7.187
1977	10.273	1.384	6.205	9.759	5.400	35	21.399
1987	14.248	2.014	8.292	10.343	10.650	181	29.466
1997	16.792	3.095	10.147	10.473	10.813	146	31.579
2002	18.345	3.378	12.049	10.878	14.194	415	37.536
2007	19.300	3.500	10.500	13.800	12.600	700	37.600

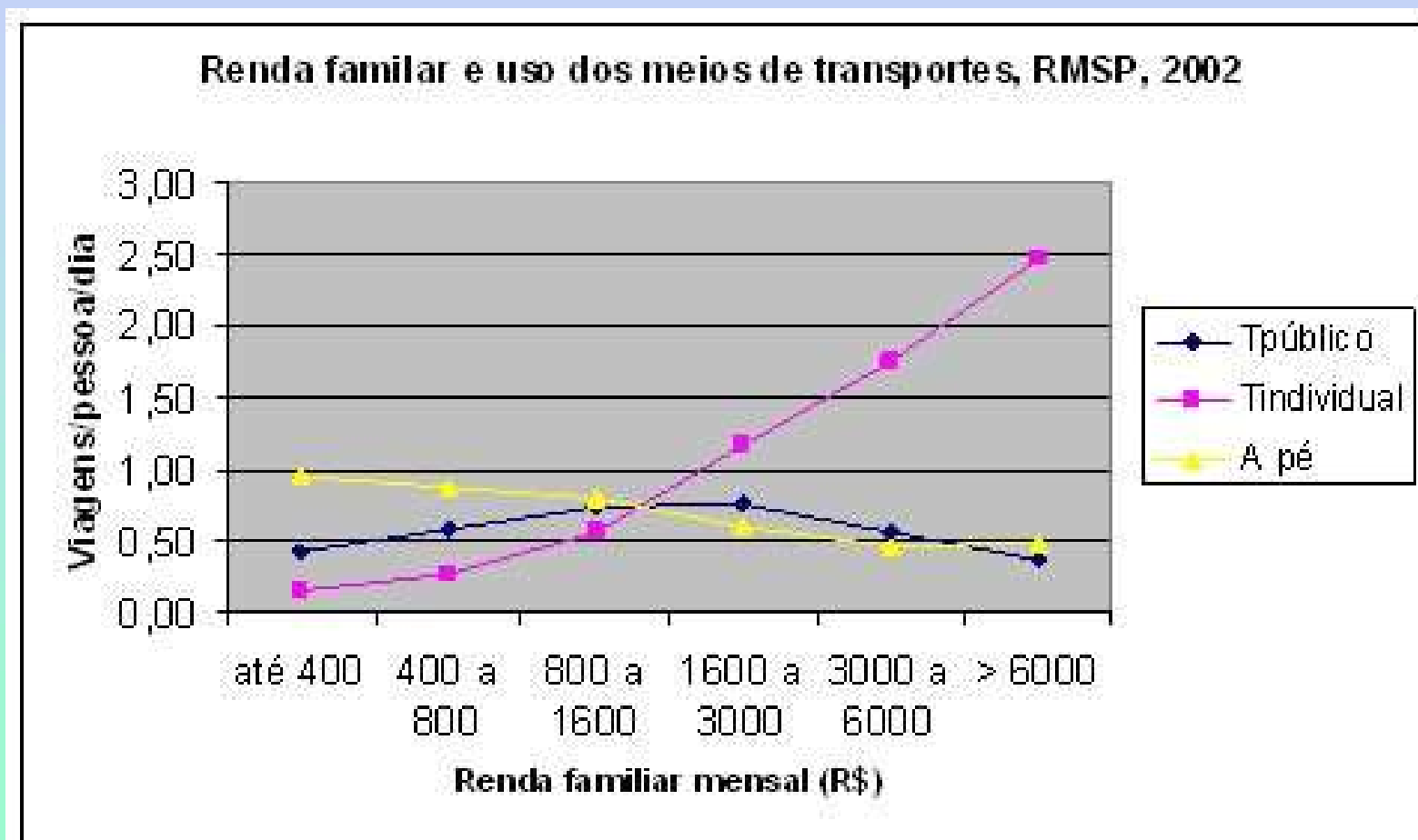
Fonte: Institut pour la ville en mouvement. Congestionamento, publicado em 13/10/2011. Dados elaborados a partir de Metrô SP-Pesquisa Origem-Destino (2002) e (2008).

Renda familiar, mobilidade e tempo de percurso, RMSP, 2002.

Faixa de renda (R\$)	Viagens/pessoa/dia	Minutos/viagem
Até 400	1,53	31
400 a 800	1,77	35
800 a 1600	2,11	36
1600 a 3000	2,52	33
3000 a 6000	2,79	30
> 6000	3,33	27

Fonte: Institut pour la ville en mouvement. Congestionamento, publicado em 13/10/2011. Dados elaborados a partir de Metrô SP-Pesquisa Origem-Destino (2002) e (2008).

Uso dos meios de transporte, RMSP, 2002.



Fonte: Institut pour la ville en mouvement. Congestionamento, publicado em 13/10/2011. Dados elaborados a partir de Metrô SP-Pesquisa Origem-Destino (2002) e (2008).

Quadro: Distribuição do número de deslocamentos urbanos por modo de transporte e tamanho do município (2005)

Modo de Transporte	Municípios Total	Municípios + 1 milhão hab.	Municípios 60-100 mil hab.
Ônibus municipal	22,3	22,1	23,1
Ônibus metropolitano	4,0	6,7	-
Trilhos (trem/metrô)	3,0	5,7	-
Transporte Coletivo - Total	29,3	34,5	23,1
Auto	27,2	28,7	18,1
Moto	2,0	1,2	4,2
Transporte Individual - Total	29,2	29,9	22,3
Bicicleta	2,7	0,7	9,7
A pé	38,9	34,9	44,9
Não motorizado – Total	41,5	35,6	54,6
Total	100,0	100,0	100,0

TRANSPORTE URBANO

Política atual de transporte nas cidades:

- **Ênfase ao transporte individual em detrimento do transporte coletivo**

Evolução das viagens diárias motorizadas na RMSP (em %)

Modo	1967	1977	1995	2002	2007
Coletivo	68	61	55	54	55
Individual	32	39	45	46	45

Fonte: Metrô SP. Pesquisa OD, vários anos.

- **Congestionamento** → **menor eficiência energética**
(Consumo energético/pessoa/km)

- **Poluição**

98% CO
 97% HC
 97% NO_x
 85% SO_x
 40% PI

TABELA 5
EVOLUÇÃO DAS VIAGENS DIÁRIAS POR MODO PRINCIPAL
REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO
1967, 1977, 1987, 1997, 2007 e 2012



MODO	VIAGENS											
	1967		1977		1987		1997		2007		2012	
	(x 1.000)	%	(x 1.000)	%	(x 1.000)	%	(x 1.000)	%	(x 1.000)	%	(x 1.000)	%
Coletivo	4.894	68,1	9.580	62,8	10.455	56,1	10.473	51,2	13.913	55,3	16.144	54,3
Individual	2.293	31,9	5.683	37,2	8.187	43,9	9.985	48,8	11.254	44,7	13.595	45,7
Motorizado	7.187	100,0	15.263	100,0	18.642	100,0	20.458	100,0	25.167	100,0	29.739	100,0
Bicicleta	-		71	1,2	108	1,0	162	1,5	304	2,4	268	1,9
A pé	-		5.970	98,8	10.650	99,0	10.812	98,5	12.623	97,6	13.708	98,1
Não-motorizado	0	0,0	6.041	100,0	10.758	100,0	10.974	100,0	12.927	100,0	13.976	100,0
TOTAL	7.187		21.304		29.400		31.432		38.094		43.715	

Fonte: Metrô-Pesquisas OD 1967/1977/1987/1997 e 2007 e Mobilidade 2012

TABELA 9

**VIAGENS DIÁRIAS MOTORIZADAS POR MODO PRINCIPAL
 REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO
 2007 e 2012**



MODO PRINCIPAL	2007		2012	
	Viagens		Viagens	
	(x 1.000)	%	(x 1.000)	%
Metrô	2.223	8,8	3.219	10,8
Trem	815	3,2	1.141	3,8
Ônibus	9.034	35,9	9.383	31,6
Fretado	514	2,0	390	1,3
Escolar	1.327	5,3	2.011	6,8
Auto	10.381	41,2	12.351	41,5
Táxi	91	0,4	135	0,5
Moto	721	2,9	1.039	3,5
Outros	61	0,2	70	0,2
TOTAL	25.167	100,0	29.739	100,0

Fonte: Metrô-Pesquisas OD 2007 e Mobilidade 2012

TABELA 13
VIAGENS DIÁRIAS POR MODO E RENDA FAMILIAR MENSAL
REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO
2007 e 2012



2007

MODO	VIAGENS POR RENDA FAMILIAR(*)											
	até 1.244		1.244 a 2.488		2.488 a 4.976		4.976 a 9.330		mais de 9.330		Total	
	(x1.000)	%	(x1.000)	%	(x1.000)	%	(x1.000)	%	(x1.000)	%	(x1.000)	%
Coletivo	2.251	76,6	5.029	71,4	4.835	54,7	1.457	32,9	341	17,8	13.913	55,3
Individual	688	23,4	2.019	28,6	4.003	45,3	2.965	67,1	1.579	82,2	11.254	44,7
Motorizado	2.939	48,5	7.048	58,2	8.838	71,3	4.422	82,8	1.920	87,6	25.167	66,1
Não Motorizado	3.122	51,5	5.063	41,8	3.549	28,7	920	17,2	273	12,4	12.927	33,9
TOTAL	6.061	100,0	12.111	100,0	12.387	100,0	5.342	100,0	2.193	100,0	38.094	100,0

2012

MODO	VIAGENS POR RENDA FAMILIAR(*)											
	até 1.244		1.244 a 2.488		2.488 a 4.976		4.976 a 9.330		mais de 9.330		Total	
	(x1.000)	%	(x1.000)	%	(x1.000)	%	(x1.000)	%	(x1.000)	%	(x1.000)	%
Coletivo	2.266	74,8	6.028	69,6	5.609	51,1	1.814	34,2	427	24,1	16.144	54,3
Individual	763	25,2	2.628	30,4	5.364	48,9	3.497	65,8	1.343	75,9	13.595	45,7
Motorizado	3.029	50,0	8.656	61,7	10.973	73,6	5.311	80,4	1.770	84,2	29.739	68,0
Não Motorizado	3.027	50,0	5.377	38,3	3.944	26,4	1.296	19,6	332	15,8	13.976	32,0
TOTAL	6.056	100,0	14.033	100,0	14.917	100,0	6.607	100,0	2.102	100,0	43.715	100,0

Fonte: Metrô-Pesquisas OD 2007 e Mobilidade 2012

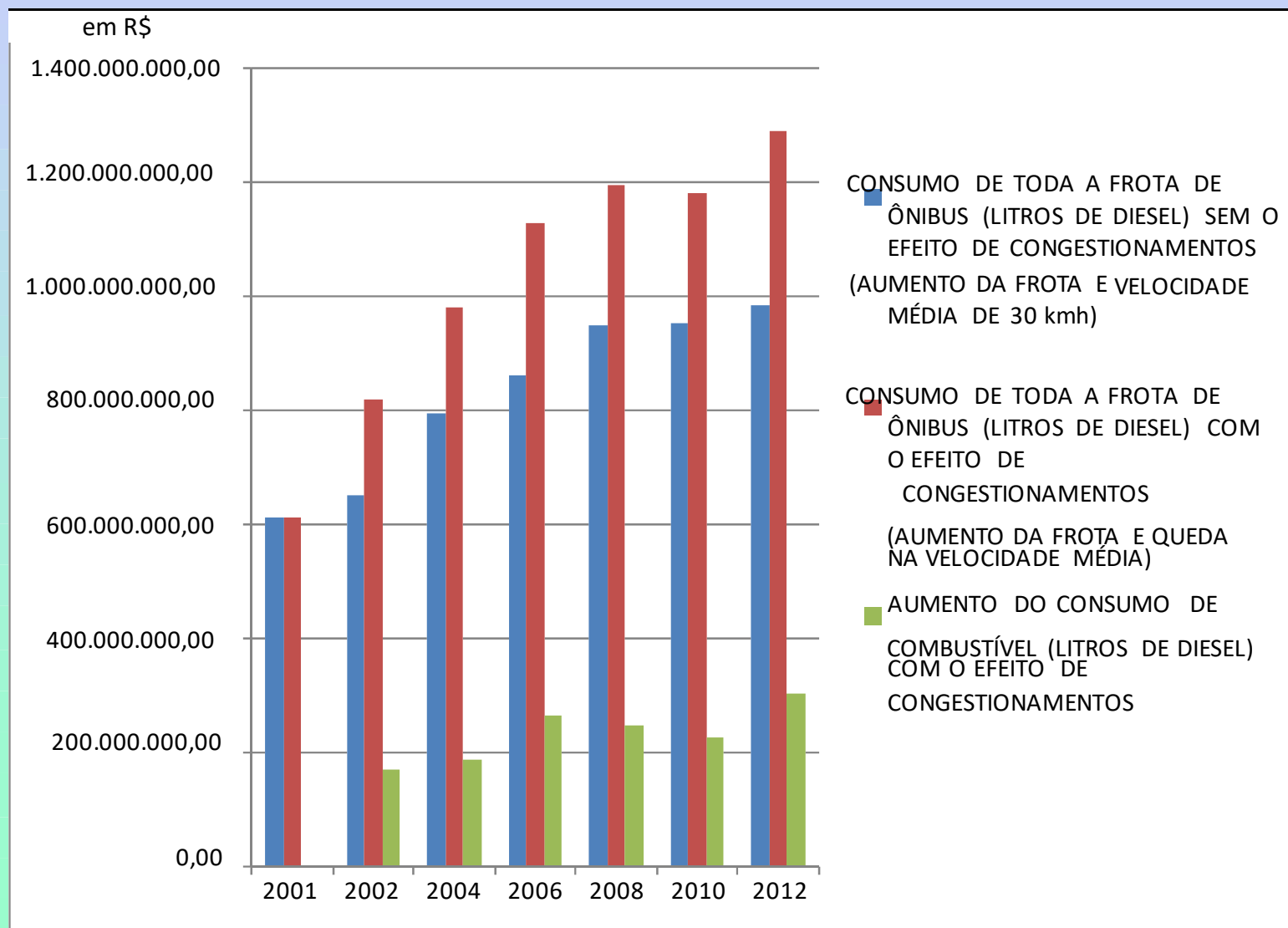
(*) Em Reais de outubro de 2012

Evolução da frota de automóveis e ônibus na Cidade de São Paulo: 2008 – 2015

ANO	FROTA DE AUTOMÓVEIS	FROTA DE ÔNIBUS
2008	4.731.894	41.838
2009	4.952.697	41.542
2010	5.093.169	42.079
2011	5.213.129	43.443
2012	5.315.150	43.507
2013	5.417.171	43.571
2014	5.519.192	43.635
2015 (Janeiro/Fevereiro)	5.658.687	45.523

Fonte: Departamento de Trânsito – DETRAN-SP, 2015.

Custos do consumo de combustível por ônibus (Litros de diesel / km / ano) na Cidade de São Paulo



>> DISTRIBUIÇÃO MODAL DAS VIAGENS INTERNAS

NÚMEROS ABSOLUTOS



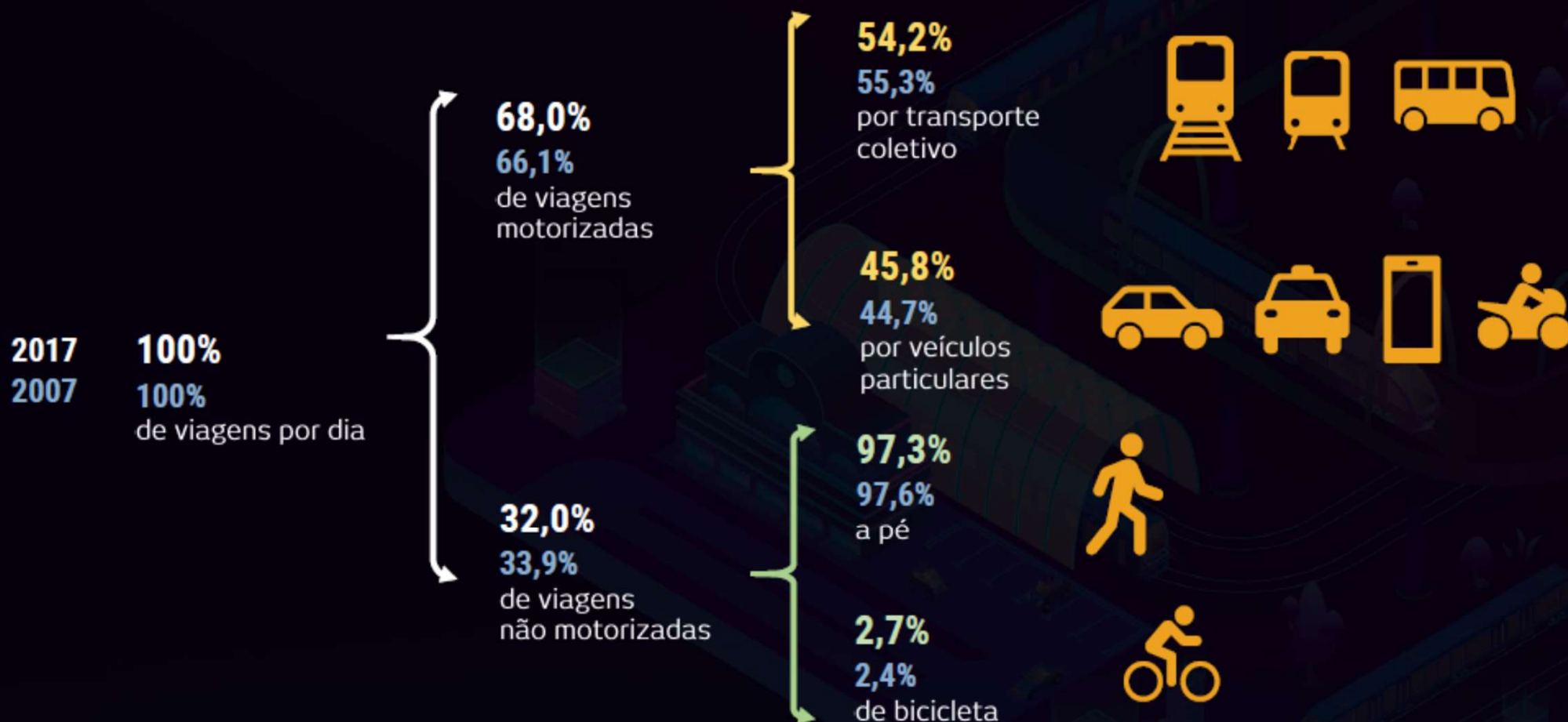
>> DISTRIBUIÇÃO MODAL DAS VIAGENS INTERNAS

PERCENTUAL EM RELAÇÃO AO TOTAL DE VIAGENS



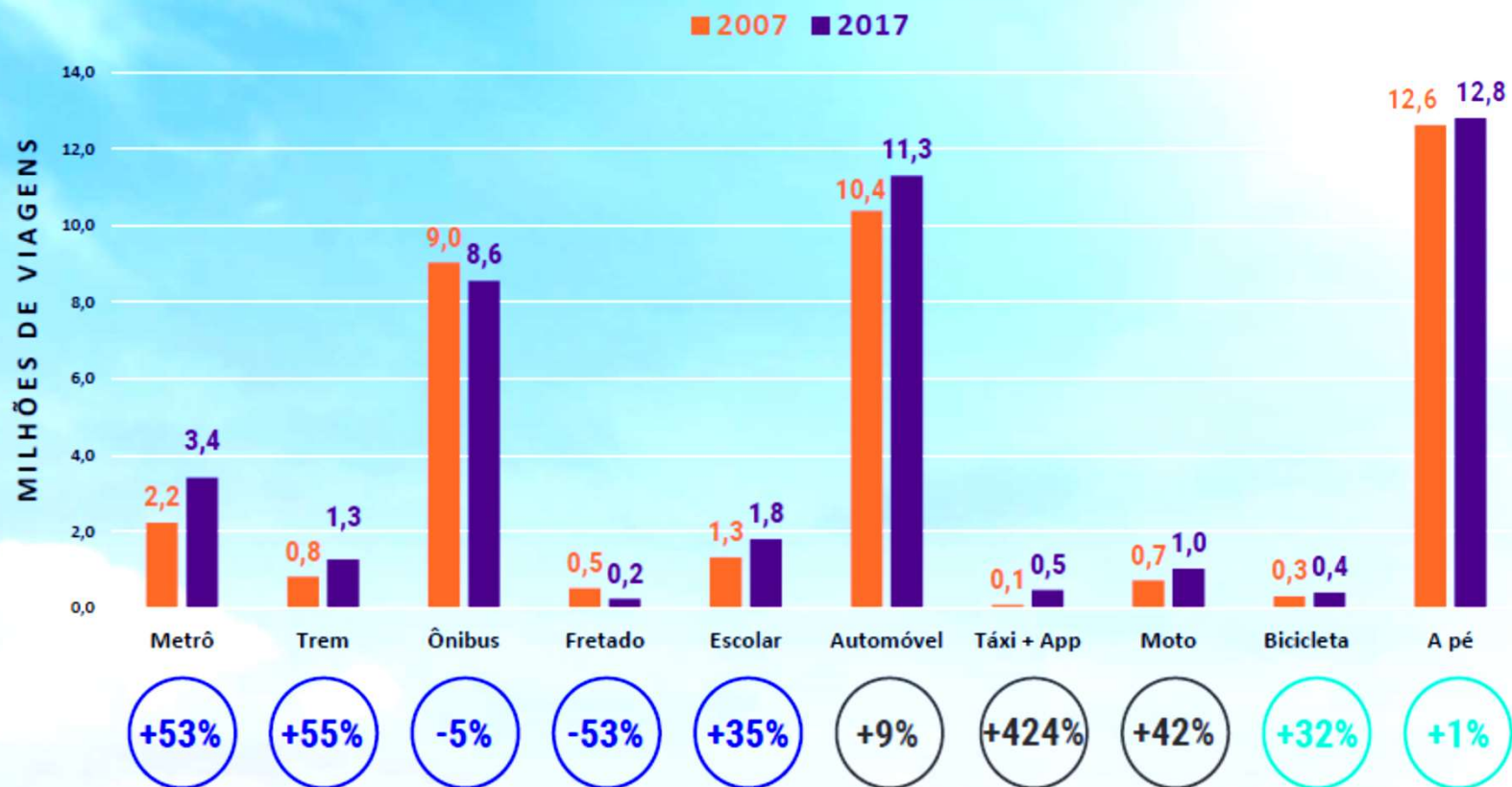
>> DISTRIBUIÇÃO MODAL DAS VIAGENS INTERNAS

PERCENTUAL EM RELAÇÃO A CADA GRUPO



>> PESQUISA DOMICILIAR – 2007-2017

DISTRIBUIÇÃO DAS VIAGENS DIÁRIAS POR MODO PRINCIPAL



EVOLUÇÃO DAS VIAGENS DIÁRIAS POR MODO PRINCIPAL

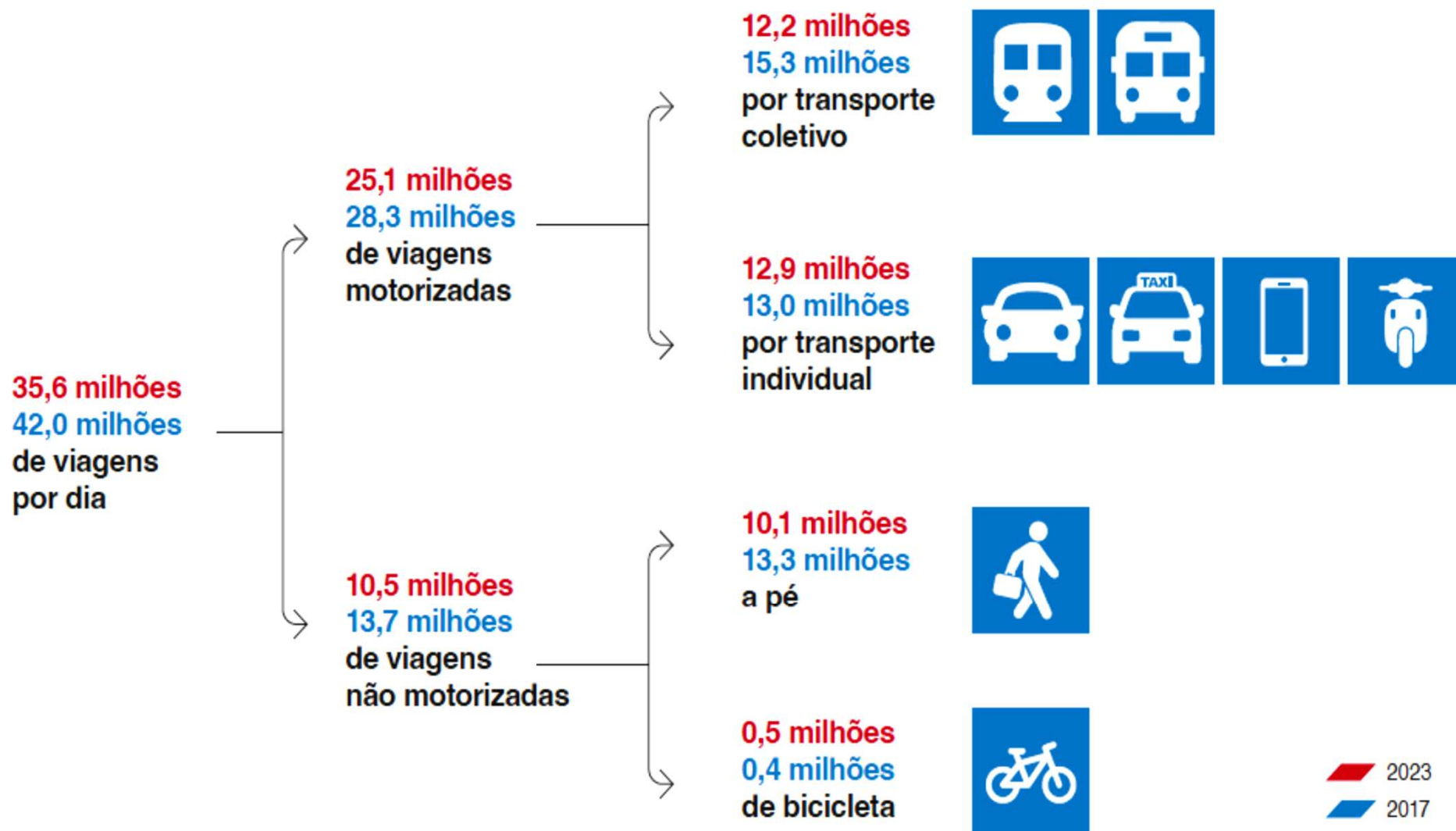
Região Metropolitana de São Paulo

1967, 1977, 1987, 1997, 2007, 2017 e 2023

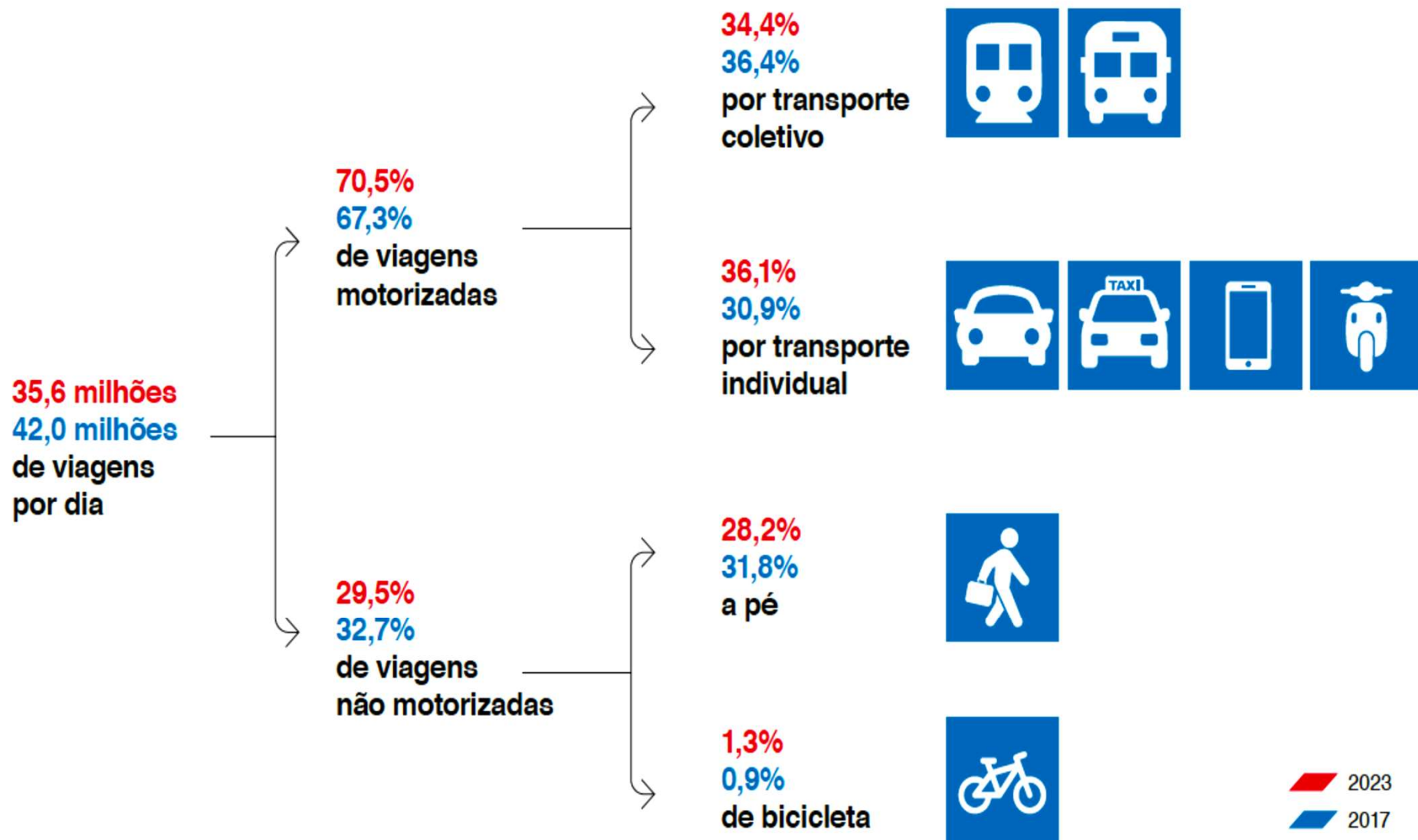
MODO	VIAGENS													
	1967		1977		1987		1997		2007		2017		2023	
	(x 1.000)	%	(x 1.000)	%	(x 1.000)	%	(x 1.000)	%	(x 1.000)	%	(x 1.000)	%	(x 1.000)	%
Coletivo	4.894	68,1	9.580	62,8	10.455	56,1	10.473	51,2	13.913	55,3	15.295	54,1	12.264	48,8
Individual	2.293	31,9	5.683	37,2	8.187	43,9	9.985	48,8	11.254	44,7	12.985	45,9	12.869	51,2
Motorizado	7.187	100,0	15.263	100,0	18.642	100	20.458	100	25.167	100	28.280	100,0	25.133	100,0
Bicicleta	-		71	1,2	108	1,0	162	1,5	304	2,4	377	2,7	471	4,5
A pé	-		5.970	98,8	10.650	99,0	10.812	98,5	12.623	97,6	13.350	97,3	10.056	95,5
Não motorizado	0	0,0	6.041	100,0	10.758	100,0	10.974	100,0	12.927	100,0	13.727	100,0	10.527	100,0
TOTAL	7.187		21.304		29.400		31.432		38.094		42.007		35.661	

Fonte: Metrô - Pesquisas OD 1967 / 1977 / 1987 / 1997 / 2007 / 2017 e 2023.

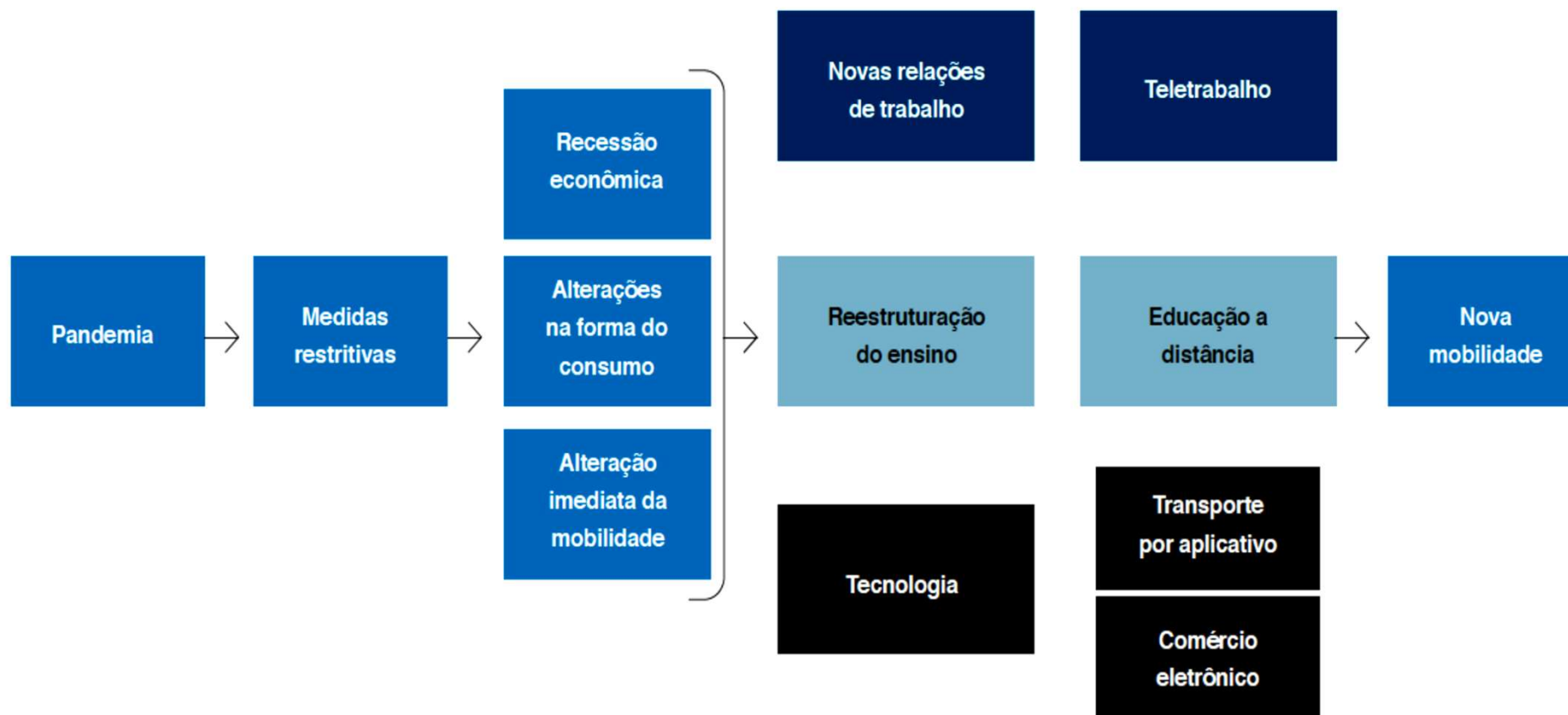
COMPOSIÇÃO DAS VIAGENS



DISTRIBUIÇÃO MODAL DAS VIAGENS



PADEMIA - DIAGNÓSTICO



D'Andrea, Alexandre Frazão e Bueno, José de França. Previsão de demanda e a influência dos fatores subjacentes a mobilidade na realidade pós pandemia. 29ª Semana de Tecnologia Metroferroviária, 2023.

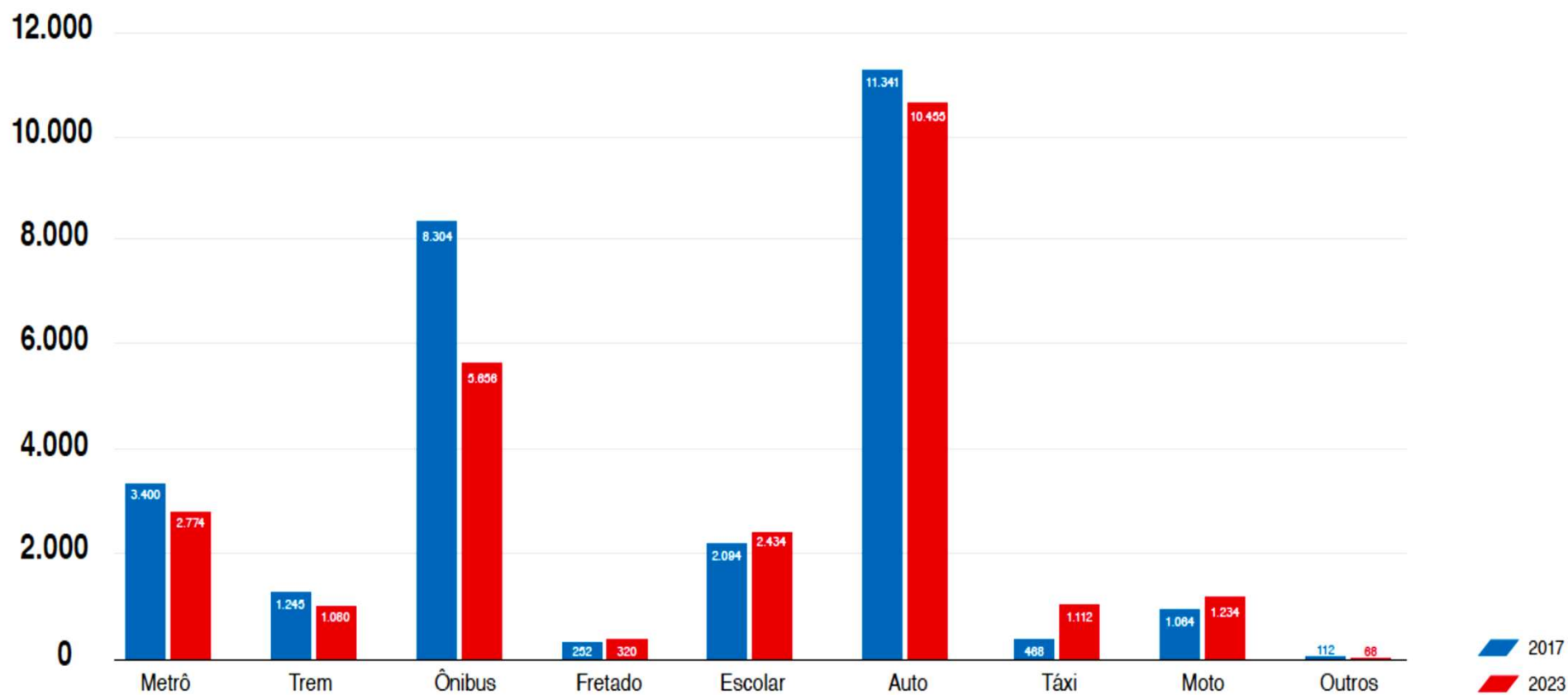
VIAGENS DIÁRIAS MOTORIZADAS POR MODO PRINCIPAL Região Metropolitana de São Paulo - 2017 e 2023

MODO	2017		2023	
	(x 1.000)	%	(x 1.000)	%
Metrô	3.400	12,0	2.774	11,0
Trem	1.245	4,4	1.080	4,3
Ônibus	8.304	29,4	5.656	22,5
Fretado	252	0,9	320	1,3
Escolar	2.094	7,4	2.434	9,7
Auto	11.341	40,1	10.455	41,6
Táxi e app	468	1,7	1.112	4,4
Moto	1.064	3,8	1.234	4,9
Outros	112	0,4	68	0,3
TOTAL	28.280	100,0	25.133	100,0

Fonte: Metrô - Pesquisas OD 2017 e 2023

VIAGENS DIÁRIAS MOTORIZADAS POR MODO PRINCIPAL

Viagens
 (x 1.000)



VIAGENS DIÁRIAS POR MODO E RENDA FAMILIAR MENSAL

Região Metropolitana de São Paulo - 2017 e 2023

2017												
VIAGENS POR RENDA FAMILIAR												
FAIXA**	1		2		3		4		5			
MODO	(x1.000)	%	(x1.000)	%	(x1.000)	%	(x1.000)	%	(x1.000)	%	(x1.000)	%
Coletivo	2.817	72,7	7.583	62,4	3.904	44,1	644	32,6	347	24,2	15.295	54,1
Individual	1.060	27,3	4.569	37,6	4.943	55,9	1.329	67,4	1.084	75,8	12.985	45,9
Motorizado	3.877	52,5	12.152	65,1	8.847	75,7	1.973	79,8	1.431	80,1	28.280	67,3
Não Motorizado	3.508	47,5	6.527	34,9	2.837	24,3	500	20,2	355	19,9	13.727	32,7
TOTAL	7.385	100,0	18.679	100,0	11.684	100,0	2.473	100,0	1.786	100,0	42.007	100,0

2023												
VIAGENS POR RENDA FAMILIAR												
FAIXA**	1		2		3		4		5			
MODO	(x1.000)	%	(x1.000)	%	(x1.000)	%	(x1.000)	%	(x1.000)	%	(x1.000)	%
Coletivo	2.012	67,8	5.185	59,4	3.862	44,0	760	31,1	445	20,2	12.264	48,8
Individual	957	32,2	3.549	40,6	4.924	56,0	1.684	68,9	1.754	79,8	12.869	51,2
Motorizado	2.969	54,1	8.734	66,3	8.785	76,4	2.445	82,9	2.199	86,0	25.133	70,5
Não Motorizado	2.517	45,9	4.439	33,7	2.709	23,6	506	17,2	357	14,0	10.528	29,5
TOTAL	5.487	100,0	13.173	100,0	11.494	100,0	2.951	100,0	2.557	100,0	35.661	100,0

Fonte: Metrô - Pesquisas OD 2017 e 2023

(**) Faixa 1: até 2.640 reais; Faixa 2: de 2.640 a 5.280 reais; Faixa 3: de 5.280 a 10.580 reais; Faixa 4: de 10.580 a 15.840 reais; Faixa 5: mais de 15.840 reais.