



ANEL METROVIÁRIO NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

Integrantes:

Juliana Tosta de Araújo

Mariana Passos Pádua

Tamires Azeredo Frauche

Orientador:

Me. Cauê Sauter Guazzelli

Introdução

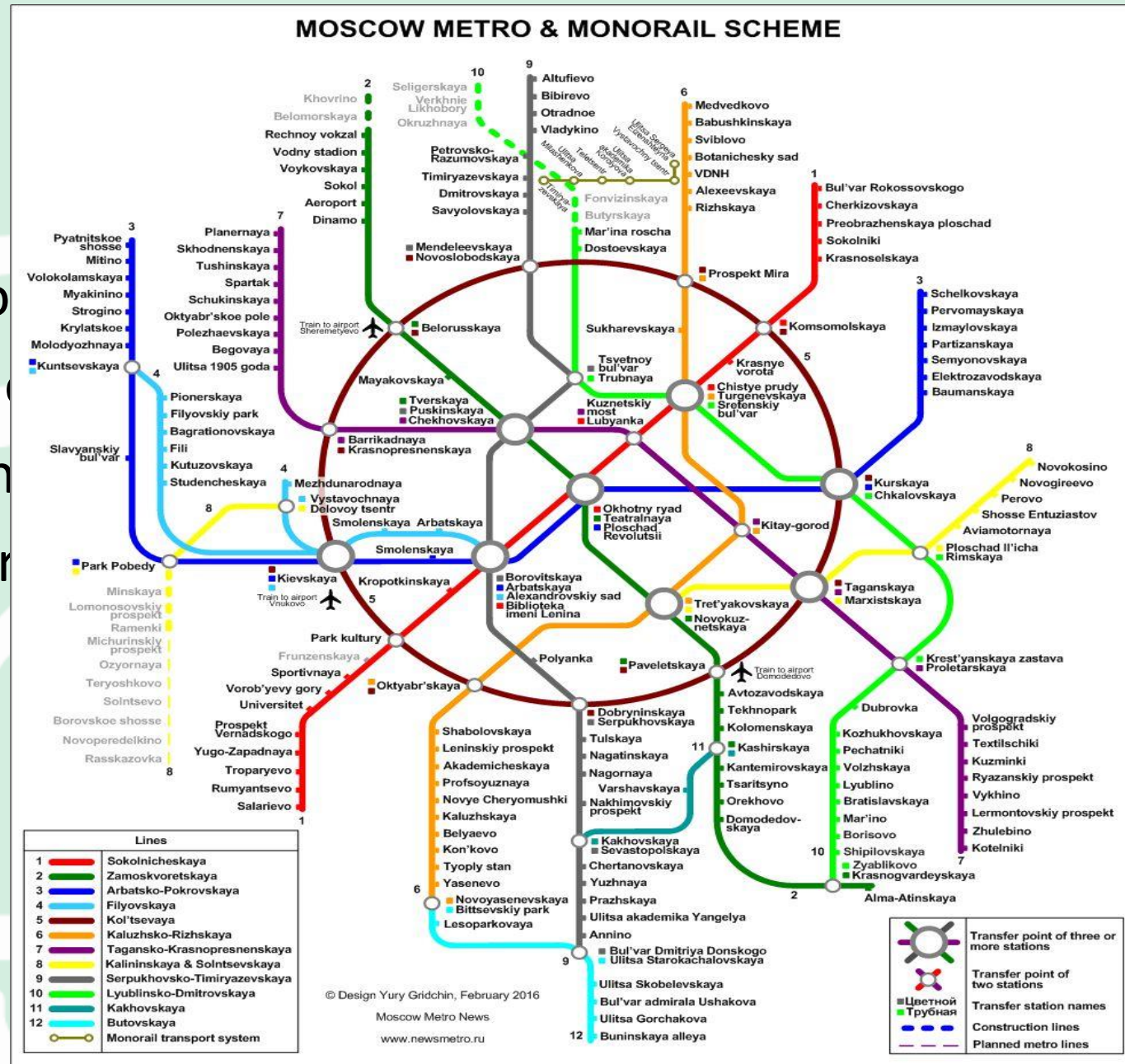
- Serviços de transportes: desenvolvimento econômico;
- Grande demanda: tempo de viagem;
- Anel Metroviário: diminuir fluxo de usuários.



FONTE: Metrô, 2016.

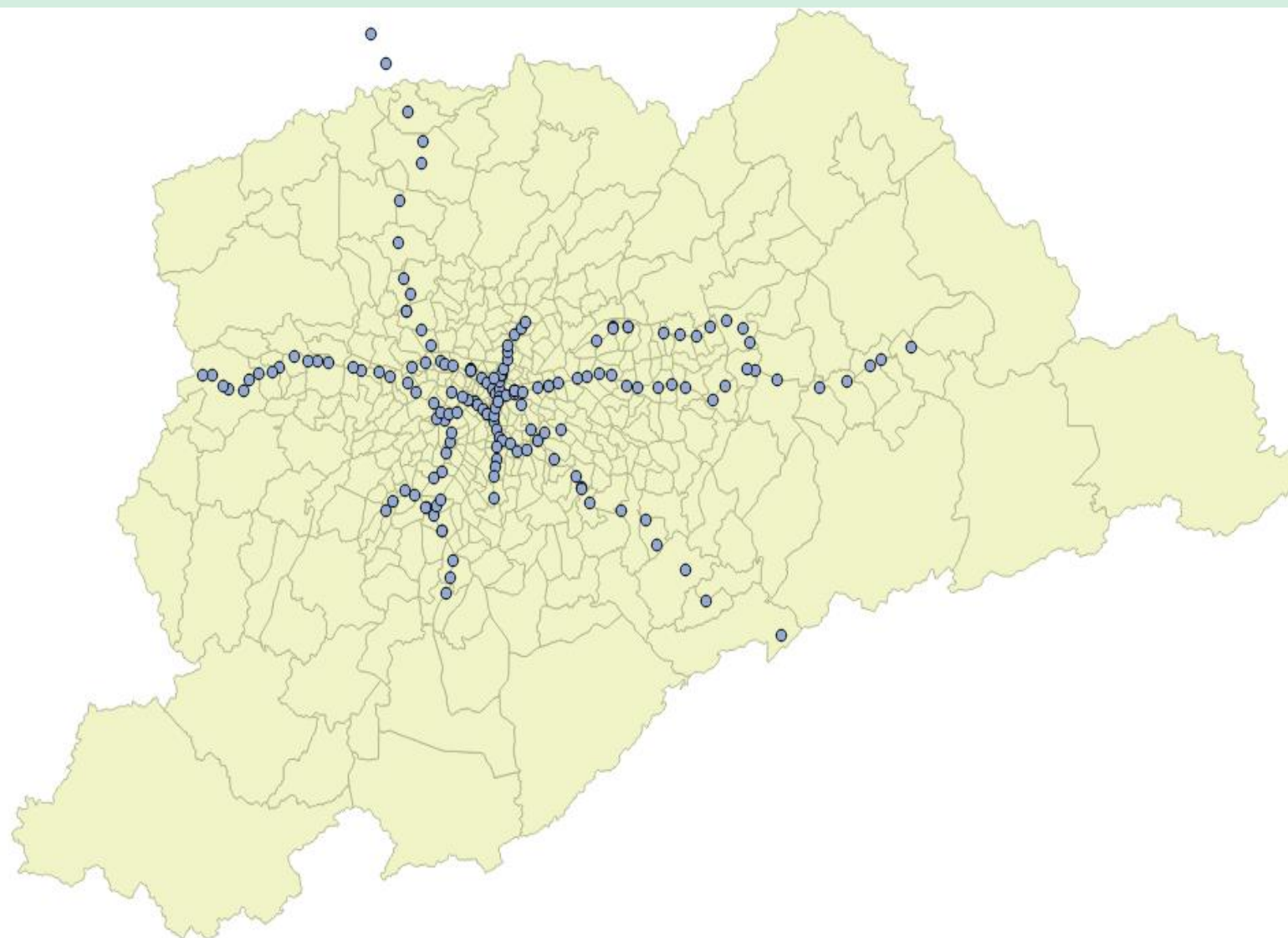
Justificativa

- População nos centros
- Linhas circulares: com
- Redução do movimento
- Exemplos mundo afora



FONTE: Moscow Metro Service, 2016.

- Malha atual;
- PITU: Projeção

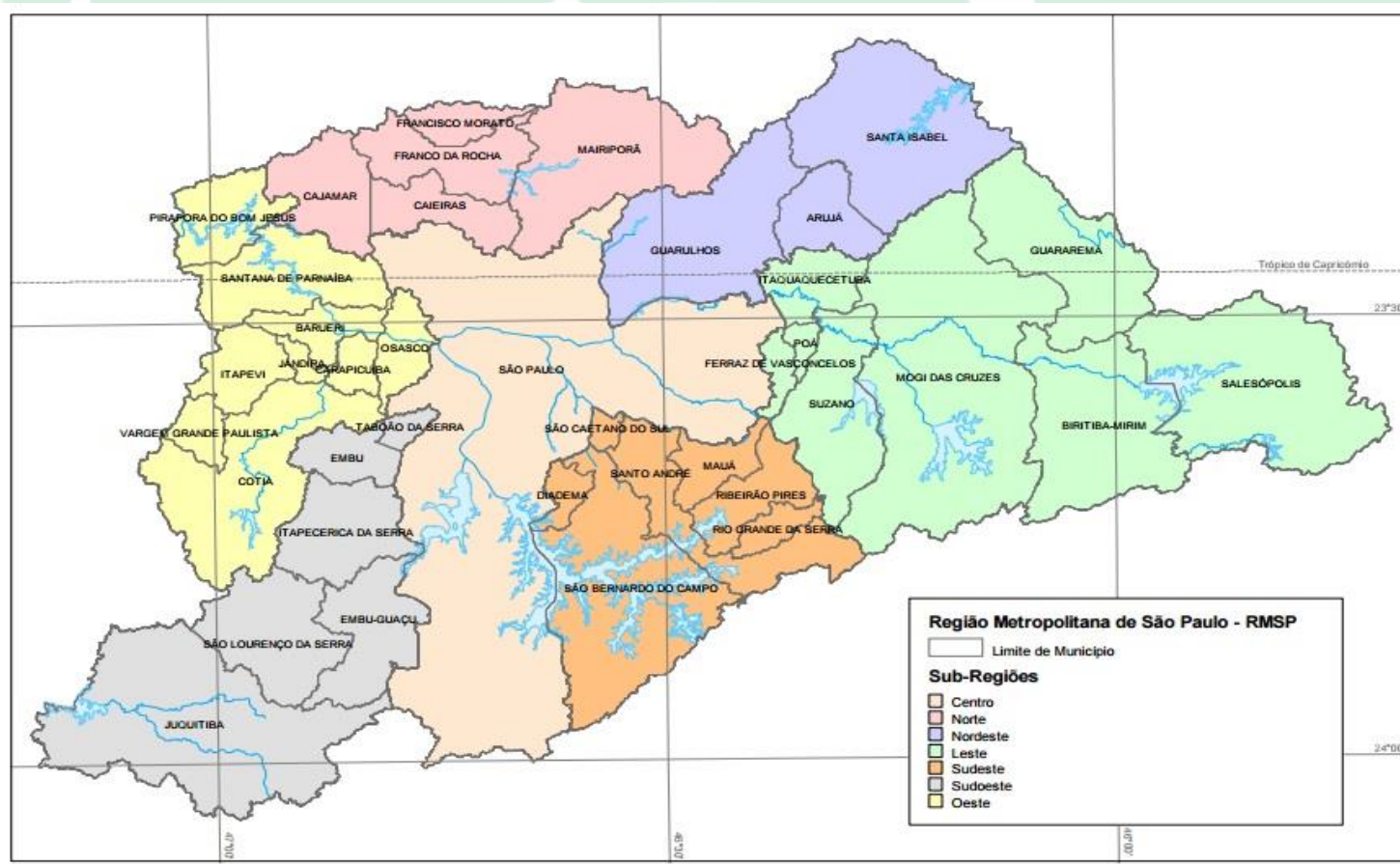


FONTE: Autores.

FONTE: PITU, 1999.

Região Metropolitana de São Paulo

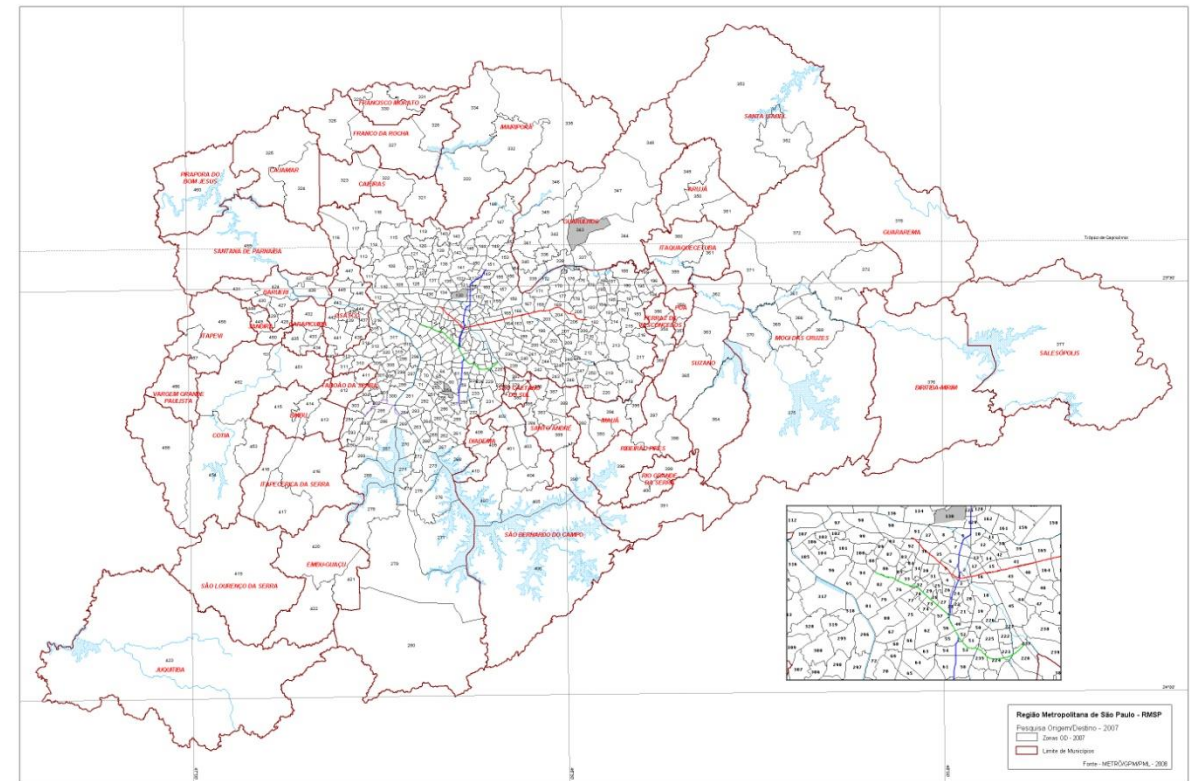
- Condensamento populacional;



FONTE: Autores.

Região Metropolitana de São Paulo

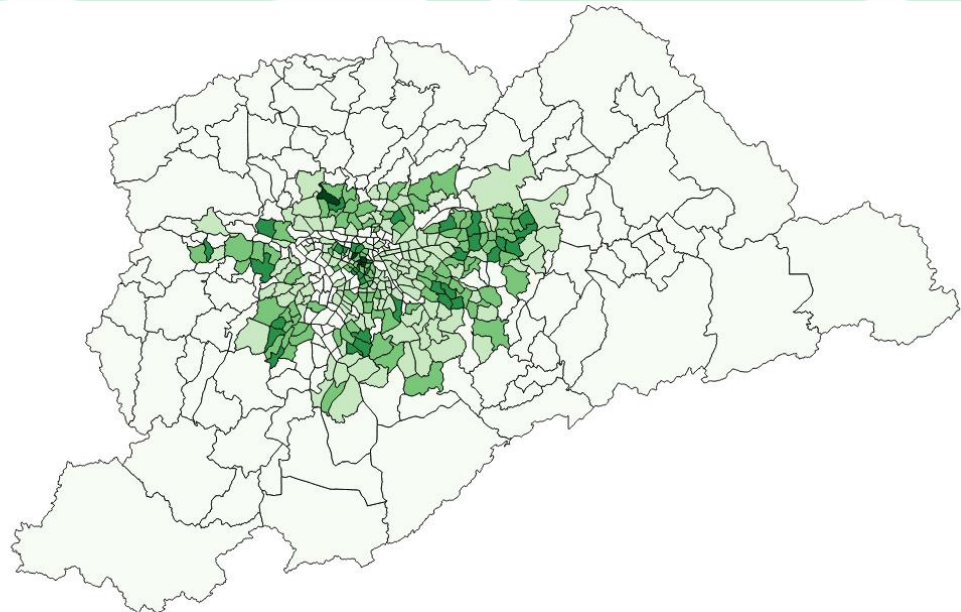
- Censo 2010:
 - Taxa de crescimento populacional;
- Pesquisa origem e destino:
 - Zoneamento;
 - Viagens atraídas;
 - Viagens produzidas.



FONTE: Autores.

Região Metropolitana de São Paulo: Análise de Dados

- População;



FONTE: Autores.

TOTAL POPULAÇÃO POR ZONAS NA CIDADE DE SÃO PAULO

1.757.557	NORDESTE
1.577.465	SUL
1.390.908	LESTE
1.267.033	CENTRO
1.182.760	NORTE
1.109.064	SUDESTE
1.021.738	NOROESTE
860.054	SUDOESTE
730.060	OESTE

TOTAL POPULAÇÃO POR ZONAS NA RMSP

2.576.641	Região Sudeste
2.030.319	Região Oeste
1.400.304	Região Nordeste
1.377.616	Região Leste
745.275	Região Sudoeste
507.826	Região Norte

Região Metropolitana de São Paulo: Análise de Dados

- Emprego;
- Matrículas Escolares.

TOTAL MATRÍCULAS ESCOLARES POR ZONAS NA CIDADE DE SÃO PAULO	
656.263	CENTRO
480.462	NORDESTE
379.967	SUL
327.308	LESTE
307.519	NORTE
262.402	SUDOESTE
231.170	NOROESTE
221.338	SUDESTE
208.055	OESTE
TOTAL MATRÍCULAS ESCOLARES POR ZONAS NA RMSP	
719.710	Região Sudeste
503.322	Região Oeste
328.706	Região Leste
321.650	Região Nordeste
167.012	Região Sudoeste
121.428	Região Norte

FONTE: Autores.

Região Metropolitana de São Paulo: Análise de Dados

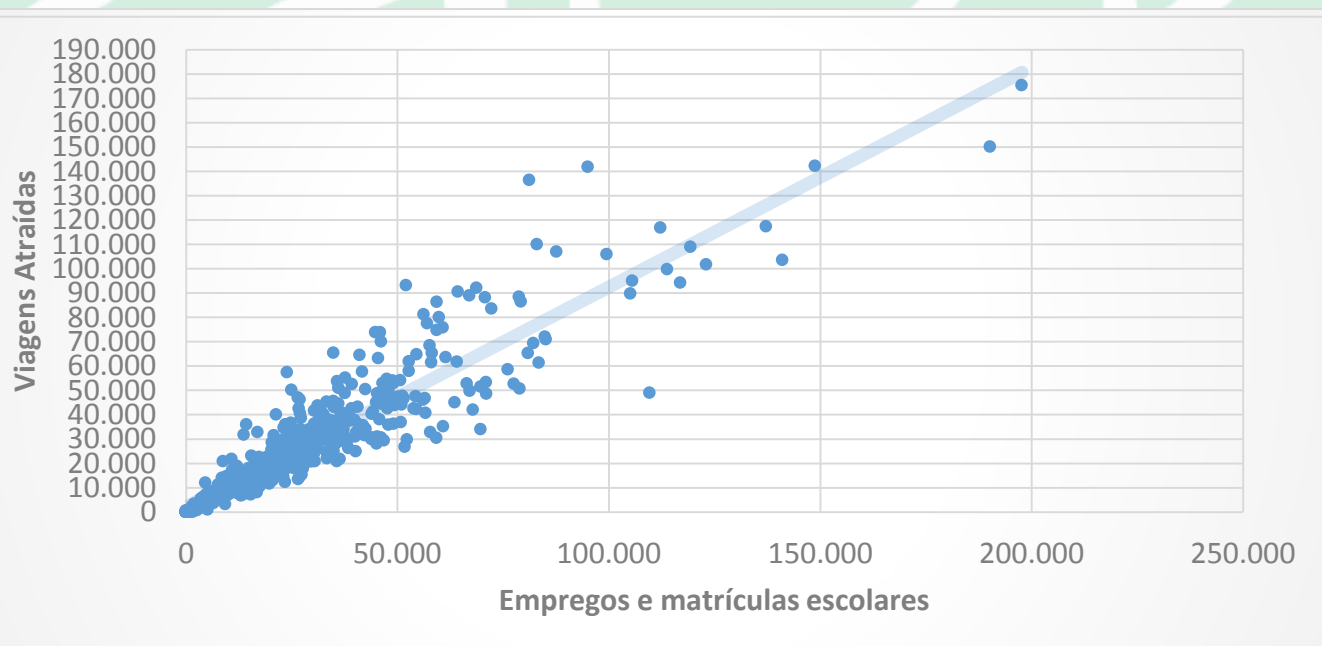
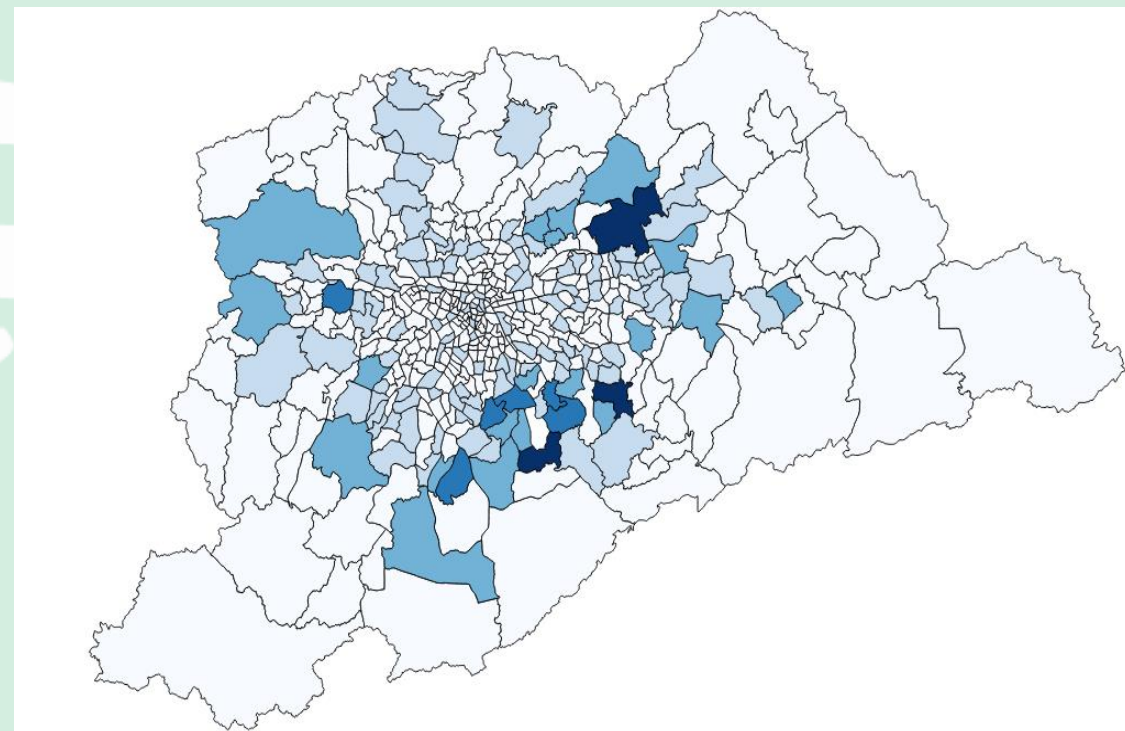
- Evolução das viagens diárias;

MODO	VIAGENS									
	1967		1977		1987		1997		2007	
	(x1000)	%	(x1000)	%	(x1000)	%	(x1000)	%	(x1000)	%
Coletivo	4.894	68,1	9.580	62,8	10.455	56,1	10.473	51,2	13.913	55,3
Individual	2.293	31,9	5.683	37,2	8.187	43,9	9.985	48,4	11.254	44,7
Motorizado	7.187	100	15.263	100	18.642	100	20.458	100	25.167	100
Bicicleta	-	0	71	1	108	1	162	2	304	2,4
A pé	-	0	5.970	99	10.650	99	10.812	99	12.623	97,6
Não Motorizado	0	0	6.041	100	10.758	100	10.974	100	12.927	100
TOTAL	7.187		21.304		29.400		31.432		38.094	

FONTE: Autores.

Região Metropolitana de São Paulo: Análise de Dados

- Viagens coletivas produzidas;
- Viagens totais atraídas;



FONTE: Autores.

Modelo Quatro Etapas

- Planejamento de transportes;
- Demanda futura;
- Quatro etapas:
 - Geração de viagens;
 - Distribuição de viagens (Fratar);
 - Divisão Modal;
 - Alocação de Tráfego.



Modelo Fratar

- Matriz ano base – Matriz viagem total (Pesquisa O/D 2007);
- Projeções de população; vagas de emprego e matrículas escolares;
- Viagens Produzidas:
 - Proporcional a população;
 - Outras 7 zonas com dados mais recentes;
- Viagens Atraídas:

			NÚMERO ZONAS	NOME ZONAS	TAXA POR ANO (%)	
DECRESCEM	2007	2015	155	Vila Medeiros	0,84	0,68362157
			112	Jaguará - Iapa	0,825	0,67141404
			253	Campo Belo	0,785	0,63886063
			95	Alto de Pinheiros	0,72	0,58596134
			127	Santana	0,685	0,55747711
CRESCERAM	2007	2015	117	Anhanguera	21,5	17,4974568
			116	Morro Doce	21,5	17,4974568
SÃO PAULO	10.896.639	11.967.400				
REGIÃO METROPOLITANA	19.534.620	20.945.036	7,220			

FONTE: Autores.

Modelo Fratar

- Matriz Futura:

ZONAS	EMPREGO 2007	EMPREGO 2015	# PESSOAS TRABALHAM E QUEREM TRABALHAR 2015	EMPREGO 2016	MATRÍCULA 2007	MATRÍCULA 2016	EMPREGO + MATRÍCULA 2016	VIAGENS ATRAÍDAS
1	91.678	98.436	113.798	94.225	7.842	7.987	102.212	179.339
2	54.089	58.076	67.140	55.592	2.103	2.142	57.734	101.298
3	21.368	22.943	26.523	21.961	4.102	4.177	26.139	45.862
4	37.169	39.908	46.137	38.201	7.111	7.242	45.444	79.734
5	114.708	123.164	142.386	117.895	4.654	4.739	122.635	215.172
6	49.742	53.409	61.744	51.124	3.000	3.055	54.179	95.061
7	44.822	48.126	55.638	46.068	13.239	13.484	59.552	104.488
8	15.586	16.735	19.347	16.019	3.011	3.066	19.085	33.486
9	18.531	19.897	23.002	19.046	4.388	4.469	23.515	41.259
10	6.503	6.982	8.072	6.683	5.531	5.633	12.316	21.610

FONTE: Autores.

*Viagens Atraídas por Dia = (Emprego 2016 + Matrícula 2016) * 1,7546*

TAXA MÉDIA (QUANTIDADE DE VIAGENS POR DIA)	
SOMA EMPREGO + MATRÍCULA 2007	14.316.462
SOMA ANO BASE- VIAGENS	25.119.258
TAXA	1,7546

FONTE: Autores.

Modelo Fratar

- Taxa geral de população:

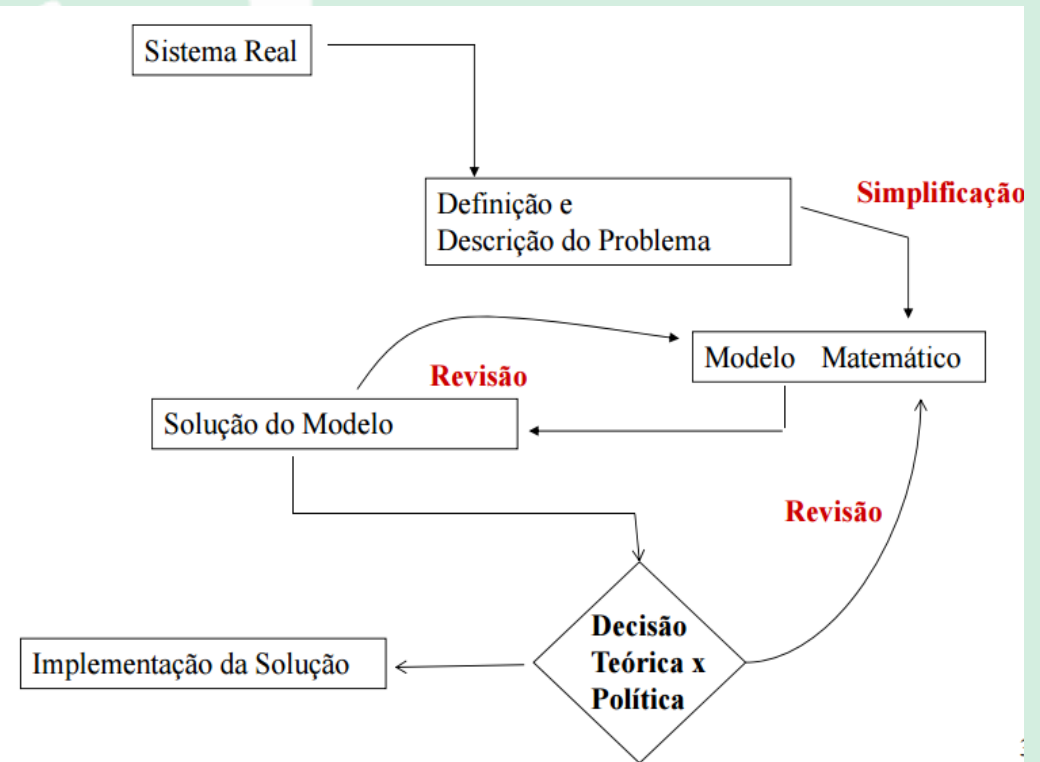
ZONAS	1	2	3	4	5	...	458	459	460	Total Geral	TAXA
1		4000	2696	905	2176	...	0	344	0	150075	0,005974
2	4774		1189	409	886	...	0	0	0	116134	0,004623
3	2520	1189		631	537	...	0	82	0	50349	0,002004
4	931	483	481		2366	...	0	0	0	74921	0,002983
5	4276	384	1112	2529		...	1315	308	0	154331	0,006144
...
458	0	0	0	0	1135	...		1668	0	79004	0,003145
459	344	0	0	0	308	...	1668		2638	52241	0,00208
460	0	0	0	0	0	...	0	2550		4726	0,000188
Total Geral	150268	118049	49427	76249	154734	...	77581	53407	4732	25.119.258	

FONTE: Autores.

- Zonas que cresceram e decresceram.

Modelo Matemático

- Modelo Quatro Etapas (premissa);
- Auxilia a tomada de decisões;
- Pesquisa operacional:
 - Variáveis de decisão;
 - Restrições;
 - Função objetivo.



FONTE: Arenales, M., UNESP, 2007.

Modelo Matemático

- Região de interesse;
 - 52 zonas.
- Candidatos para o modelo;
 - 24 zonas.

ZONA	NOME	ZONA	NOME
99	Lapa	143	ETA Guaraú
130	Parque Anhembi	149	Parada Inglesa
131	Alfredo Pujol	151	Vila Gustavo
132	Santa Terezinha	154	Parque Edu Chaves
133	Jardim São Paulo	155	Vila Medeiros
134	Casa Verde	156	Jardim Brasil
135	Parque Peruche	157	Jardim Japão
136	Limão	158	Parque Novo Mundo
137	Casa Verde Alta	159	Vila Maria
138	Cachoeirinha	160	Vila Isolina Mazzei
140	Reserva da Cantareira	161	Vila Guilherme
141	Mandaqui	162	Coroa



FONTE: Autores.

Modelo Meteorológico

- Premissas

- Relação

- Distância

- $d = 6371$

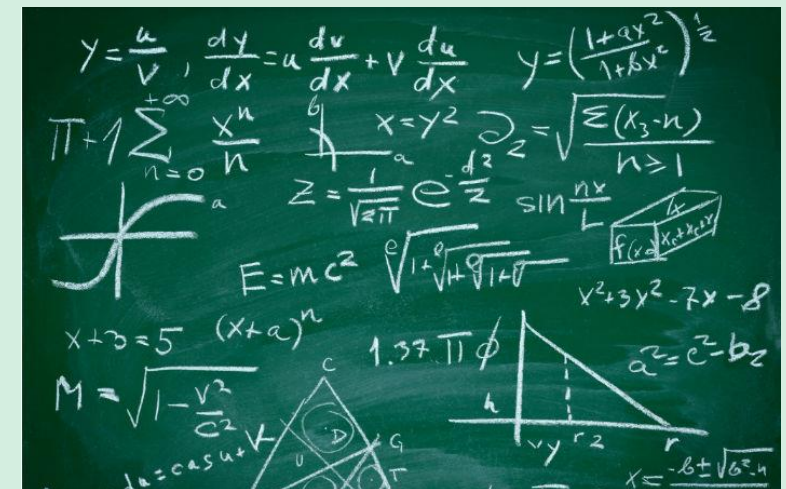
$$\text{sen} \frac{\pi(90 - \text{lat}B)}{180}$$

ZN CIDADE DE SP	SOMA produzidas	% Viagem Produzidas	Viagens Coletivas Produzidas	SOMA atraídas	% Viagem Atraídas	Viagens Coletivas Atraídas
99	124378	56,82%	70672	102558	55,77%	57197
130	11274	45,90%	5174	28306	43,87%	12419
131	39126	38,85%	15200	15735	37,21%	5855
132	27029	36,55%	9879	19478	38,54%	7506
133	43986	32,46%	14278	25349	36,40%	9228
134	27583	35,53%	9800	11138	35,63%	3969
135	24553	34,75%	8532	19957	35,14%	7012
136	18073	50,50%	9127	26869	50,30%	13514
137	44128	30,01%	13244	23357	28,27%	6602
138	54621	39,58%	21621	9581	39,79%	3812
139	35928	50,03%	17976	0	49,37%	0
140	0	0,00%	0	20179	0,00%	0
141	40790	35,54%	14495	1772	34,31%	608
142	3782	27,00%	1021	0	28,76%	0
143	0	0,00%	0	8890	0,00%	0
144	20837	34,01%	7086	7311	32,76%	2395
145	18852	35,20%	6635	1068	34,78%	371
148	56576	37,21%	21050	11333	38,58%	4373
149	28379	34,43%	9770	8712	31,01%	2701
150	20946	39,05%	8180	8195	37,02%	3034
151	29269	35,06%	10261	7184	32,72%	2351
152	17785	35,36%	6289	22695	32,96%	7480
153	46426	28,19%	13086	4363	28,81%	1257
154	12097	21,10%	2552	14541	20,09%	2921
155	22435	23,76%	5330	19433	23,67%	4600
156	39736	29,60%	11763	32757	30,06%	9846
157	43906	28,47%	12498	36137	28,26%	10212
158	33347	19,47%	6491	45833	20,39%	9344
159	31242	36,86%	11514	14713	34,12%	5020
160	30093	36,88%	11099	11757	38,52%	4529
161	13321	56,56%	7535	21202	50,84%	10780
162	17195	42,65%	7334	0	44,99%	0

FONTE: Autores.

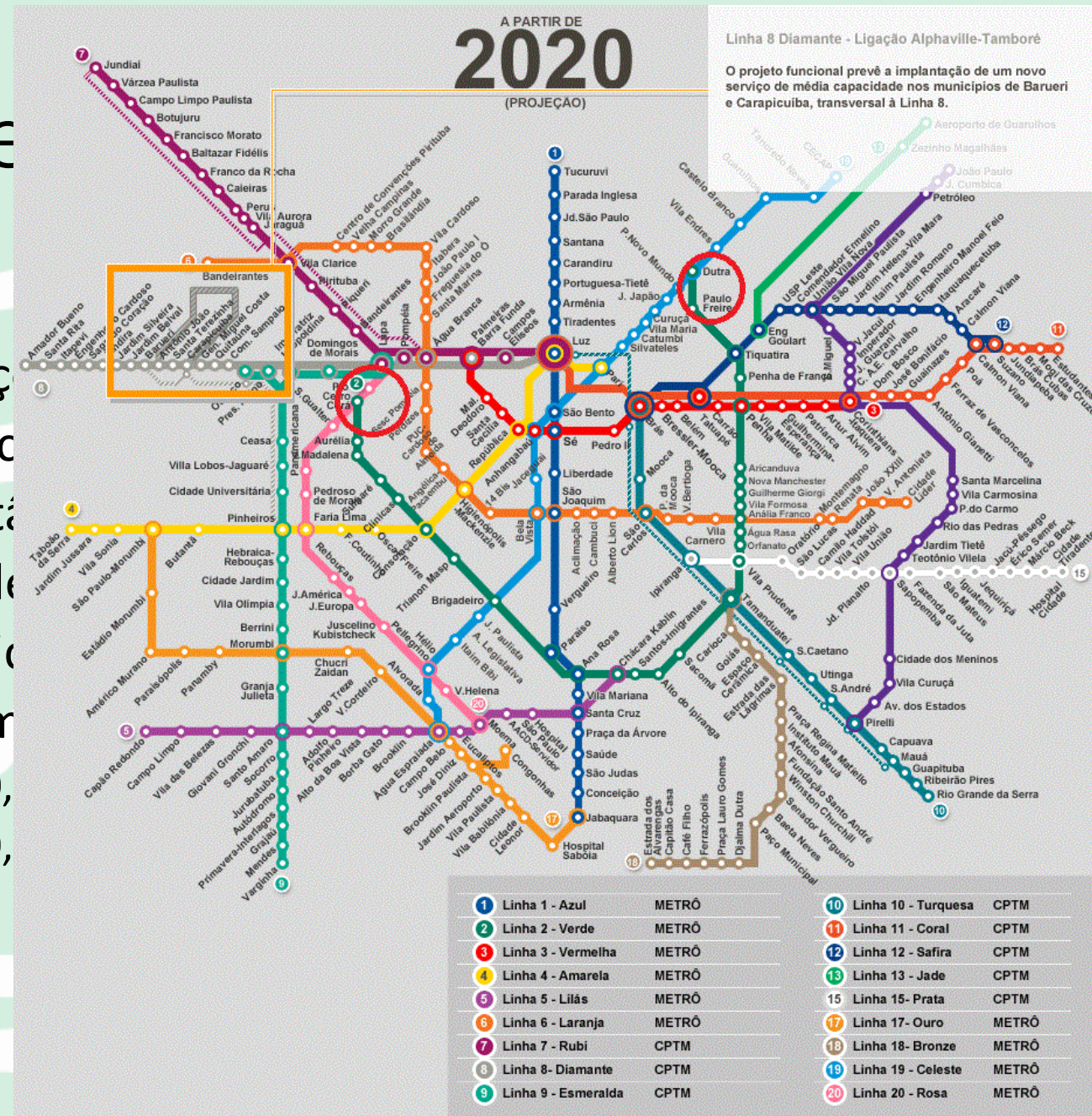
Modelo Matemático

- Variáveis de decisão:
 - Matriz binária que identifica a localização das estações;
 - Matriz binária que simplifica o destino da demanda de cada zona;
 - Matriz binária que identifica a sequência do traçado;
 - Matriz não binária que identifica a quantidade das estações que faltam passar no percurso.



Modelo Mate

- Restrições:
 - Fixação das estações
 - Garantia sequênc
 - Traçado com distâ
 - Distribuição de de
 - Não ocorra subcic
 - Custo de investim
 - R\$ 300.000.000,
 - R\$ 700.000.000,



FONTE: PITU,1999.

Modelo Matemático

- Função Objetivo:
 - Minimizar o tempo de viagem do usuário:
 - Tempo de deslocamento até a estação (velocidade ônibus 22,4 km/h);
 - Tempo de parada (30 s por estação);
 - Tempo de percurso do trem (velocidade comercial 33 km/h).



- Resultado

- Tempo
- Tempo
- Tempo
- $T \approx 20$ r
- Custo tot
- =
- 15 * 1
- R\$ 7.8



FONTE: Autores.

Análise Socioeconômica

- Integração dos aspectos:
- Meio ambiente:
 - Licença Prévia;
 - Licença de Instalação;
 - Fiscalização da CETESB (Com
- Benefícios Sociais;

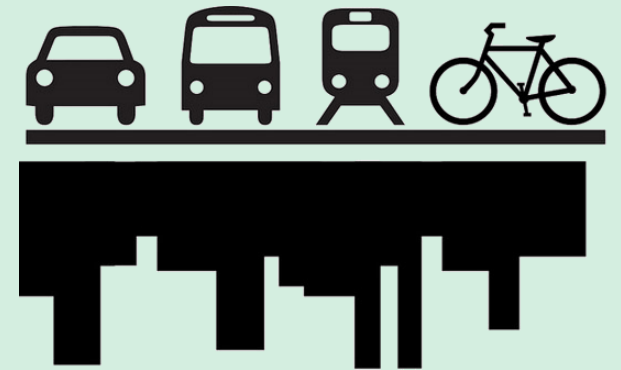


FONTE: Metrô, 2016.

FONTE: Metrô, 2016.

Conclusão

- Possibilidade de novos caminhos;
- Diminuição de congestionamentos, acidentes de trânsito e tempo de viagem;
- Qualidade de vida;
- Mobilidade urbana;
- Retorno a longo prazo.





OBRIGADA !