

**Workshop: A Economia Subterrânea: Impactos
Socioeconômicos do Metrô de São Paulo**

**Estimando Impactos do Metrô na
Mobilidade Urbana com Uso de
Modelos**

EDUARDO GERMANI



07 de junho de 2013

Programa

- ✓ Motivação
- ✓ Contexto dos transportes na RMSP
- ✓ Expansão do sistema metro-ferroviário
- ✓ Modelos de Simulação mais Populares
- ✓ Alguns tipos de softwares de simulação existentes no mercado
- ✓ Estimando impactos com um modelo
- ✓ Exemplo – análise dos indicadores

Motivação

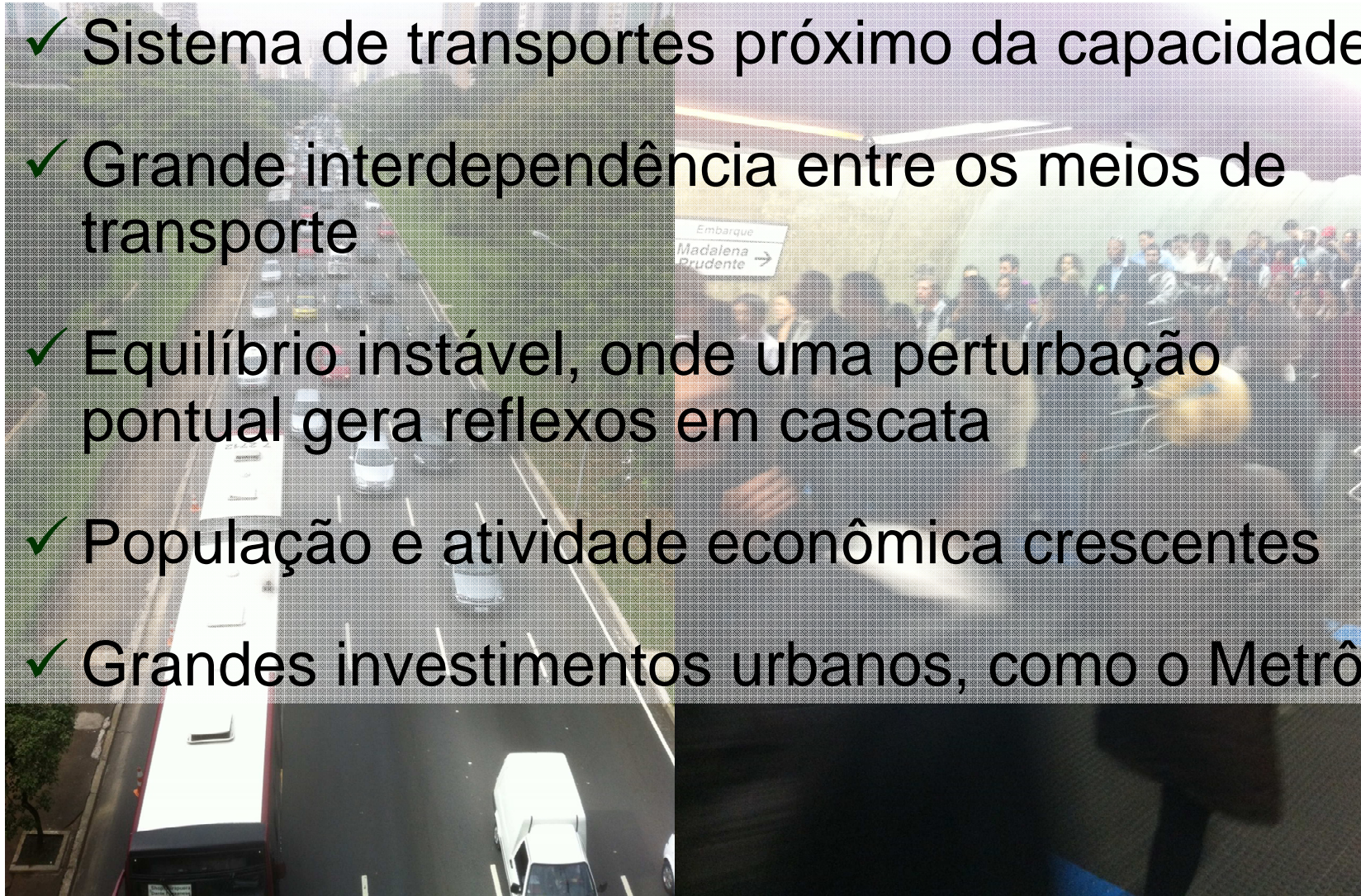
- ✓ O que é um modelo?
 - Abstração da realidade
 - Mecanismo de reproduzir a operação de um sistema real para análises

- ✓ Por que usar modelo?
 - Auxilia a tomada de decisões
 - Teste de hipóteses - a reconciliação de compreensão intuitiva com formulações matemáticas
 - Identificação dos principais atores
 - Construção de cenários
 - Formalização da tomada de decisão

- ✓ Por que um modelo de transporte é importante?
 - Altos investimentos
 - Grande espectro de impactos
 - Relação com desenvolvimento econômico e qualidade de vida

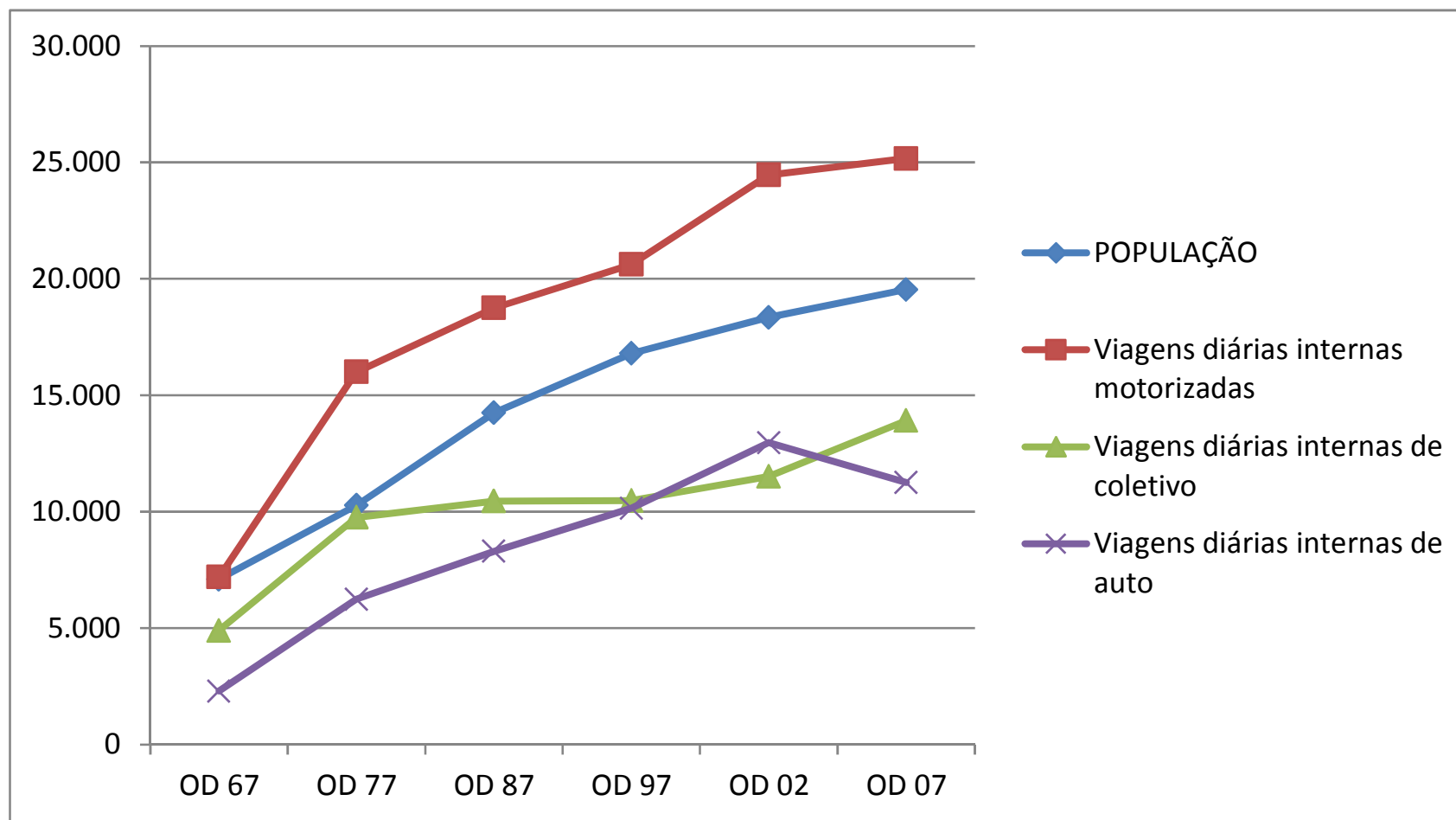
Contexto dos transportes na RMSP

- ✓ Sistema de transportes próximo da capacidade
- ✓ Grande interdependência entre os meios de transporte
- ✓ Equilíbrio instável, onde uma perturbação pontual gera reflexos em cascata
- ✓ População e atividade econômica crescentes
- ✓ Grandes investimentos urbanos, como o Metrô



Contexto dos transportes na RMSP

✓ Evolução da População e da Divisão Modal na RMSP



Fonte: Metrô/SP

Contexto dos transportes na RMSP

- ✓ Velocidade média do trânsito (km/h) no MSP

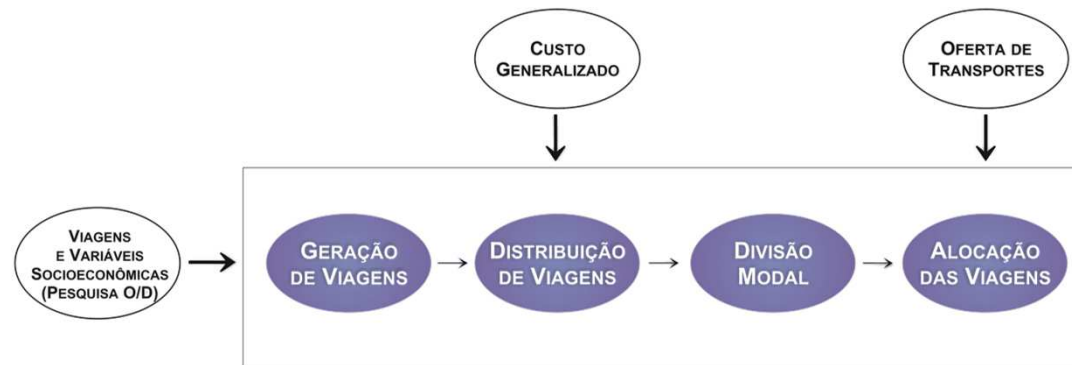


Fonte: CET/SP

Modelos de Simulação mais Populares

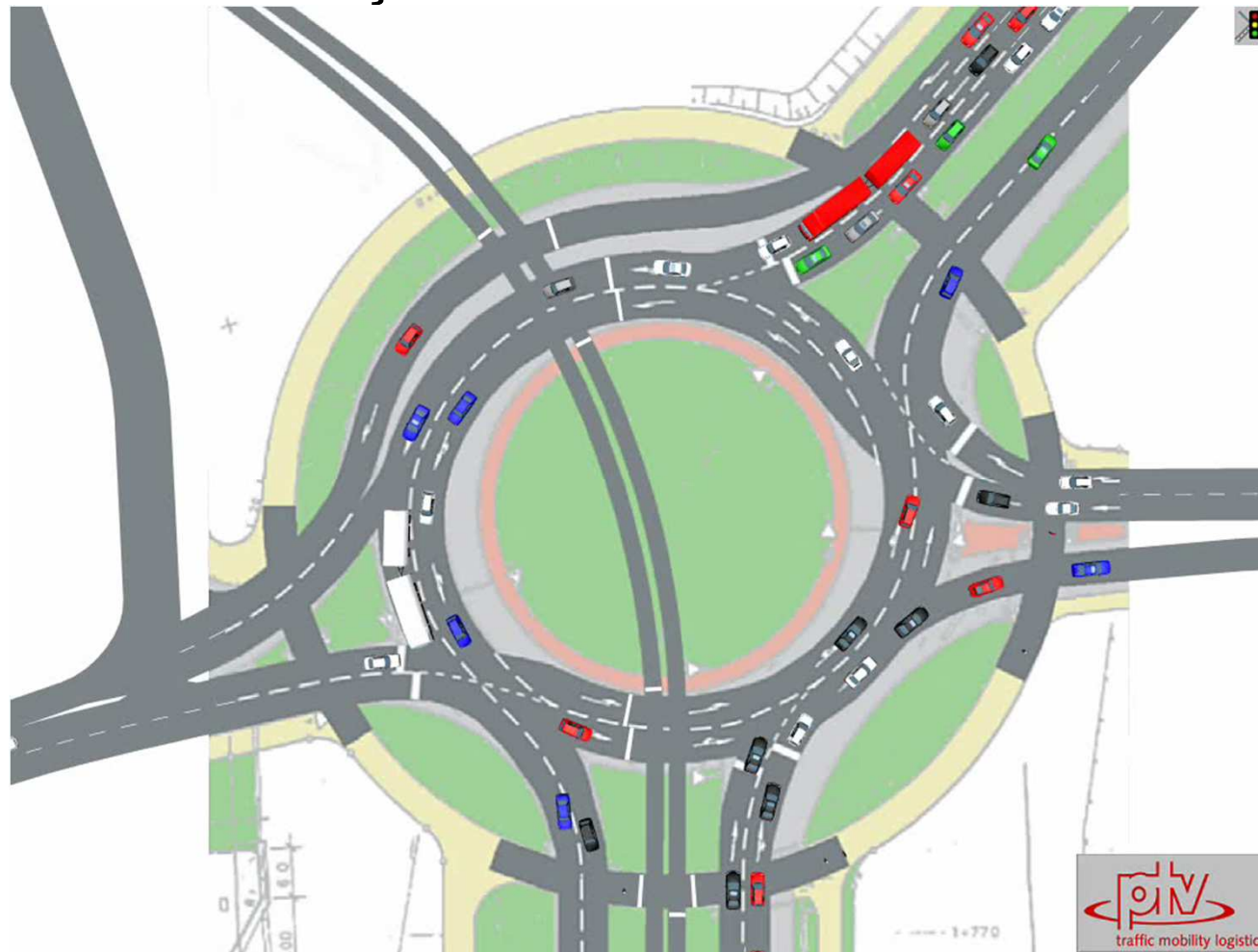
✓ Método de 4 Etapas

- Modelos de Geração de Viagens
 - viagens produzidas e atraídas em cada zona de tráfego
- Modelos de Distribuição de Viagens
 - Obtenção da matriz de origem e destino das viagens
- Modelos de Divisão Modal
 - Distribuição das viagens nos modos de transporte
- Modelos de Alocação de Fluxo
 - Distribuição do fluxo de viagens na rede de transporte



Alguns tipos de softwares de simulação existentes no mercado

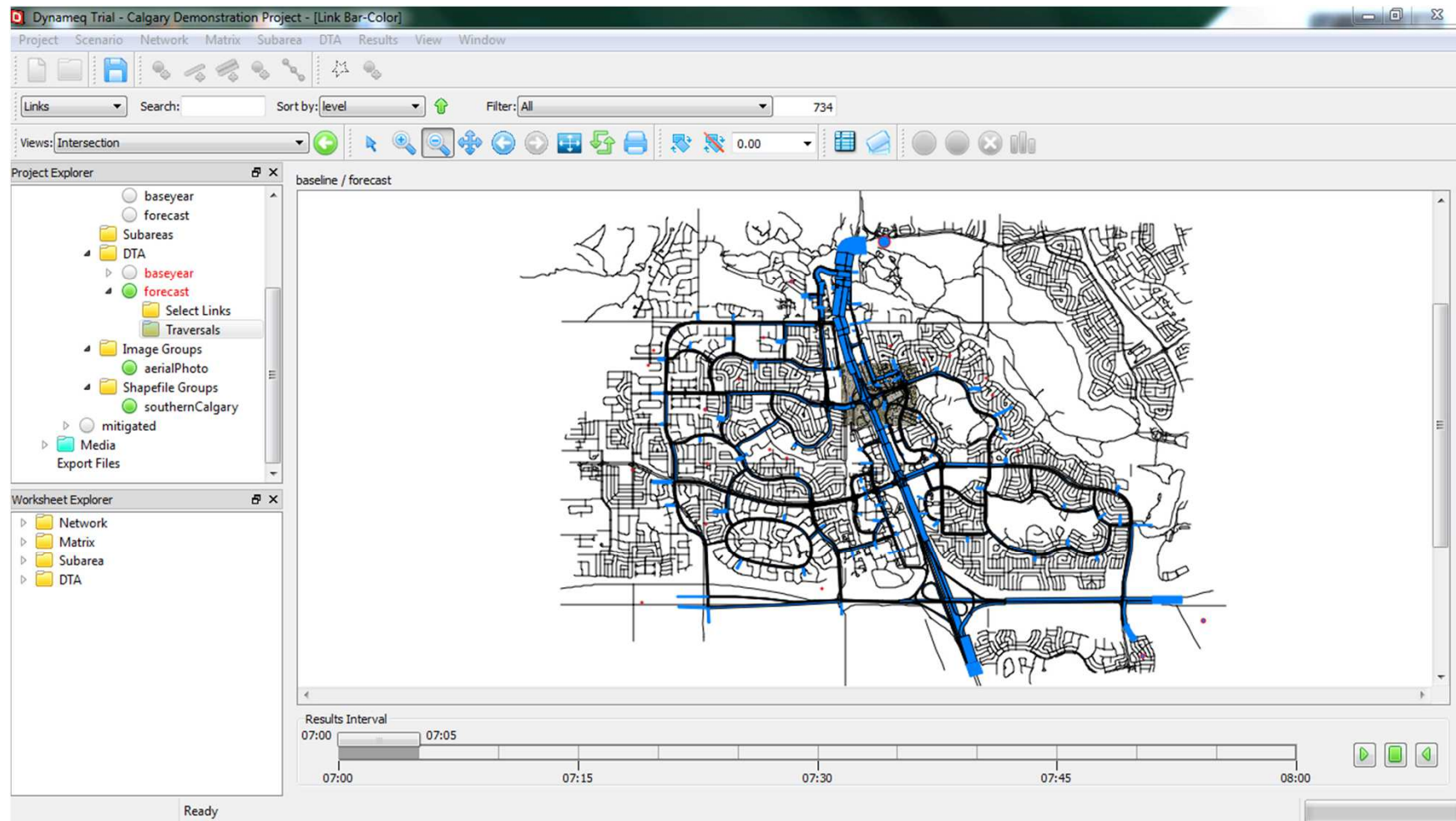
- ✓ Micro Simulação - dinâmico



Fonte: PTV

Alguns tipos de softwares de simulação existentes no mercado

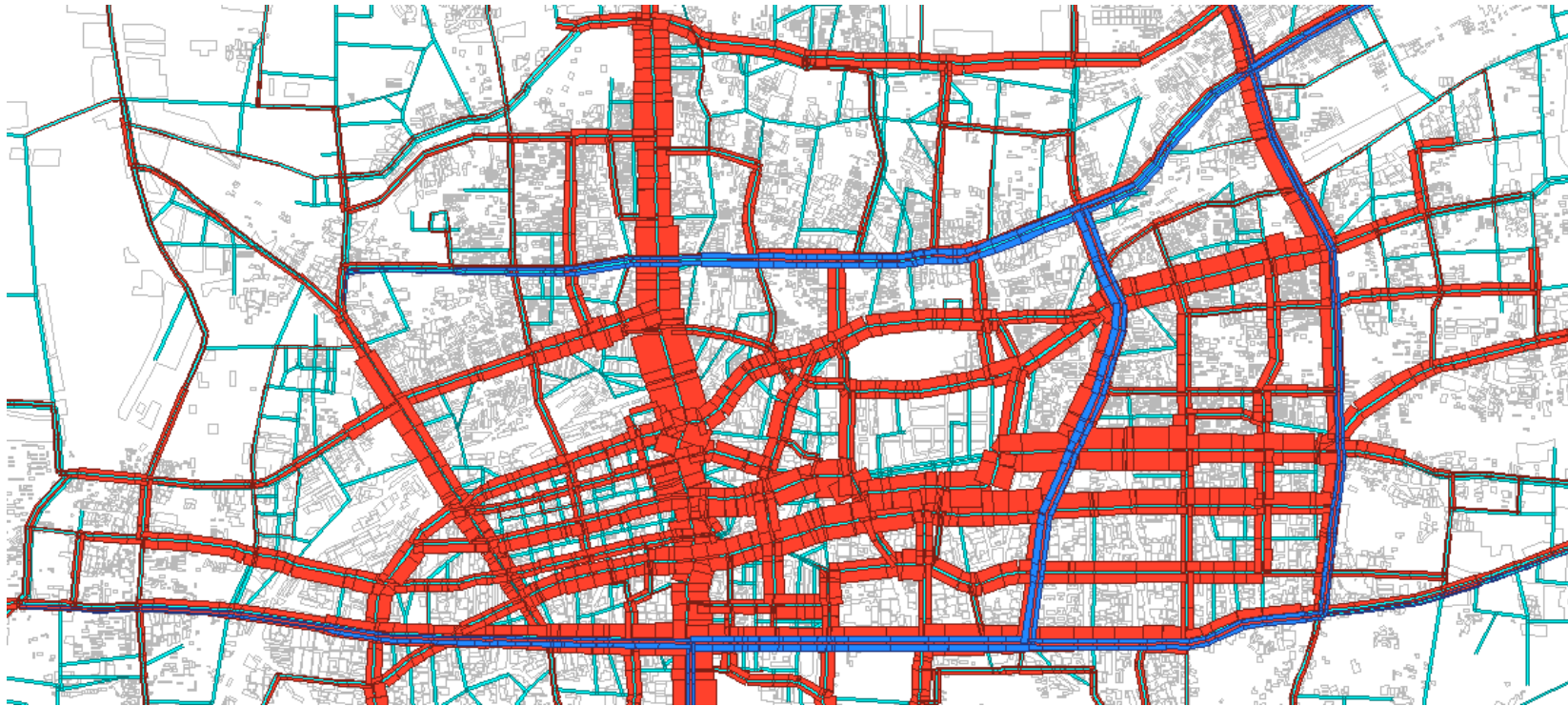
✓ Meso Simulação - dinâmico



Fonte: INRO

Alguns tipos de softwares de simulação existentes no mercado

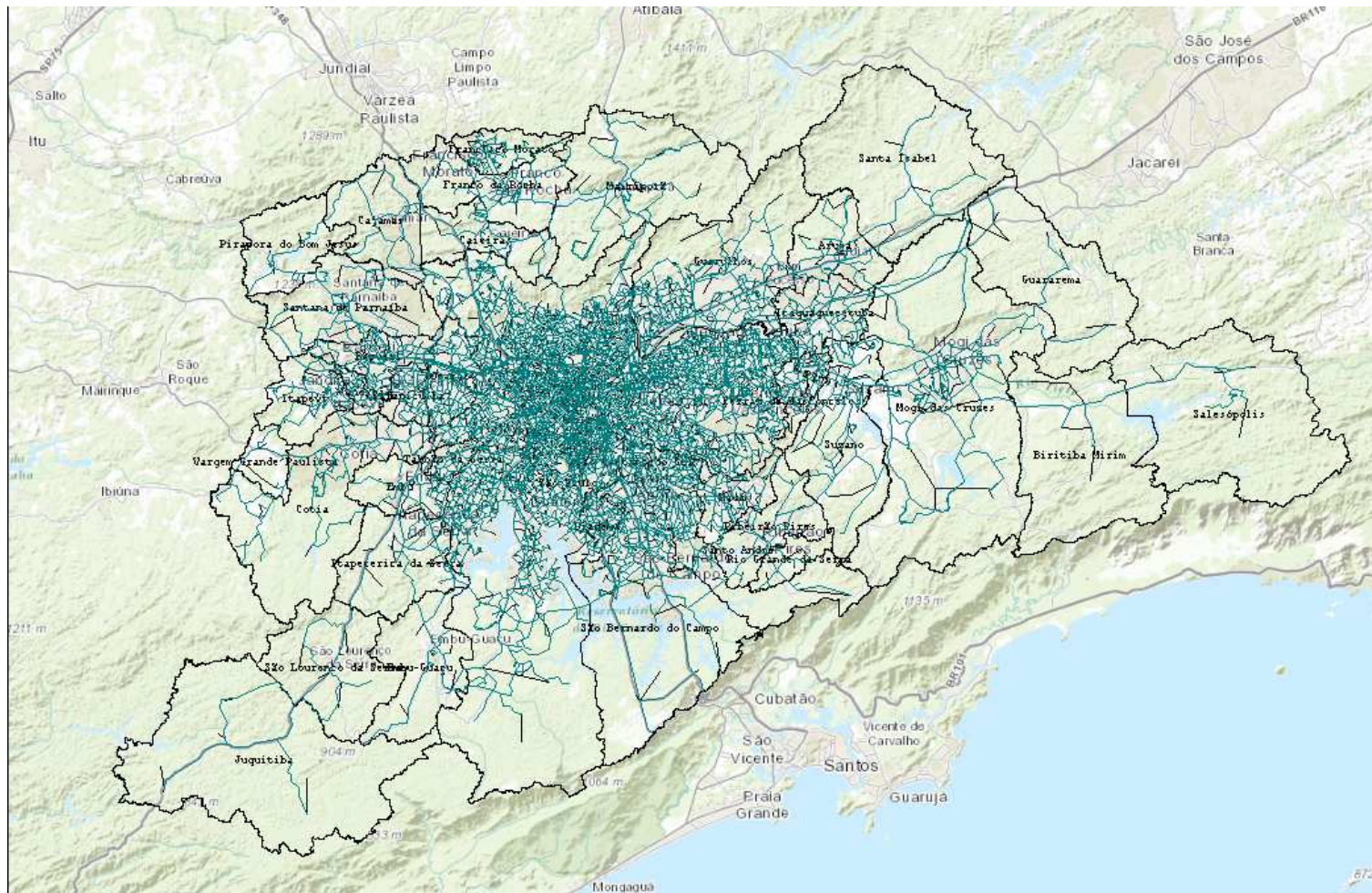
- ✓ Macro Simulação - estático



Fonte: Elaboração própria

Estimando impactos com um modelo

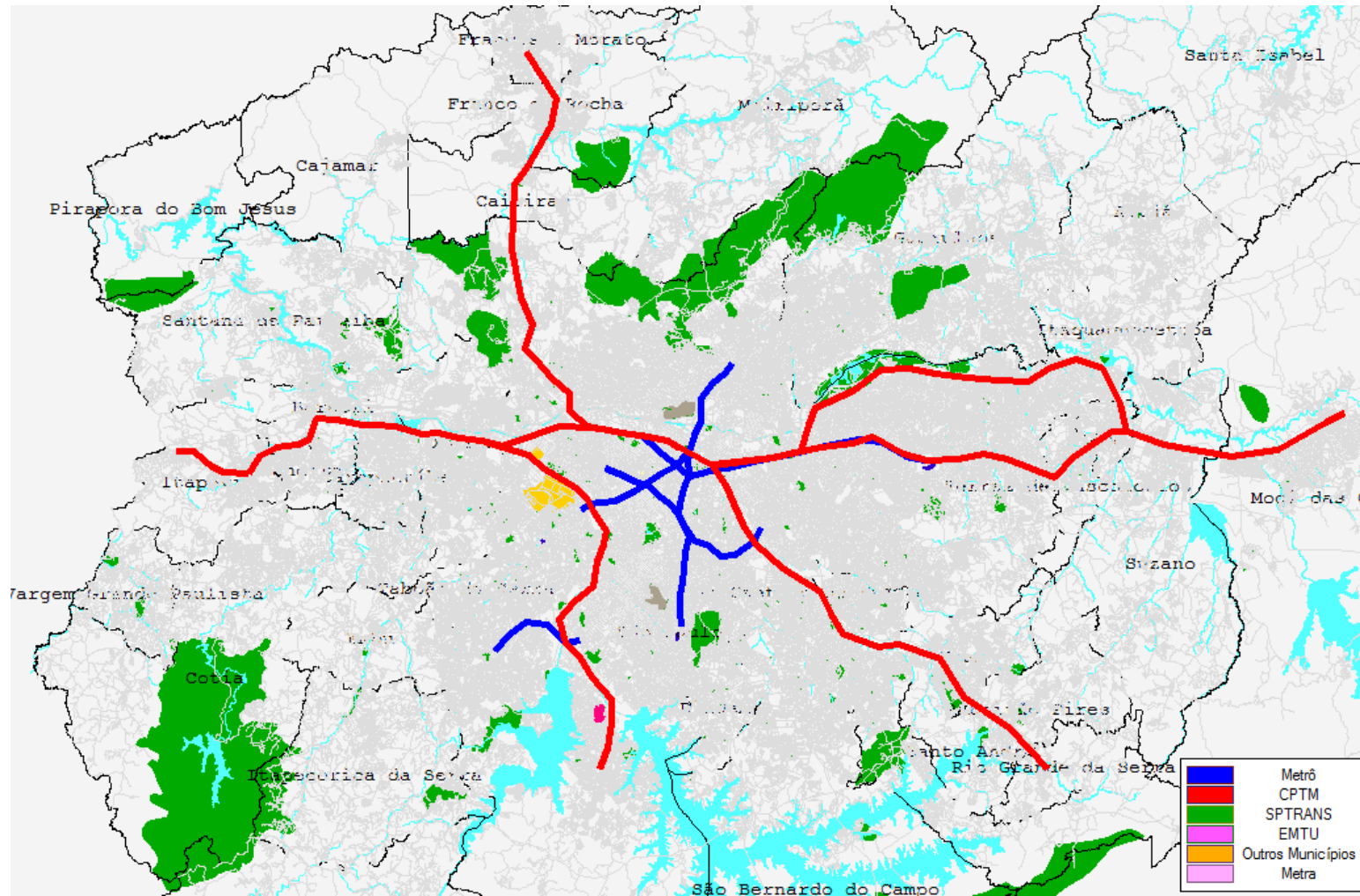
- ✓ Rede viária do modelo de simulação da RMSP



Fonte: Elaboração própria

Estimando impactos com um modelo

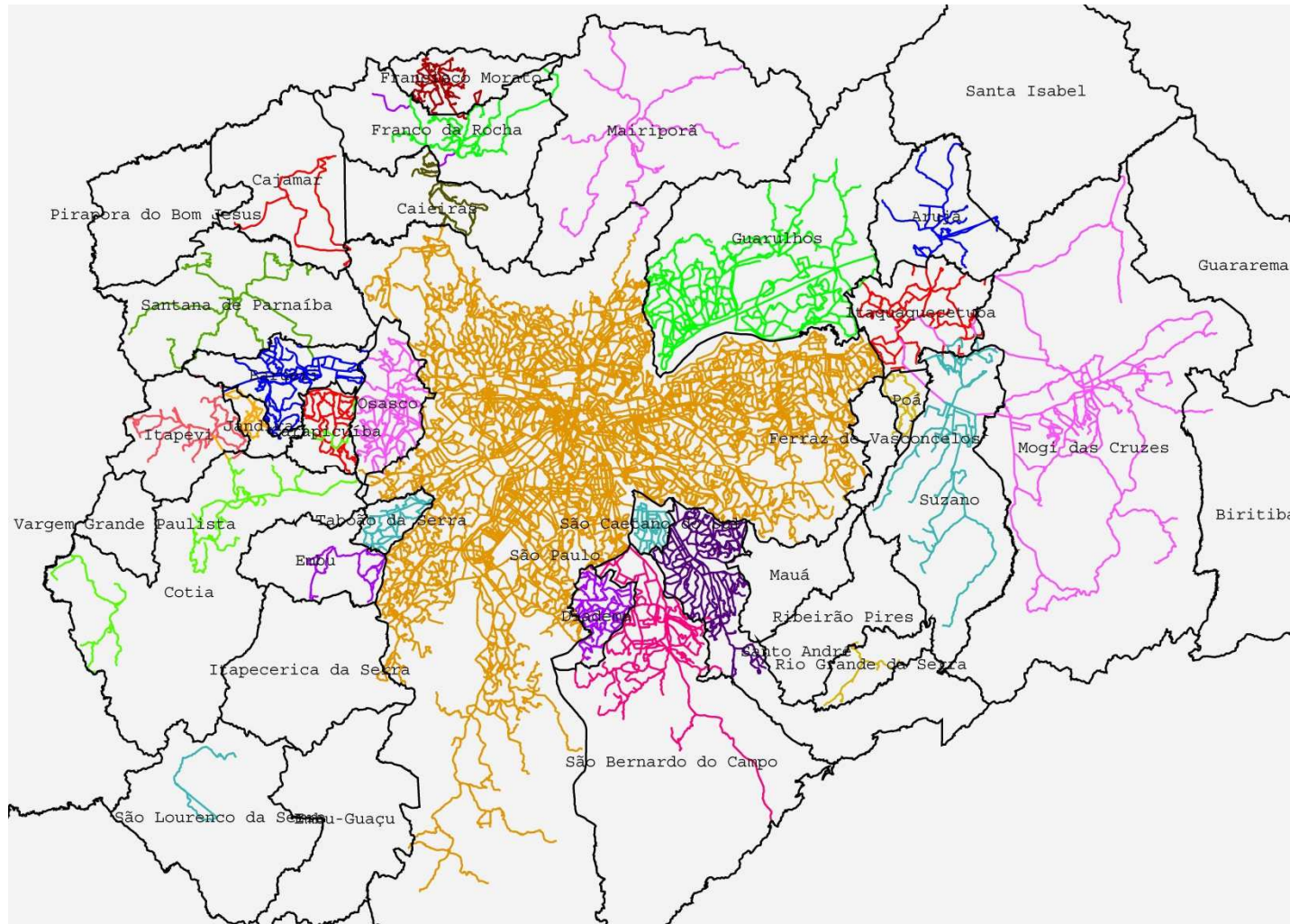
- ✓ Linhas férreas do modelo de simulação da RMSP



Fonte: Elaboração própria

Estimando impactos com um modelo

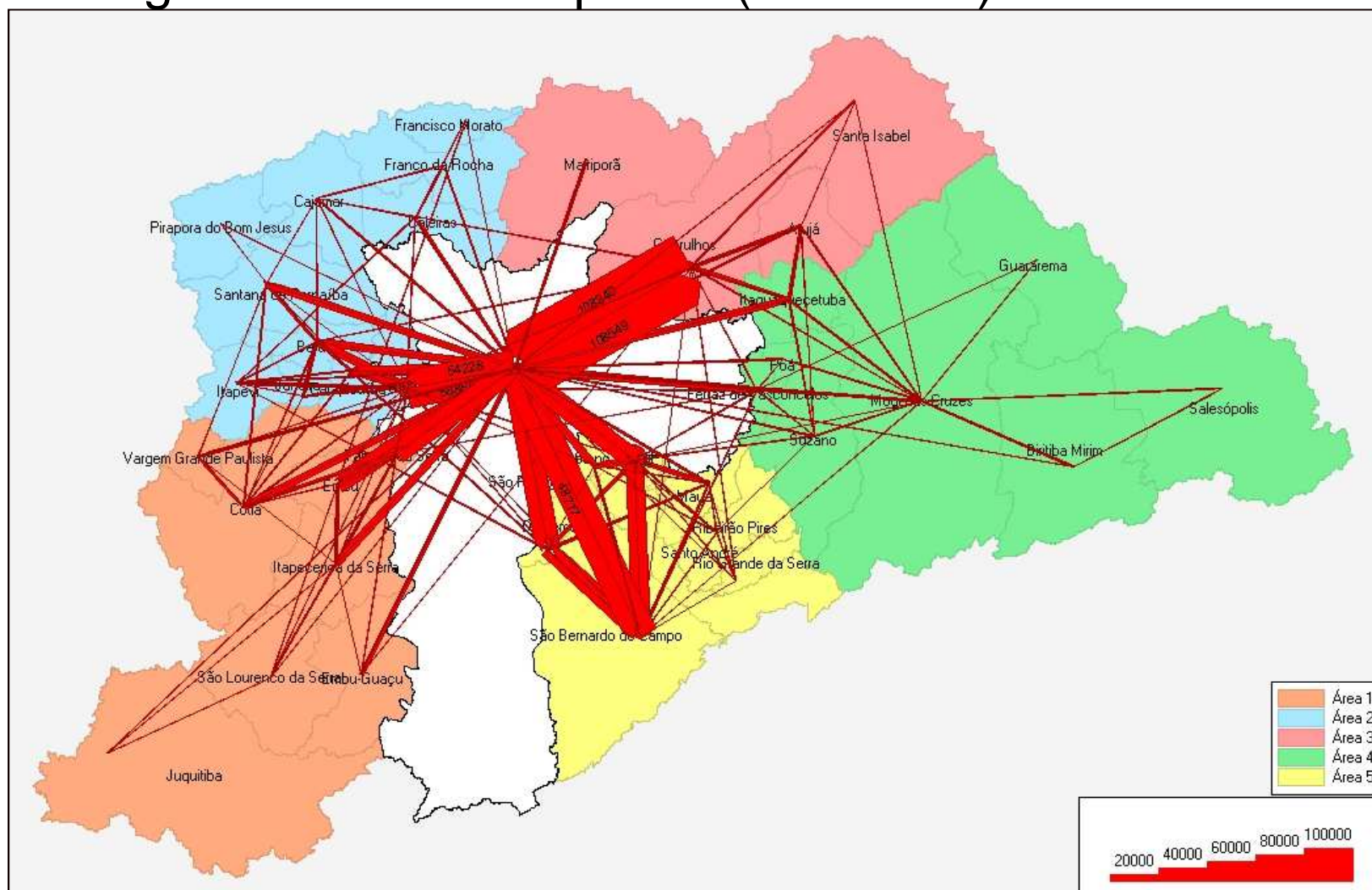
- ✓ Linhas de ônibus do modelo de simulação



Fonte: Elaboração própria

Estimando impactos com um modelo

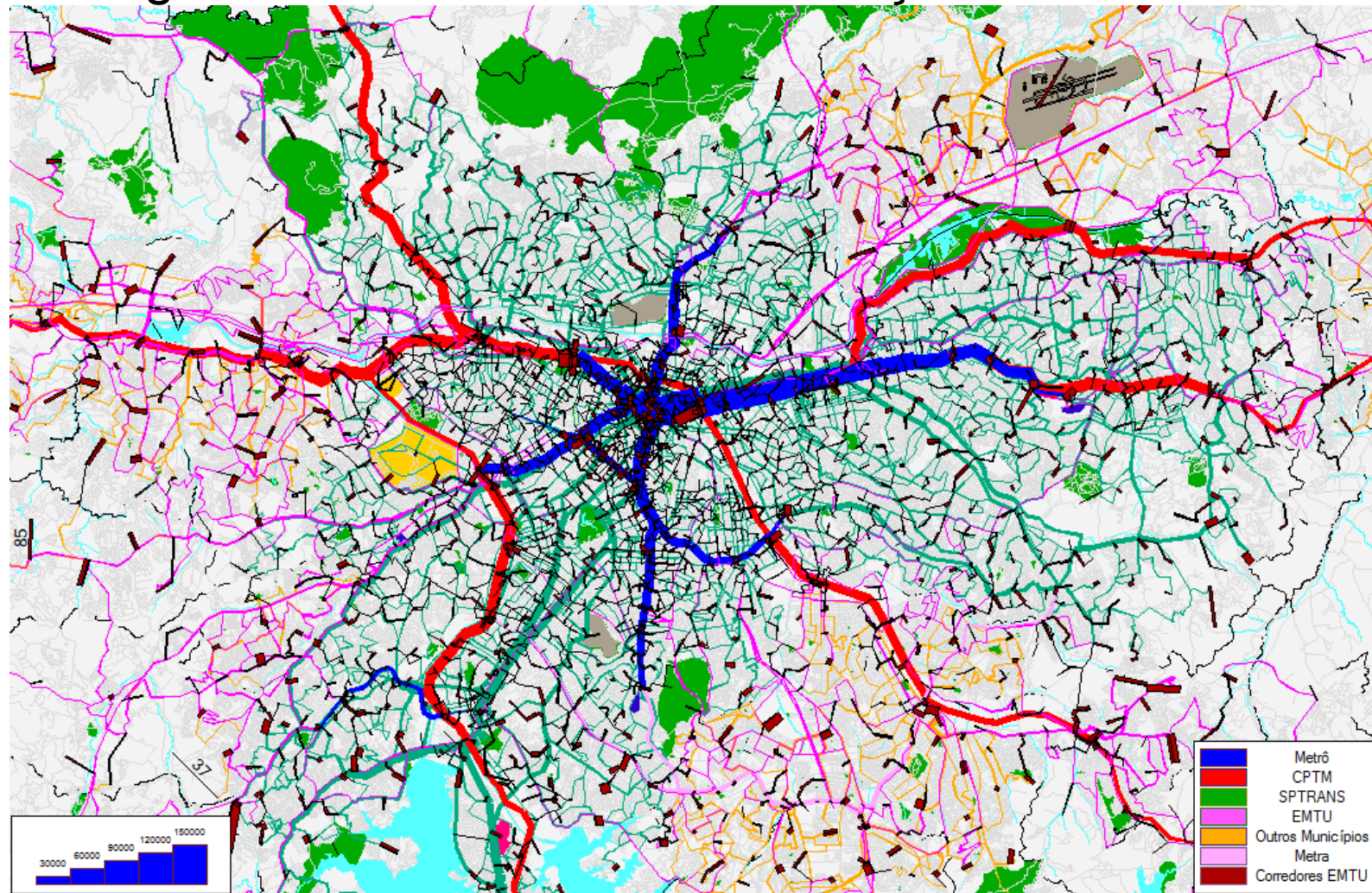
✓ Viagens entre municípios – (Pass/DIA)



Fonte: Elaboração própria

Estimando impactos com um modelo

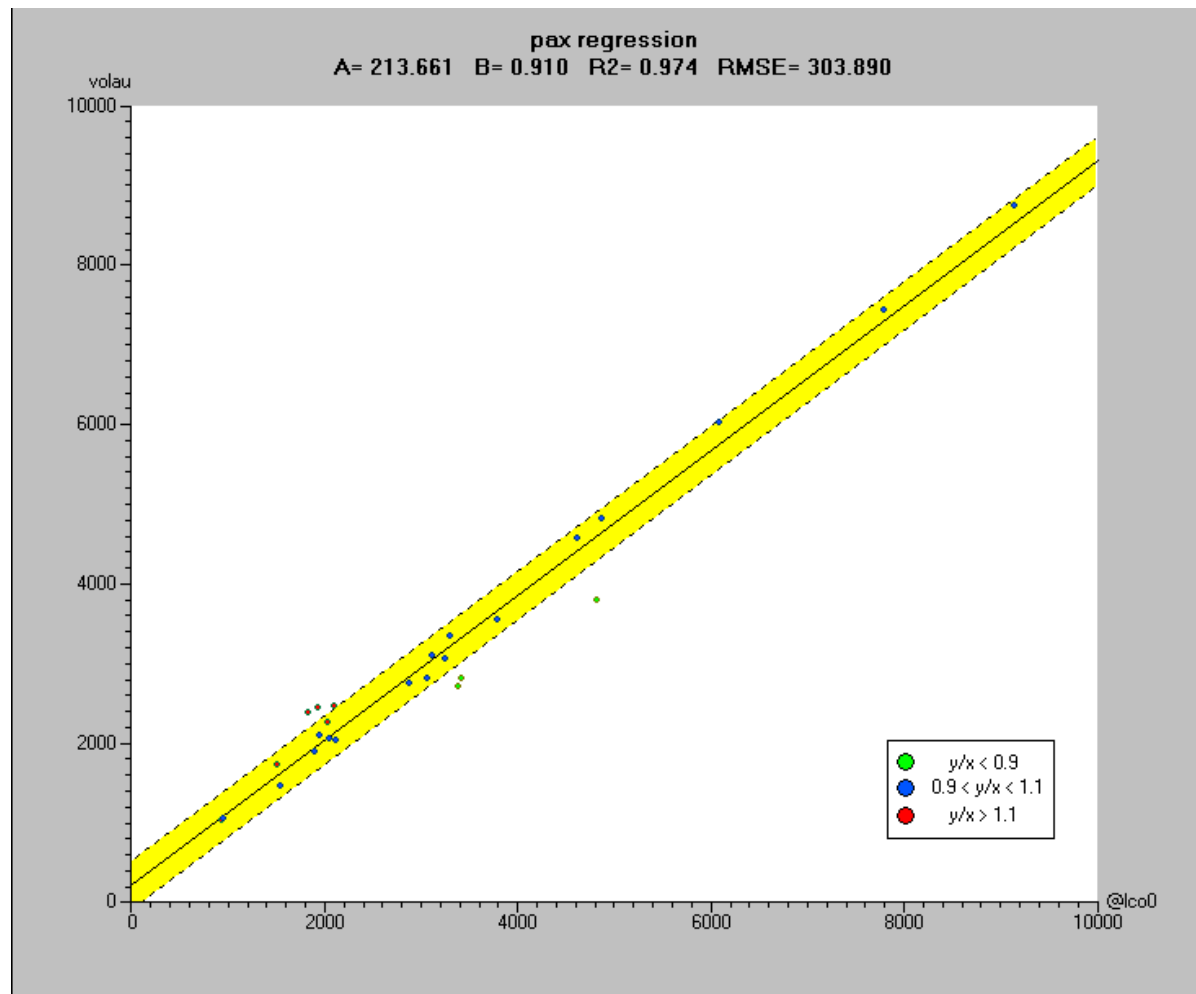
- ✓ Carregamento do modelo de simulação



Fonte: Elaboração própria

Estimando impactos com um modelo

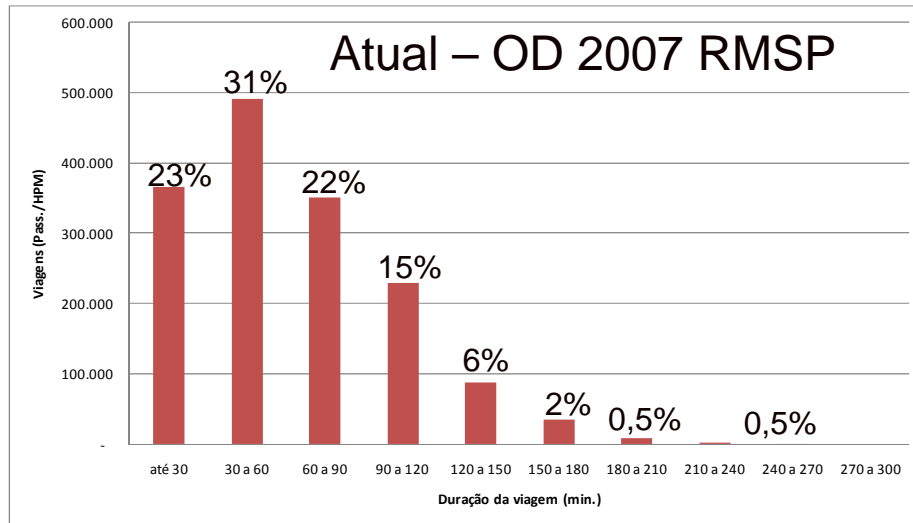
✓ Calibração do modelo de simulação



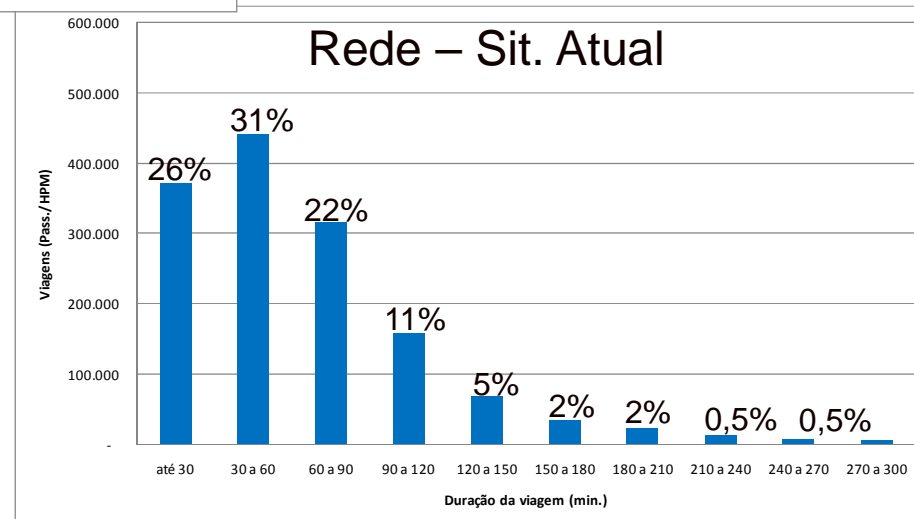
Fonte: Elaboração própria

Estimando impactos com um modelo

✓ Tempos de viagem dos usuários do sistema - HPM



Fonte: Pesquisa OD 2007



Fonte: Rede de simulação TTC

Estimando impactos com um modelo

✓ Utilização de serviços - HPM:

Atual – OD 2007 RMSP

Combinação	%
1 x SPTRANS	23,80%
1 x OM	12,82%
1 x OUTROS	12,15%
2 x SPTRANS	10,61%
1 x EMTU	7,68%
1 x SPTRANS + 1 x METRO	5,81%
1 x CPTM	2,20%
1 x METRO	2,11%
1 x SPTRANS + 1 x EMTU	1,64%
3 x SPTRANS	1,57%
2 x SPTRANS + 1 x METRO	1,57%
2 x CPTM	1,29%
1 x CPTM + 1 x OM	1,26%
1 x METRO + 1 x EMTU	1,10%
1 x SPTRANS + 1 x CPTM	1,10%
2 x OM	1,00%
1 x OM + 1 x EMTU	0,77%
1 x OUTROS + 1 x METRO	0,60%
1 x METRO + 1 x CPTM + 1 x OM	0,55%
1 x SPTRANS + 1 x CPTM + 1 x METRO	0,46%
1 x SPTRANS + 1 x OM	0,45%
2 x EMTU	0,43%
Demais combinações	9,03%

Fonte: Pesquisa OD 2007

Rede – Sit. Atual

Combinação	%
1 x SPTRANS	25,29%
2 x SPTRANS	10,69%
1 x OM	10,59%
1 x EMTU	7,24%
2 x OM	4,68%
a pé	4,37%
1 x EMTU + 1 x OM	2,48%
1 x SPTRANS + 1 x METRO	2,46%
1 x SPTRANS + 1 x CPTM + 1 x METRO	2,13%
1 x SPTRANS + 1 x METRO	2,08%
1 x CPTM + 1 x OM	1,59%
2 x SPTRANS + 1 x CPTM + 1 x METRO	1,45%
1 x CPTM	1,37%
1 x SPTRANS + 1 x METRO + 1 x OM	1,37%
1 x SPTRANS + 1 x EMTU	1,31%
1 x METRO	1,09%
1 x SPTRANS + 1 x CPTM + 1 x METRO	1,04%
1 x METRO + 1 x CPTM	1,03%
2 x SPTRANS + 1 x METRO	1,02%
1 x METRO + 1 x EMTU	1,02%
1 x OM + 1 x SPTRANS	0,94%
2 x METRO + 2 x SPTRANS	0,88%
1 x CPTM + 2 x METRO	0,66%
3 x OM	0,66%
1 x CPTM + 2 x METRO + 1 x SPTRANS	0,63%
2 x METRO + 2 x SPTRANS	0,62%
2 x EMTU	0,57%
Demais combinações	10,73%

Fonte: Rede de simulação TTC



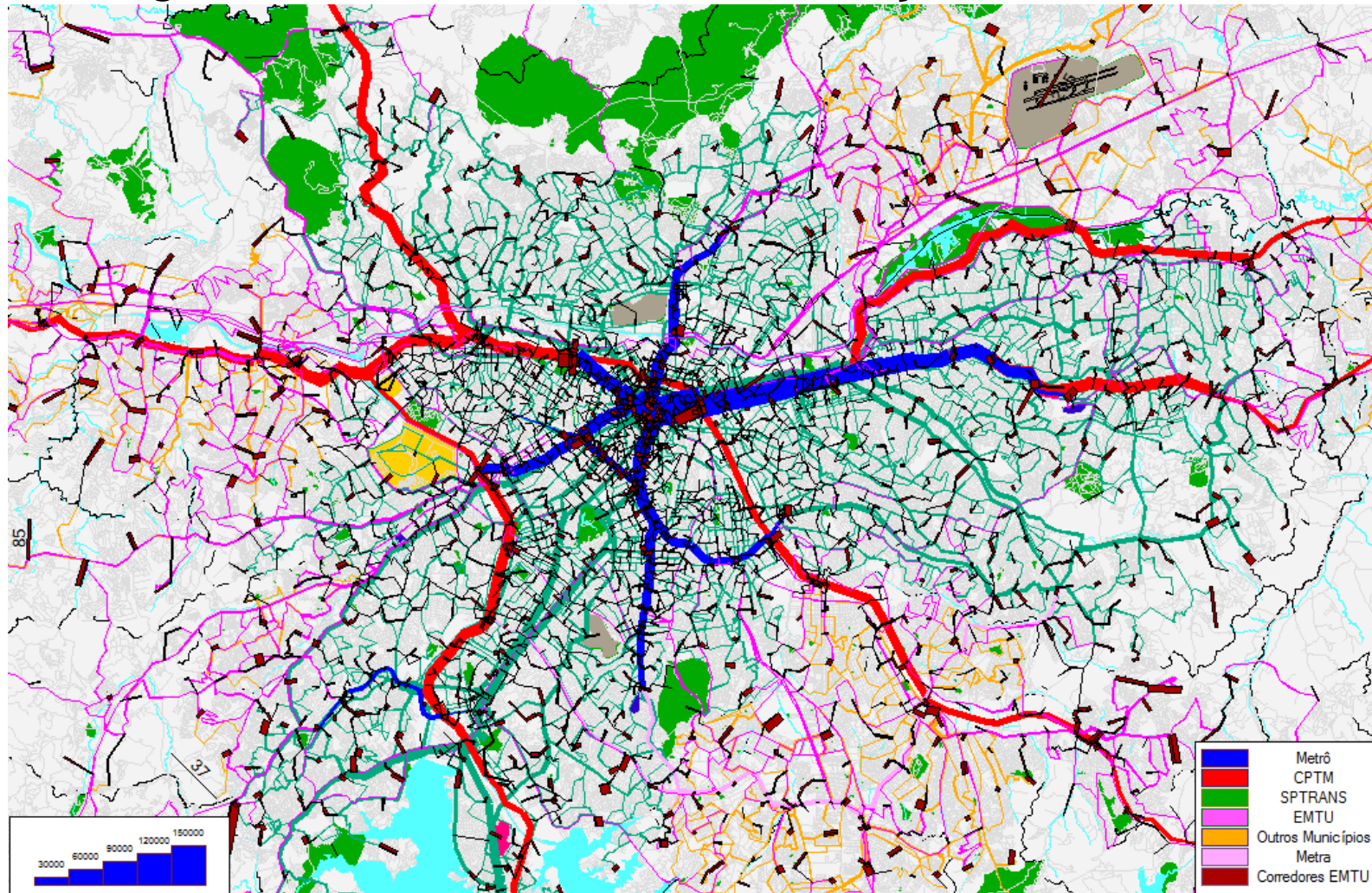
Estimando impactos com um modelo

- ✓ Após a calibração, o modelo está pronto para testar novas alternativas de demanda/oferta
 - Premissa: Se o modelo consegue representar com fidelidade uma situação conhecida (base), também representará bem um cenário hipotético.

- ✓ Exemplo: O que aconteceria se a linha 1 do Metrô parasse de funcionar?
 - Impactos nas outras linhas do metrô
 - Impactos nos outros modais
 - Impactos nos tempos de viagem
 - Impactos na composição das viagens
 - Etc.

Exemplo – análise dos indicadores

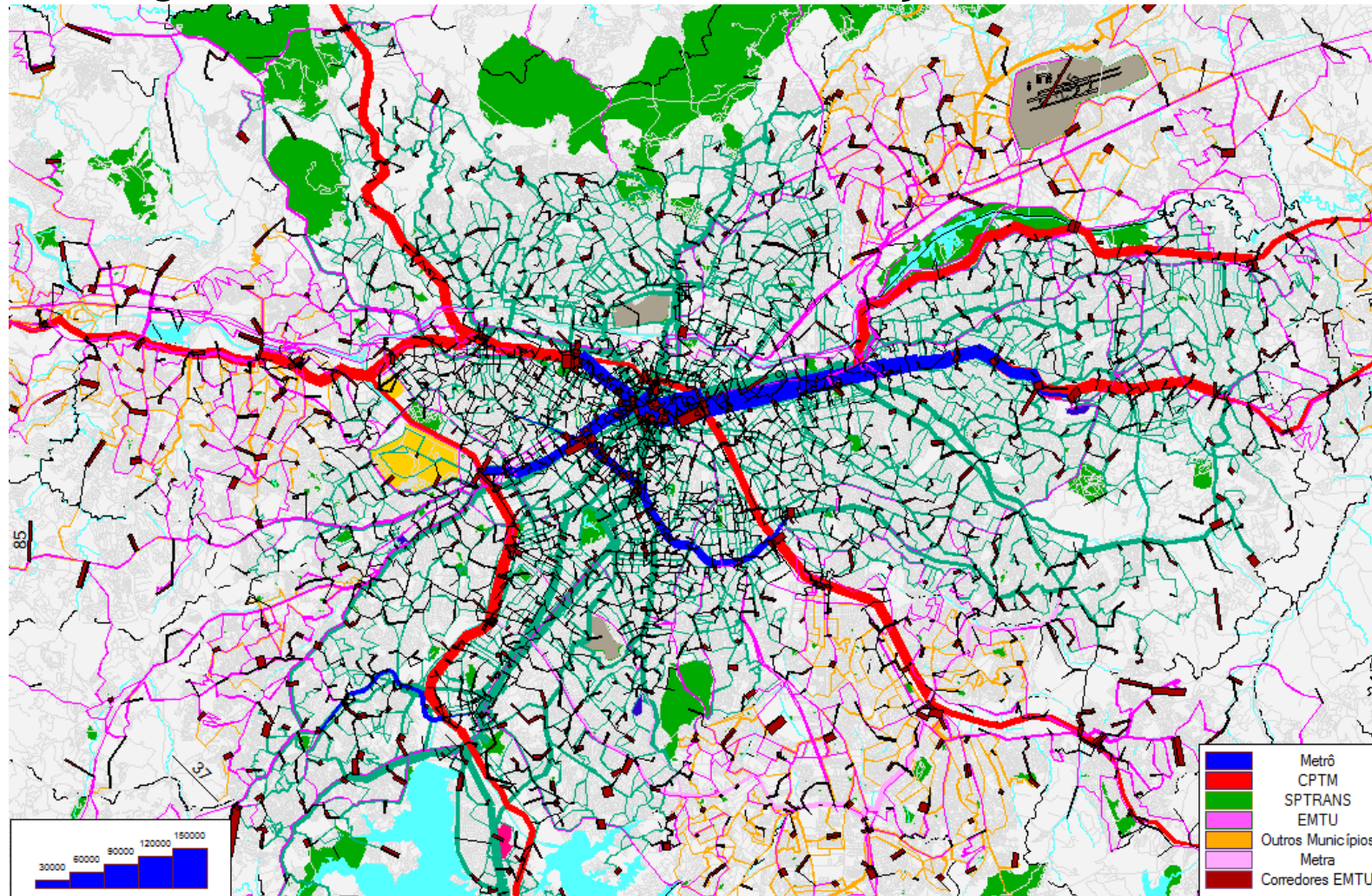
- ✓ Carregamento do modelo de simulação com Linha 1



Fonte: Elaboração própria

Exemplo – análise dos indicadores

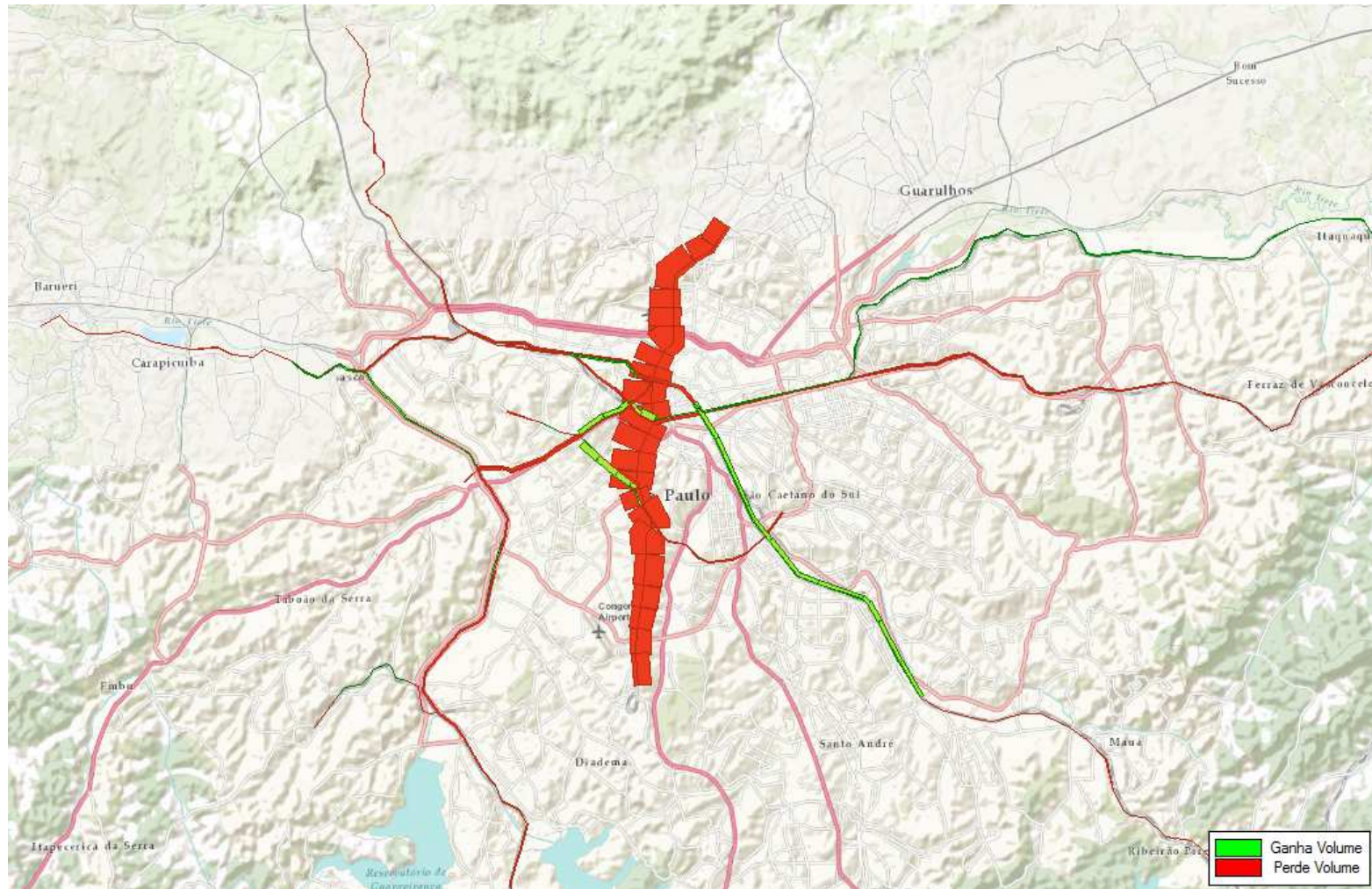
- ✓ Carregamento do modelo de simulação sem Linha 1



Fonte: Elaboração própria

Exemplo – carregamentos resultantes

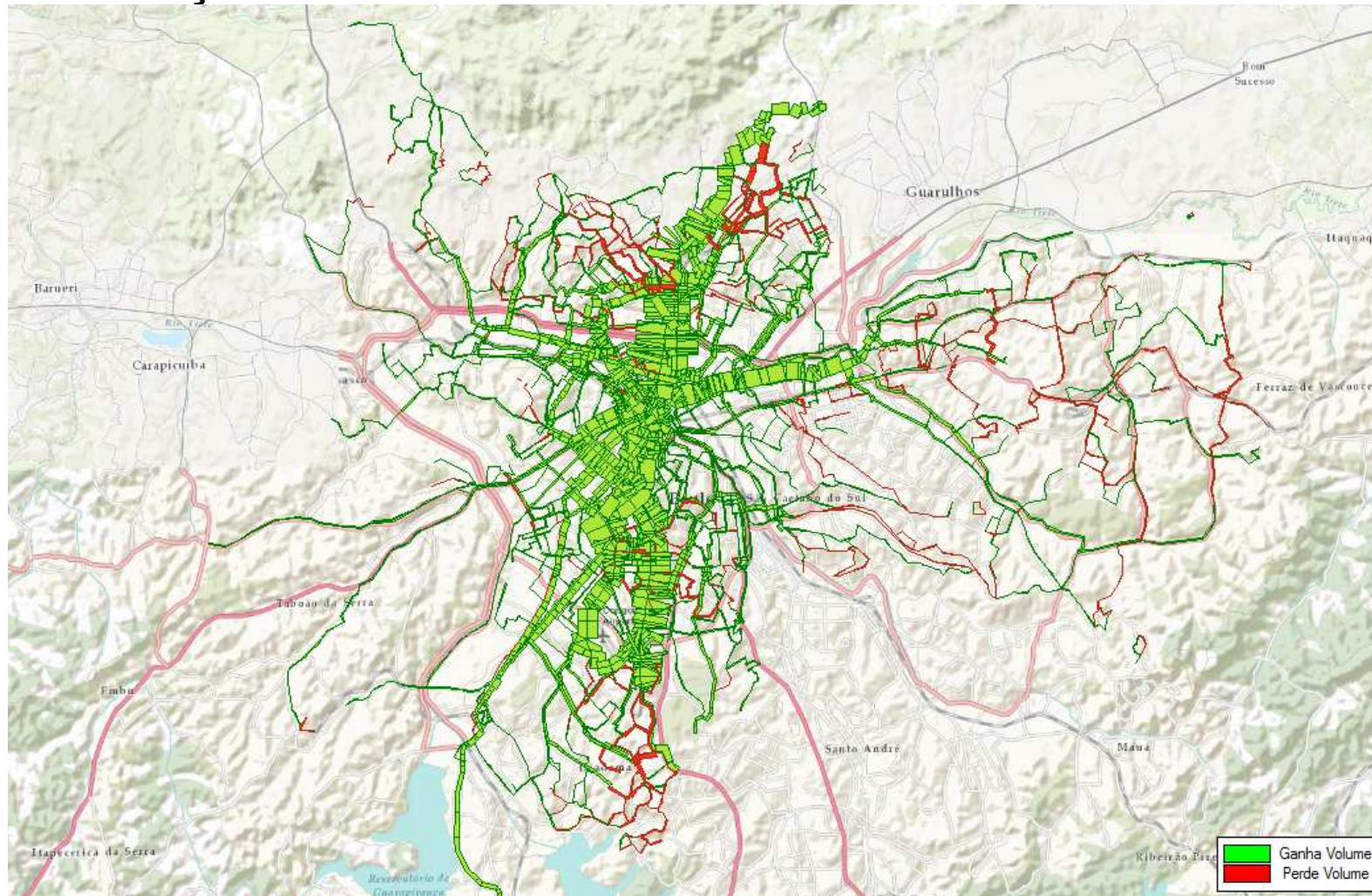
- ✓ Diferença entre cenários - trilhos



Fonte: Elaboração própria

Exemplo – carregamentos resultantes

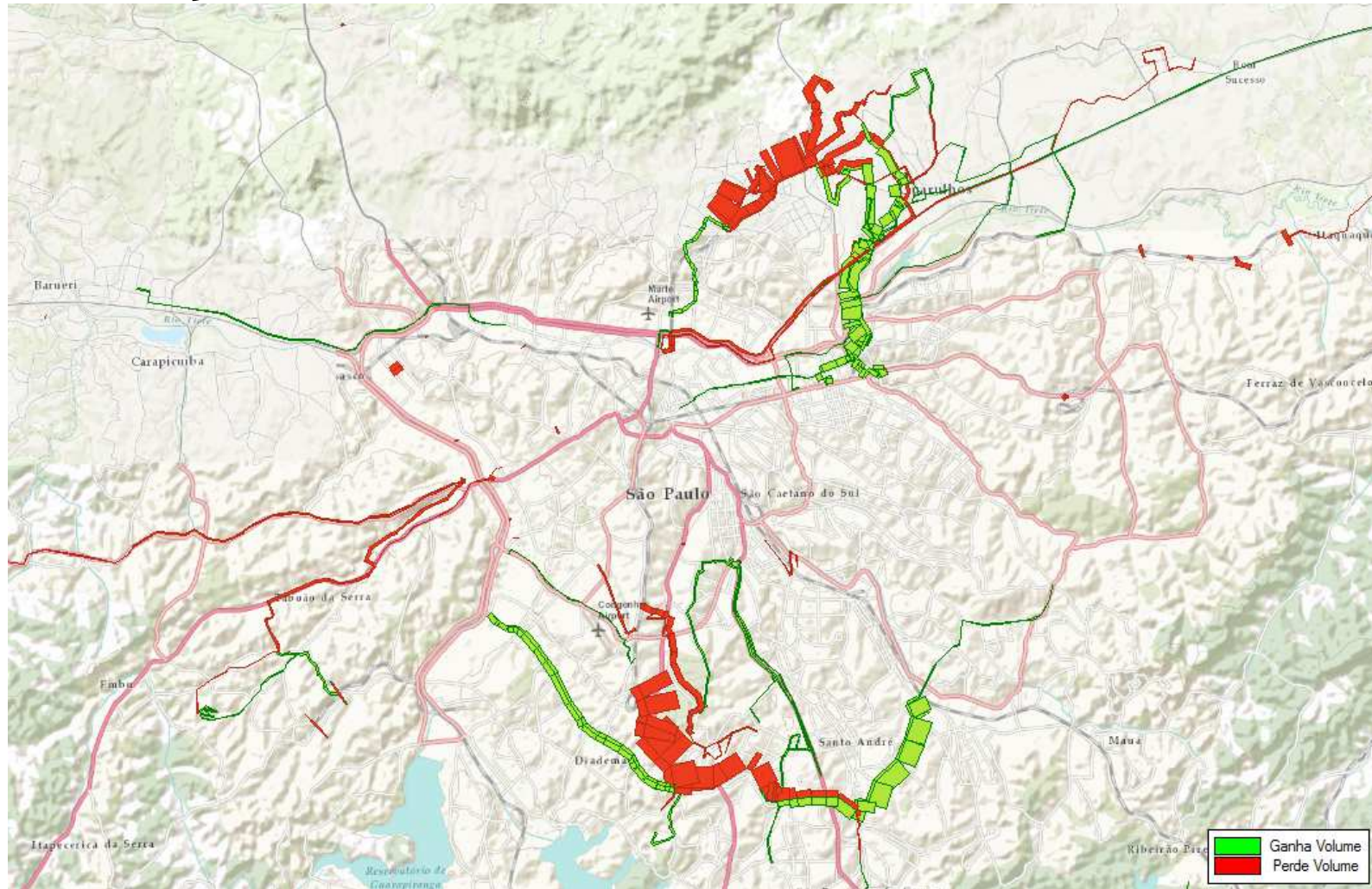
- ✓ Diferença entre cenários - SPTrans



Fonte: Elaboração própria

Exemplo – carregamentos resultantes

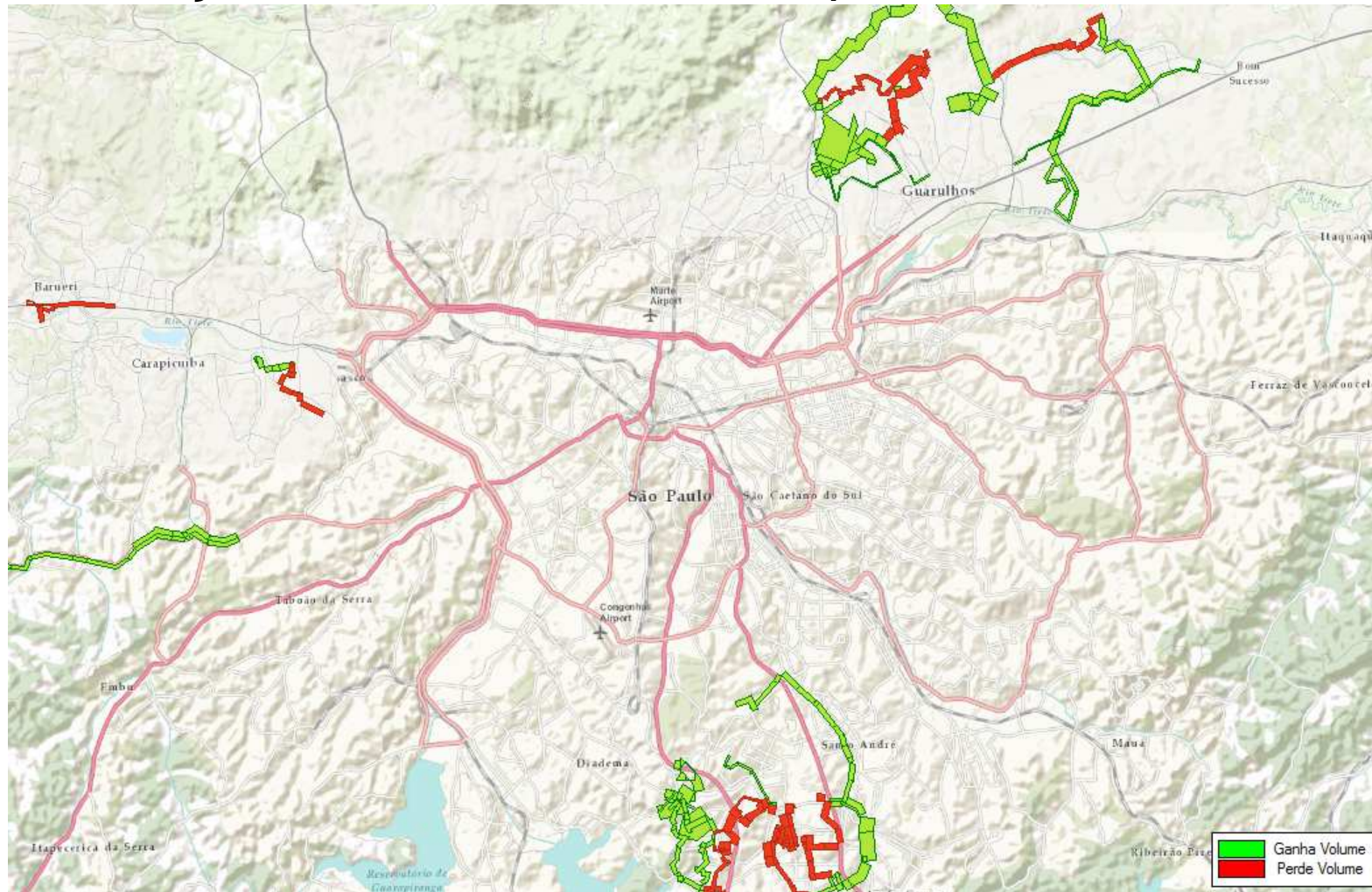
- ✓ Diferença entre cenários - EMTU



Fonte: Elaboração própria

Exemplo – carregamentos resultantes

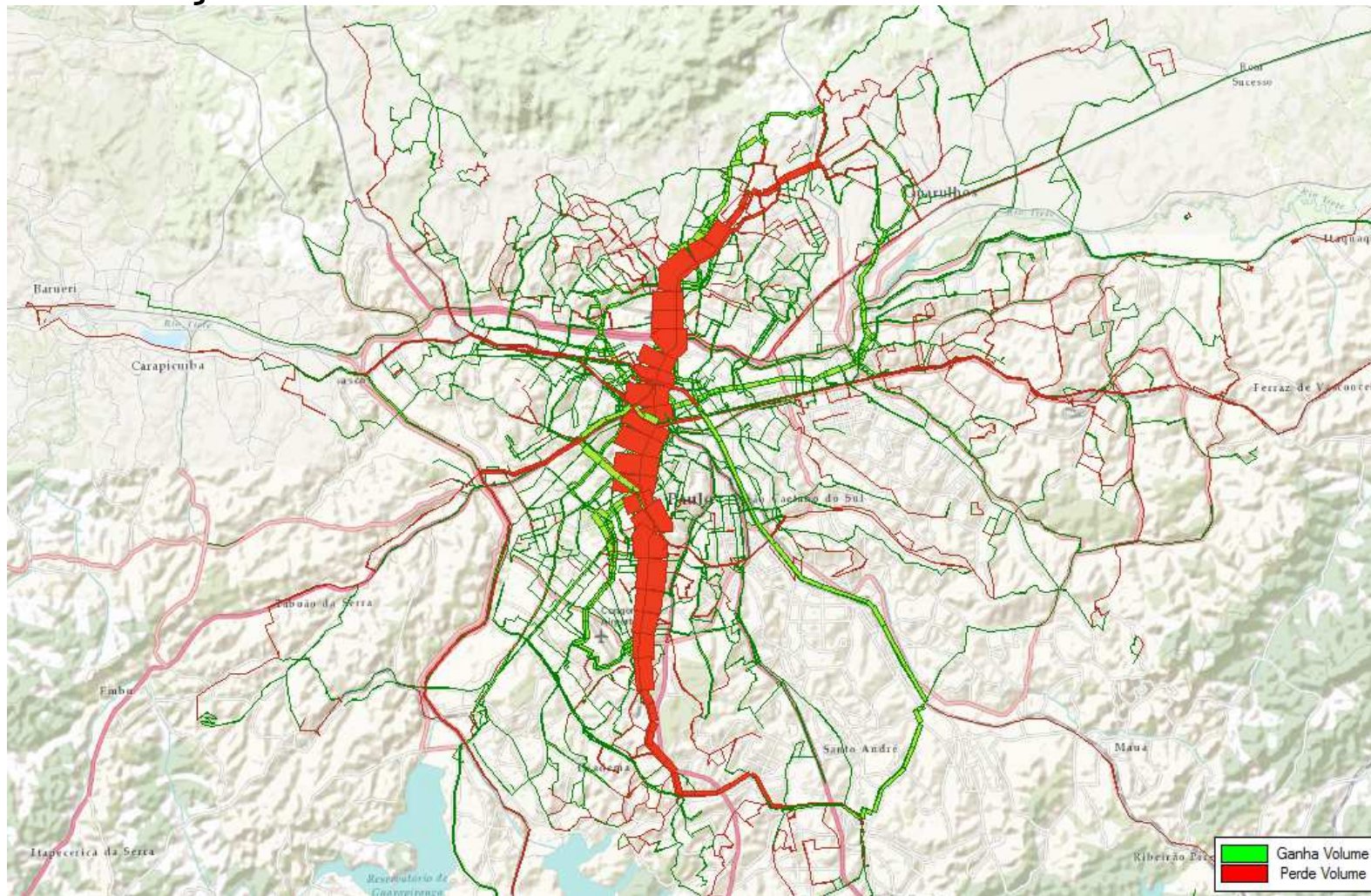
- ✓ Diferença entre cenários - Municipais



Fonte: Elaboração própria

Exemplo – carregamentos resultantes

- ✓ Diferença entre cenários - todos



Fonte: Elaboração própria

Exemplo – carregamentos resultantes

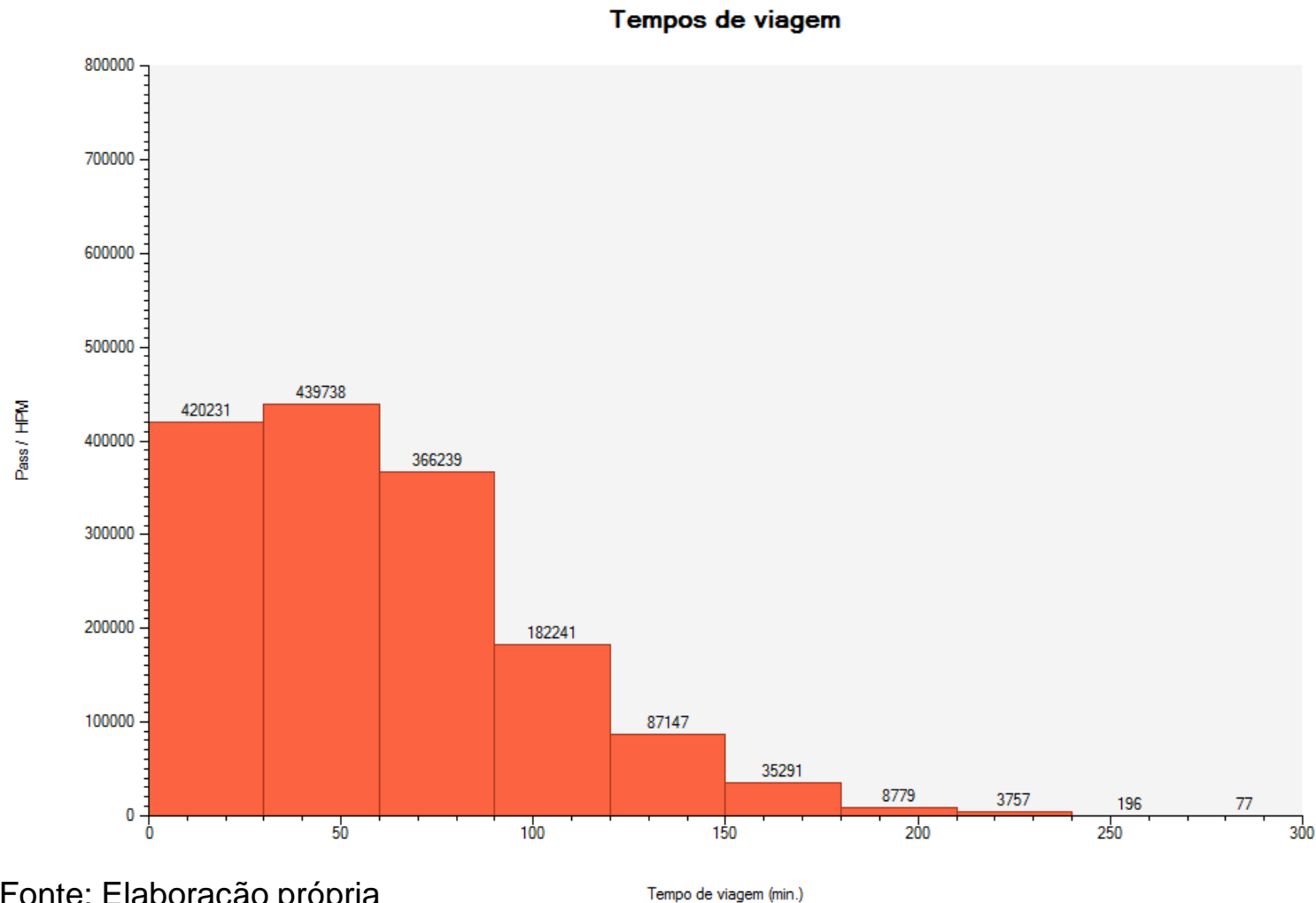
- ✓ Impactos no número de embarques e performance das viagens com a retirada da L1

Modo	Embarques	Pass*km	Pass*hora
SPTRANS	6,3%	9,3%	8,3%
Metrô	-29,6%	-27,2%	-29,7%
CPTM	0,4%	-0,1%	0,1%
EMTU	-1,9%	-0,6%	-1,0%
Outros Municípios	0,8%	0,5%	0,5%
Total	-1,1%	0,7%	3,2%

Fonte: Elaboração própria

Exemplo – tempos de viagens resultantes

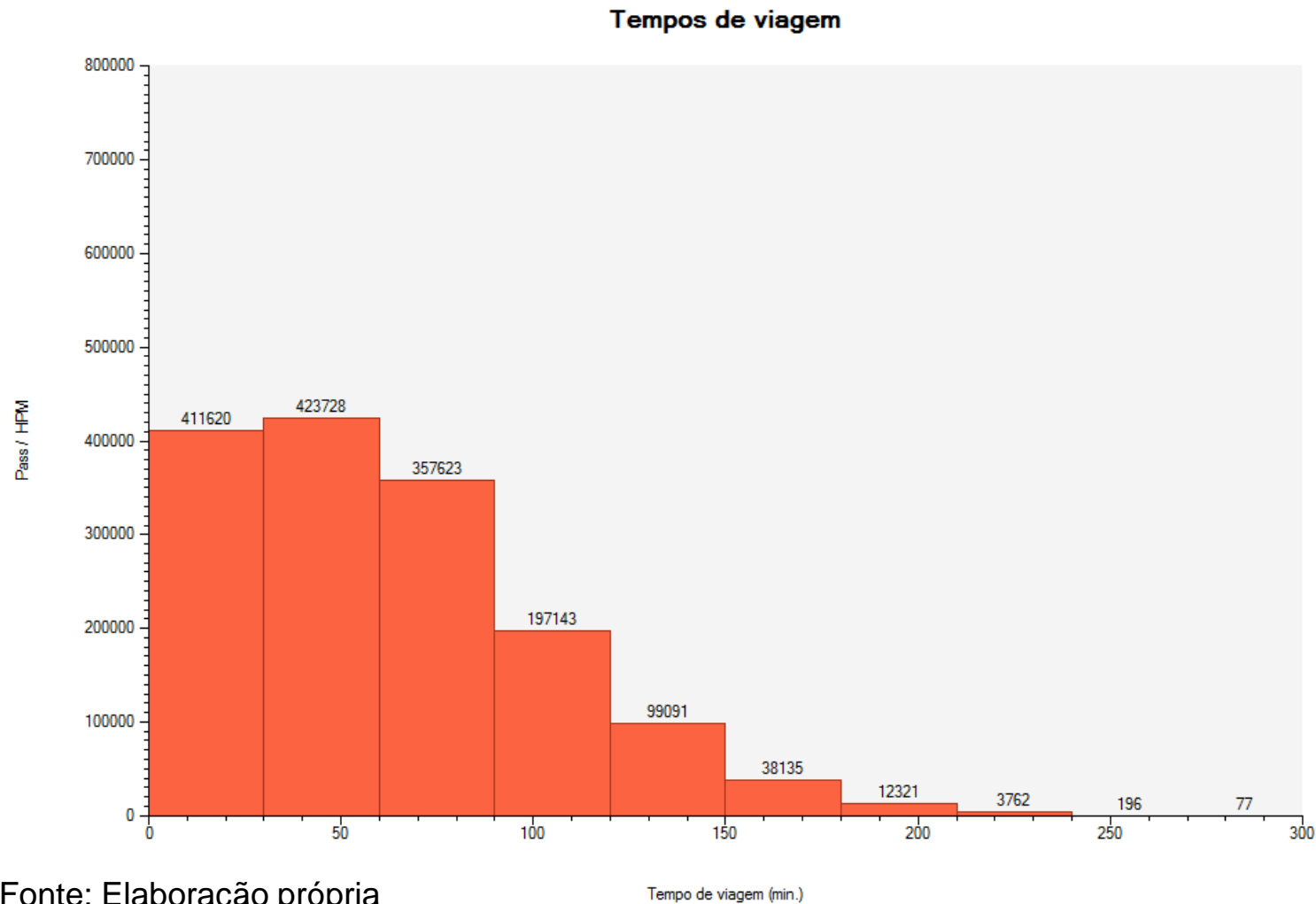
- ✓ Histograma de tempos de viagens – Com L1



Fonte: Elaboração própria

Exemplo – tempos de viagens resultantes

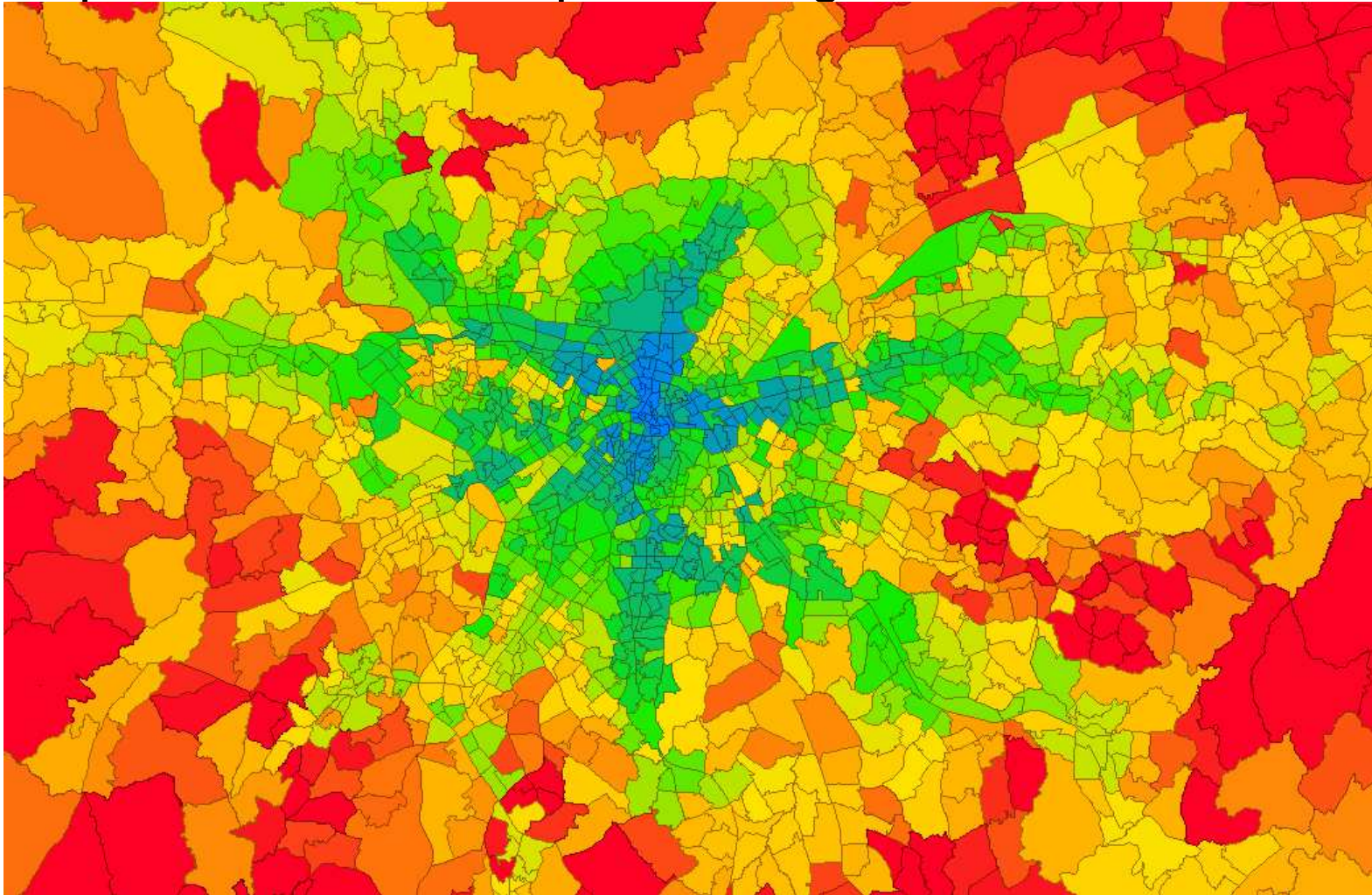
- ✓ Histograma de tempos de viagens – Sem L1



Fonte: Elaboração própria

Exemplo – tempos de viagens resultantes

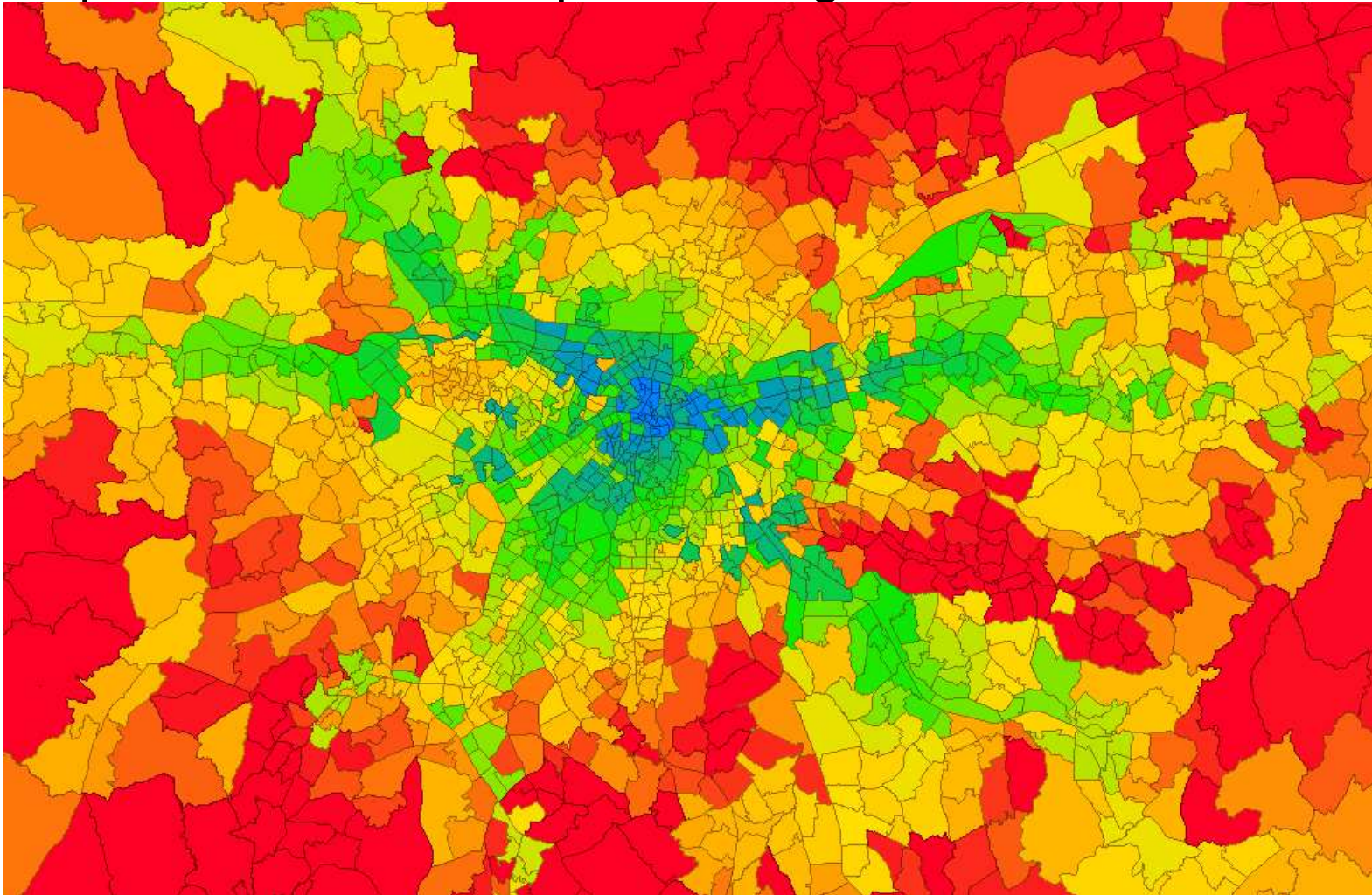
- ✓ Mapa temático de tempos de viagens ao centro – Com L1



Fonte: Elaboração própria

Exemplo – tempos de viagens resultantes

- ✓ Mapa temático de tempos de viagens ao centro – Sem L1

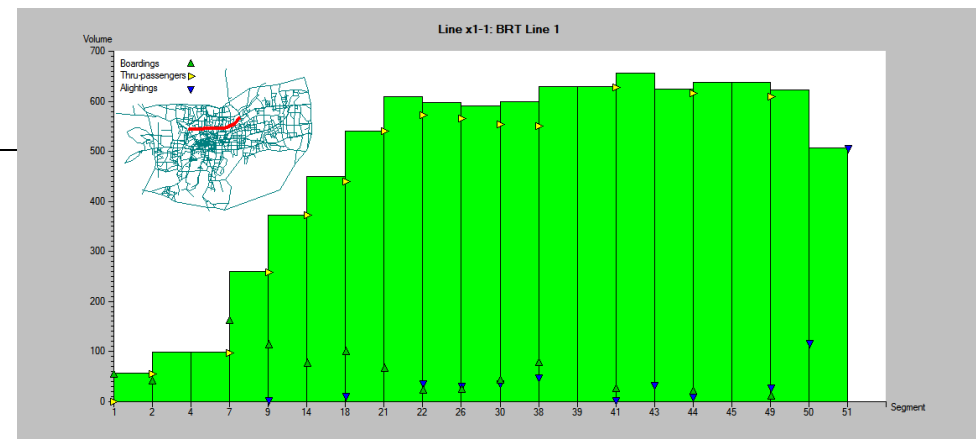


Fonte: Elaboração própria

Exemplo – outros resultados

Outras formas de análise dos impactos comumente utilizadas:

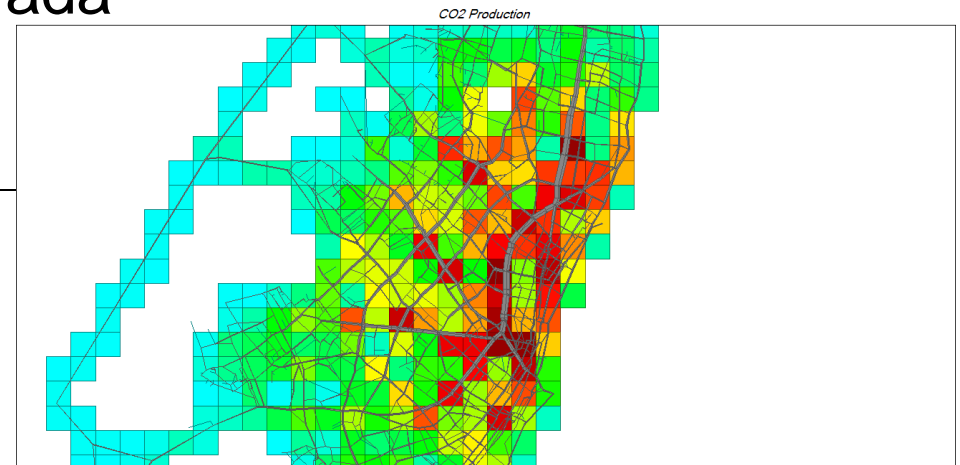
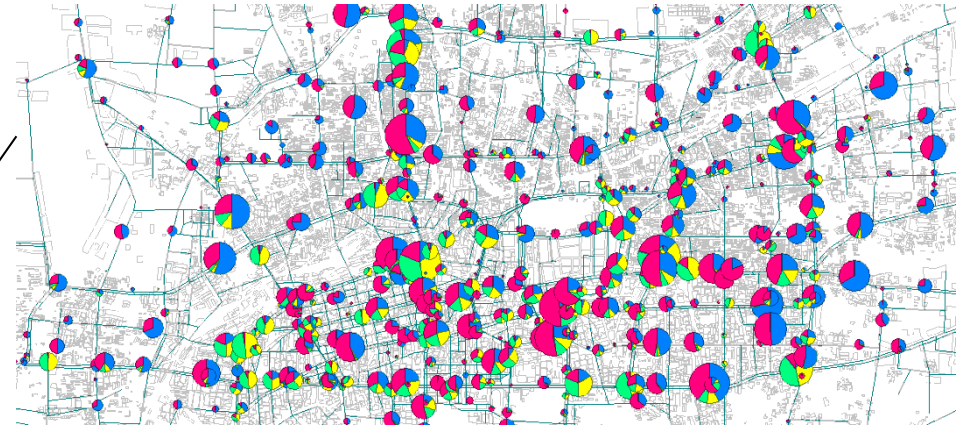
- ✓ Por linha
- ✓ por extrato social
- ✓ por localidade
- ✓ em terminais/pontos de parada
- ✓ no meio ambiente (emissões)
- ✓ financeiros (arrecadação)
- ✓ Etc.



Exemplo – outros resultados

Outras formas de análise dos impactos comumente utilizadas:

- ✓ Por linha
- ✓ por extrato social
- ✓ por localidade
- ✓ em terminais/pontos de parada
- ✓ no meio ambiente (emissões)
- ✓ financeiros (arrecadação)
- ✓ Etc.



Muito Obrigado!

MATRIZ São Paulo

R. Marcondes de Andrade, 262 - Ipiranga - São Paulo/SP - Brasil - CEP 04265-040 - Tel/Fax: +55 11 2060-0200

FILIAL Salvador

Av. Lucaia, 337 - Edif. Prof. Jorge Novis - Sala 604 - Salvador/BA - Brasil - CEP 41940-660 - Tel/Fax: +55 71 3334-0065

SITE: www.ttc.com.br - E-MAIL: ttc@ttc.com.br