

ESTIMATIVA DE VM DA 2017

(METODOLOGIA E RESULTADOS)

Gláyston Mattos Ribeiro

Saul Germano Rabello Quadros



AGENDA

- Atendendo ao Planejamento Estratégico
- A rede rodoviária vetorizada
- O método de estimativa de VMDa em rede
- Critérios adotados para estimativa do VMDa 2017
- Resultados preliminares
- Considerações Finais

AGENDA

- Atendendo ao Planejamento Estratégico
- A rede rodoviária vetorizada
- O método de estimativa de VMDa em rede
- Critérios adotados para estimativa do VMDa 2017
- Resultados preliminares
- Considerações Finais

PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

- No âmbito da engenharia existem “fases” para concepção e elaboração de projetos
- No setor público, a primeira fase é denominada: **planejamento estratégico**.
- A partir de seus resultados os projetos contemplam gradativamente mais detalhes.
- Esse processo atende a exigências legais para fins de contratações de serviços e obras.

PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

- Os resultados do PNCT podem subsidiar diversas fases do planejamento.
- Contudo, dado o seu caráter sistêmico, ele tem como finalidade principal servir ao **planejamento e programação de investimentos** do DNIT.
- Atende, em primeiro lugar, ao **planejamento estratégico** do DNIT.
- Ele fornece informações diversas sobre o tráfego rodoviário federal.

PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

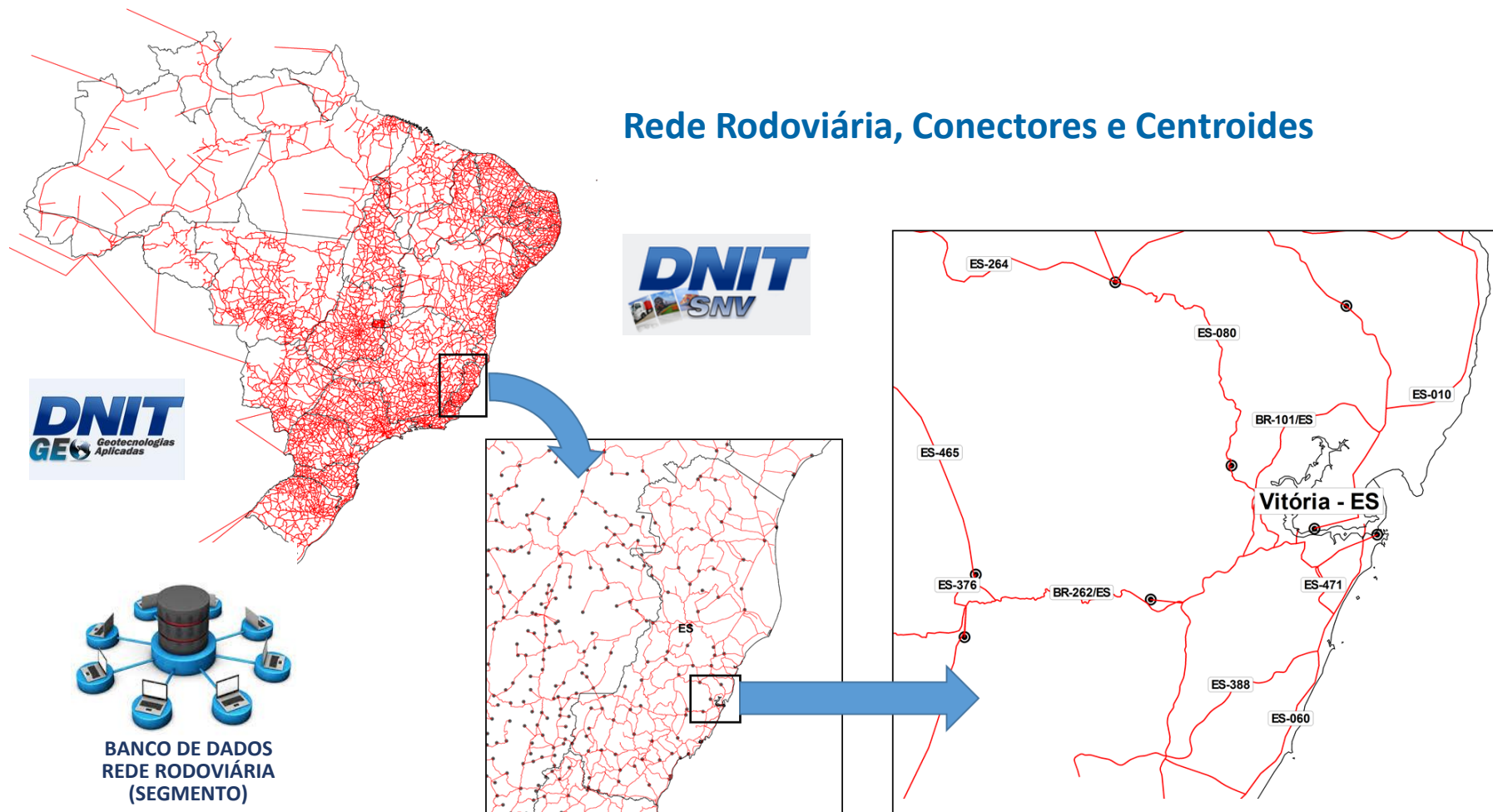
- Das informações que fornece ao DNIT, destacam-se as estimativas de Volumetria Média Diária Anual, ou simplesmente: **VMDa**.
- Essas informações são obtidas pontualmente (seções rodoviárias) para diversos segmentos do SNV por meio de contagens contínuas.
- Por meio de modelagem em sistemas de redes, busca-se estimar o VMDa, para outros segmentos rodoviários, que não possuem tais contagens.

AGENDA

- Atendendo ao Planejamento Estratégico
- A rede rodoviária vetorizada
- O método de estimativa de VMDa em rede
- Critérios adotados para estimativa do VMDa 2017
- Resultados preliminares
- Considerações Finais

REDE RODOVIÁRIA VETORIZADA

A rede vetorizada é resultado de um trabalho complexo, que permite a interpretação da rede georreferenciada do DNIT, sob os aspectos necessários para aplicação de modelos de alocações de fluxos em redes.




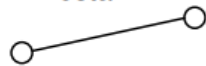
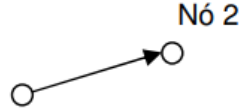
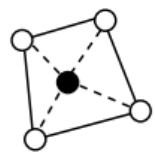
REDE RODOVIÁRIA VETORIZADA

- Uma rede vetorizada é, na prática, um modelo matemático estabelecido por meio da **Teoria dos Grafos**.
- Essa rede tem **propriedades matemáticas específicas**, que devem ser consideradas para fins de cálculos de caminhos mínimos (tempos, custos, etc.), entre pares de origem e destino definidos por um **modelo de zoneamento de tráfego**.
- Isso serve também para rotas predefinidas.

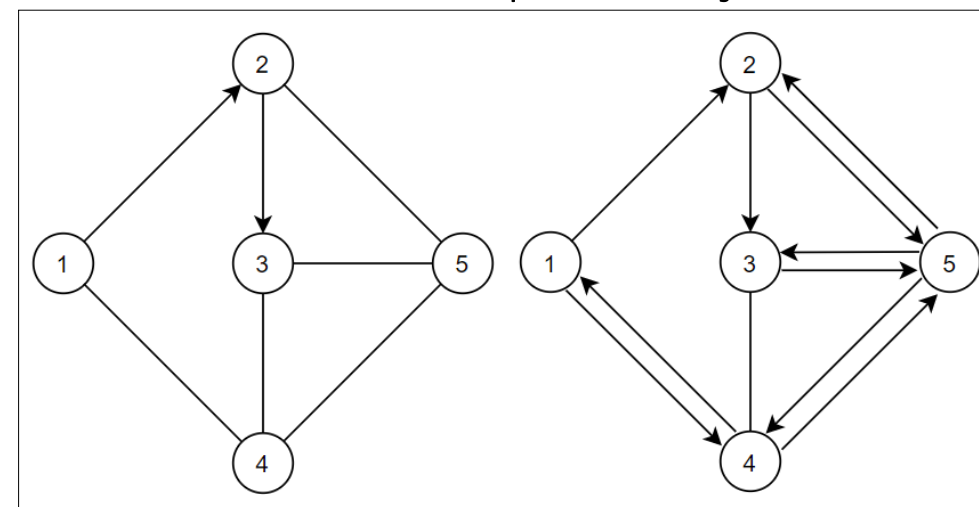
REDE RODOVIÁRIA VETORIZADA

- Para se estabelecer uma **rede vetorizada** (modelo matemático) deve-se partir de uma rede geográfica, da qual se extrai os principais atributos físicos e operacionais que servirão aos modelos de planejamento.
- Uma rede vetorizada deve ter correspondência com uma **rede geográfica** e esta, deve ser a melhor representação possível, da **rede real** que se deseja estudar.

REDE RODOVIÁRIA VETORIZADA

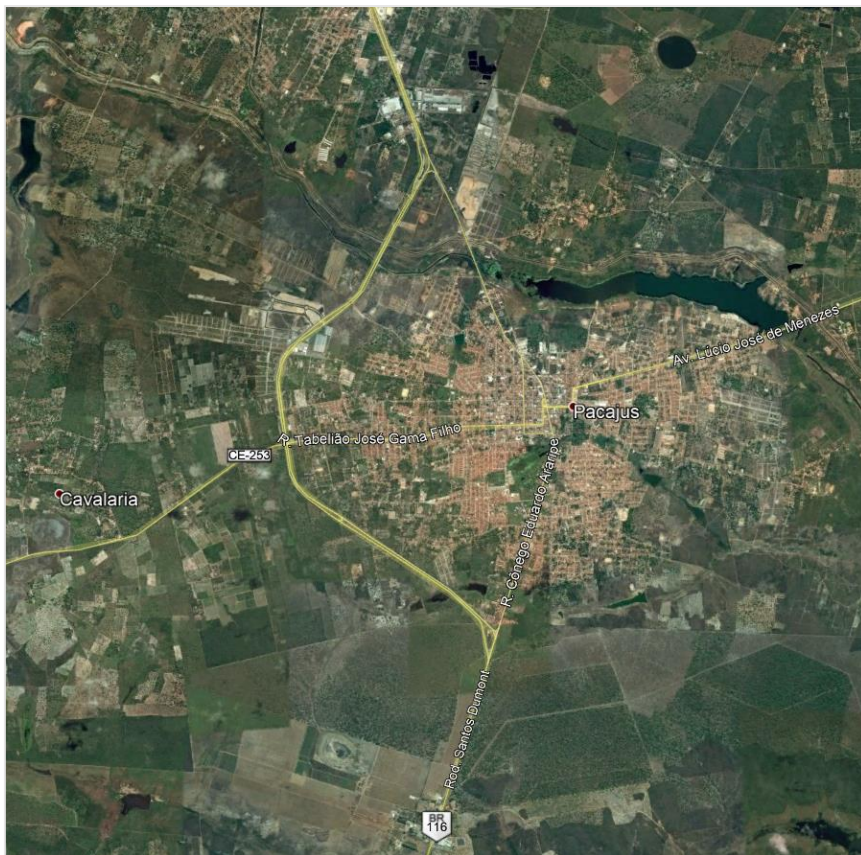
Elementos	Definição	Representação
Arcos (ou links)	Os arcos de uma rede são a ligação existente entre dois pontos. Matematicamente são chamados <i>links</i> , e a notação (n_i, n_j) representa o arco que conecta o nó $n_i \in N$ ao nó $n_j \in N$.	<p>Arco 1</p> 
Aresta	Ligação entre dois nós pertencente a um grafo não orientado.	<p>Aresta 1</p> 
Nós (ou vértices ou pontos)	Os nós representam a intersecção de arcos e não são associados com nenhuma impedância.	<p>Nó 1</p> 
Nós centróides e conectores de centróide	Os nós centróides são formados pelos nós "origem" e "destino", correspondentes, respectivamente, ao início e ao destino da viagem.	 <p>● Centróide - - - Conector de centróide</p>

Diferentes Representações

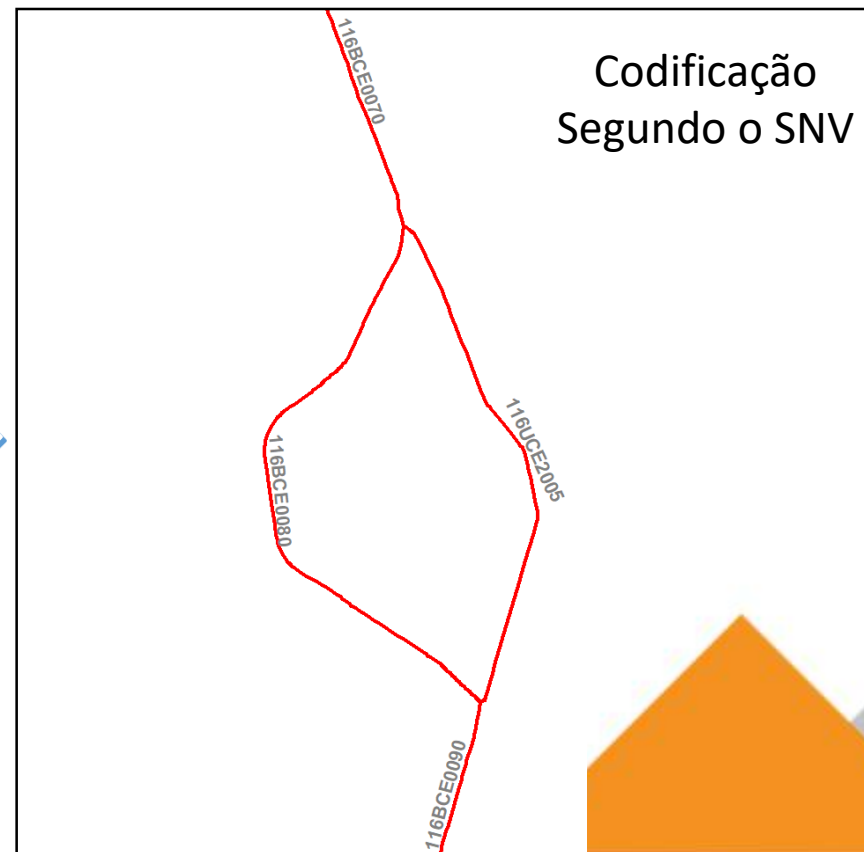


REDE RODOVIÁRIA VETORIZADA

Representação Real – Imagem de Satélite

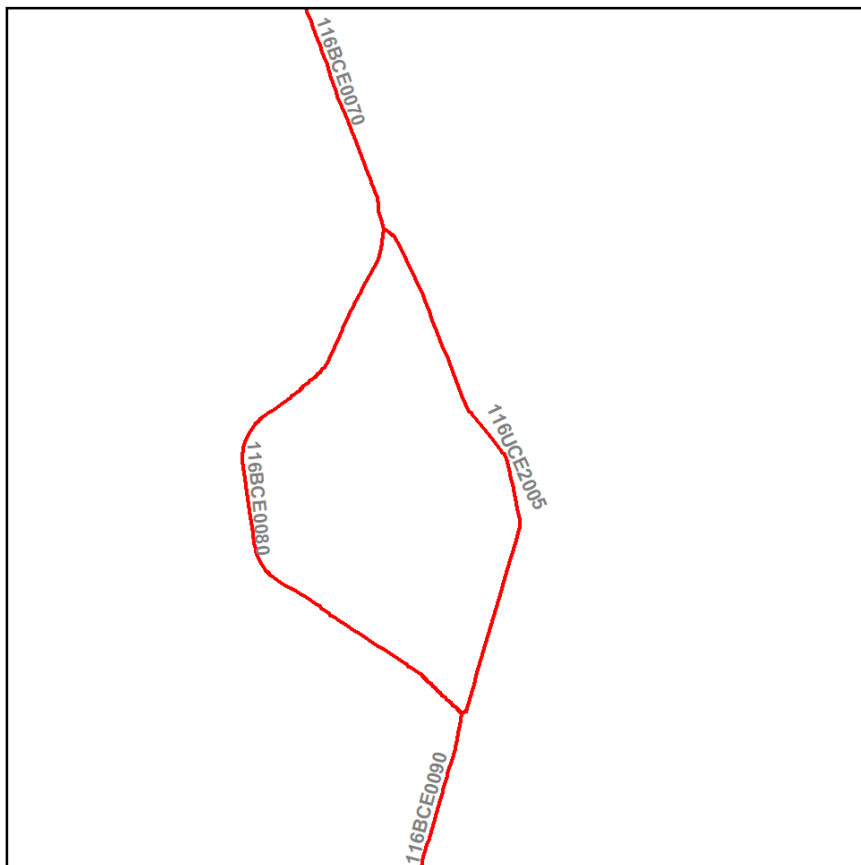


Base Geográfica Georreferenciada SNV

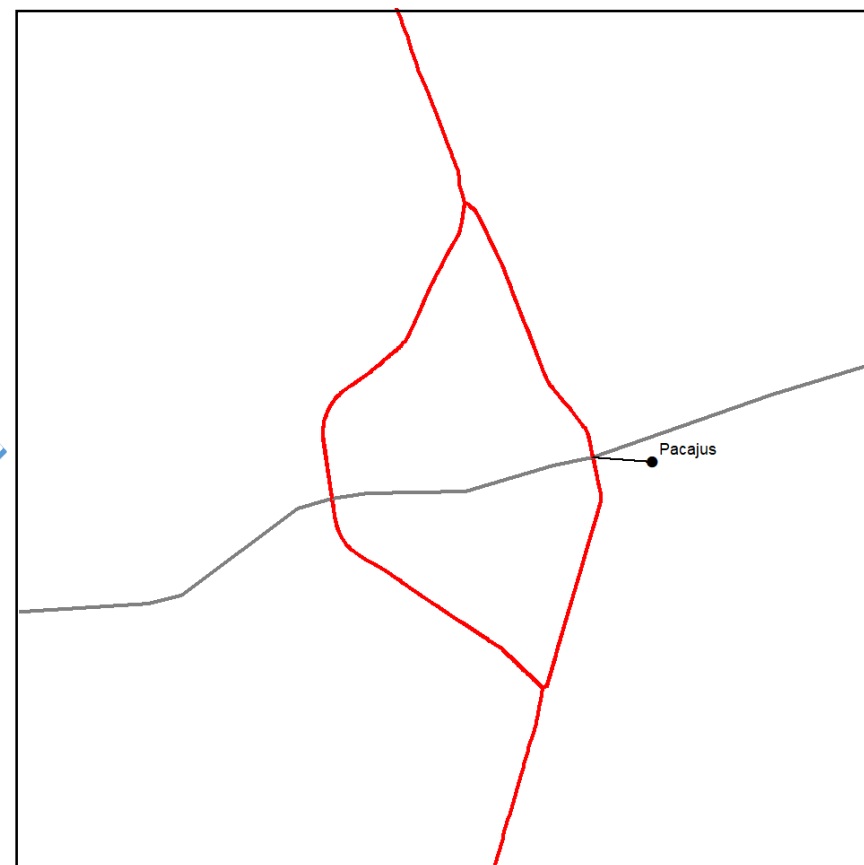


REDE RODOVIÁRIA VETORIZADA

Base Geográfica Georreferenciada SNV

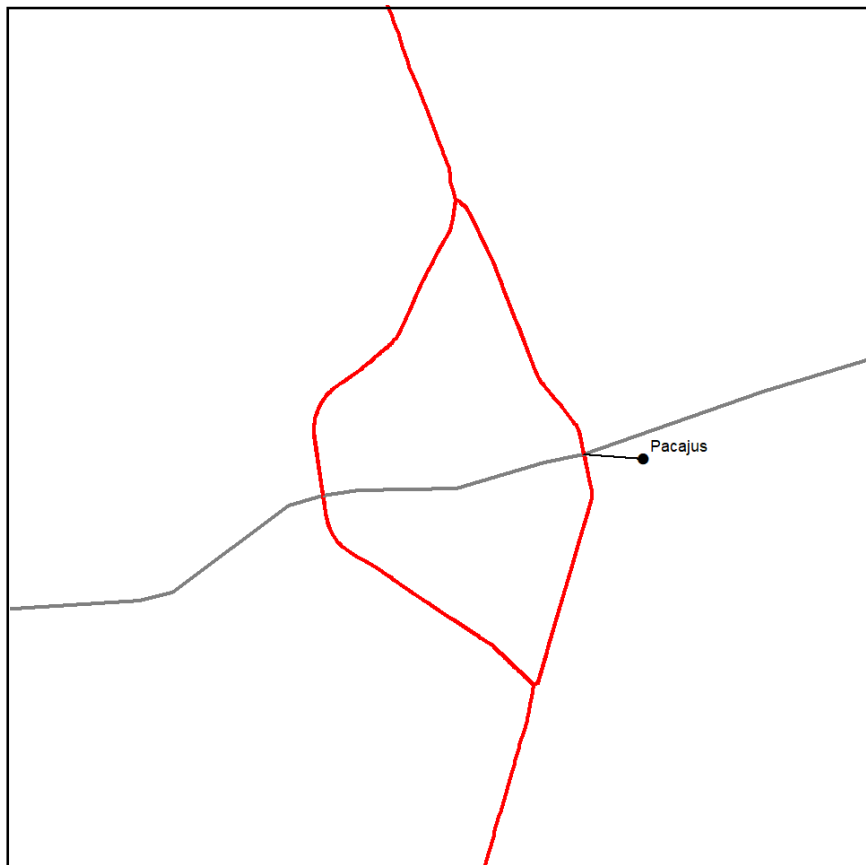


Base Geográfica Vetorizada

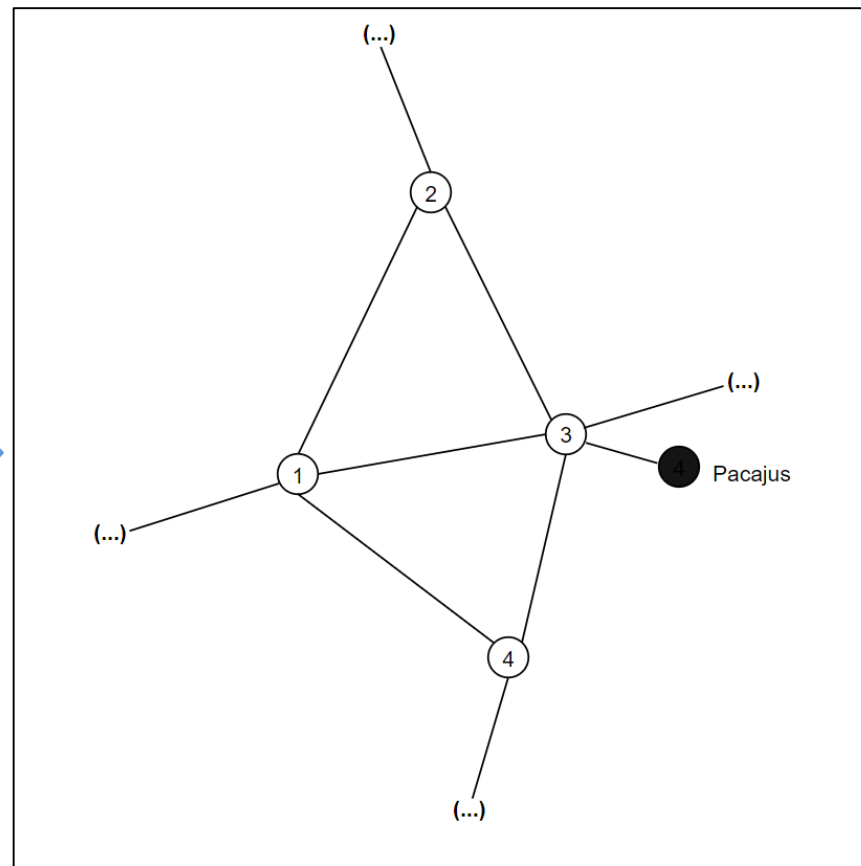


REDE RODOVIÁRIA VETORIZADA

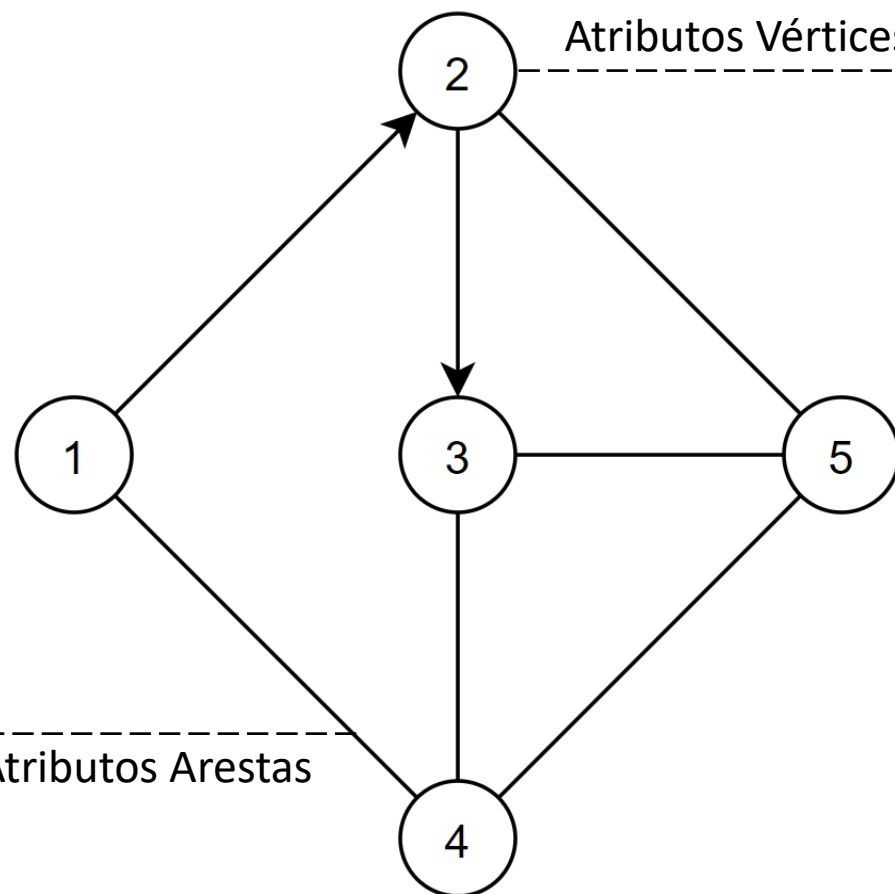
Base Geográfica Vetorizada



Representação Grafo Matemático



REDE RODOVIÁRIA VETORIZADA



Atributos Vértices

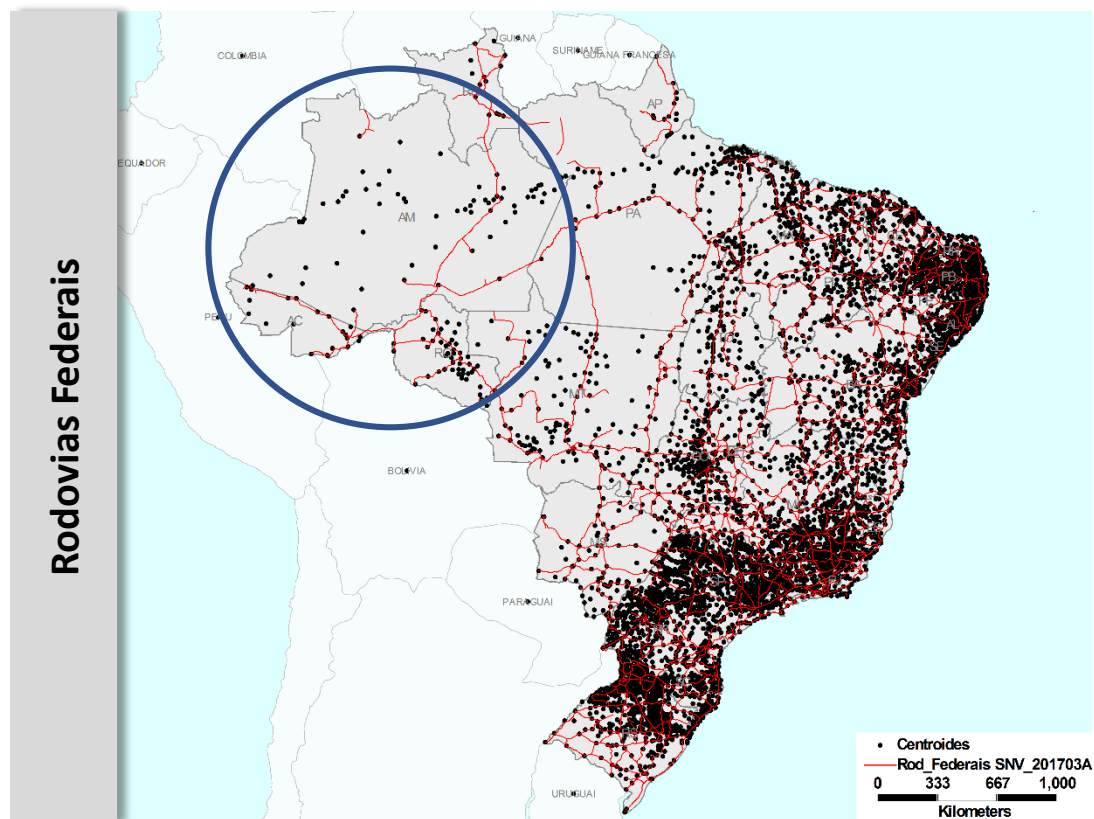
Nó Simples / Centroide
Produção de Viagens
Atração de Viagens
População
PIB

Atributos Arestas

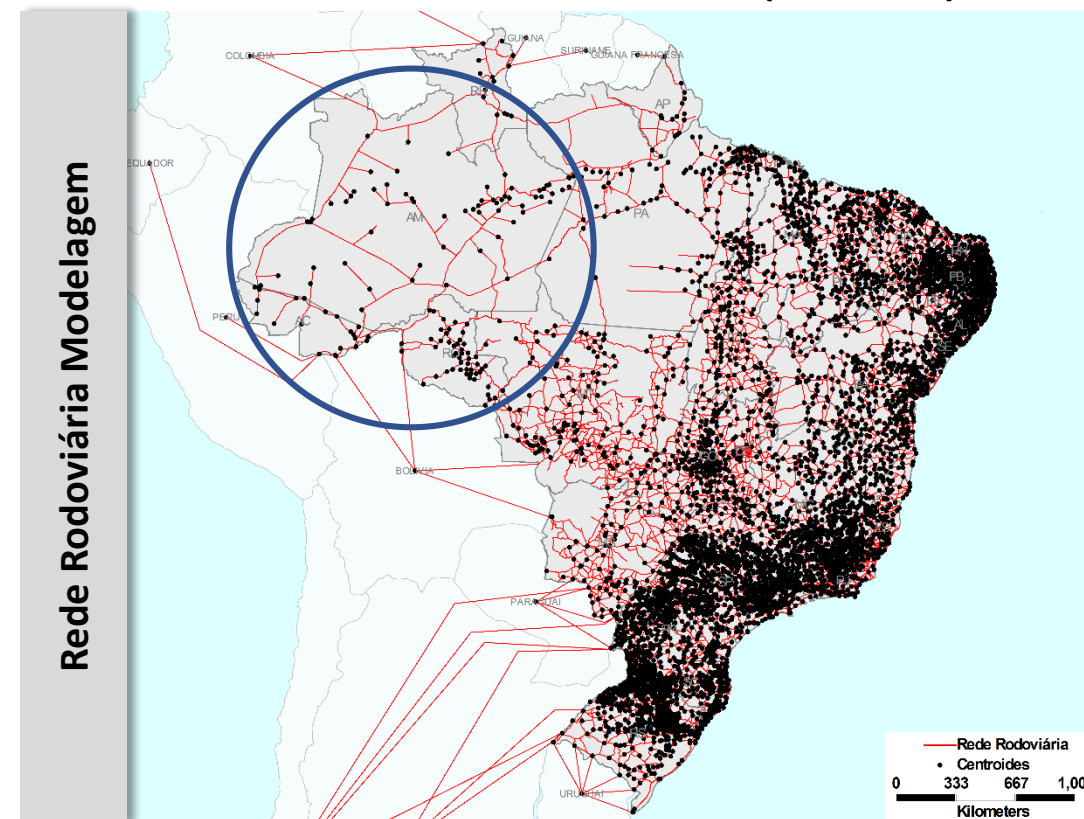
Comprimento
Custos
Velocidade Média
Capacidade
VM DA
% de Categorias Veic.
Tipo/Qualid. Pavimento
Relevo Predominante

REDE RODOVIÁRIA VETORIZADA

- Menor Capilaridade
- Não atende a todos os Centroides



- + 24.000 Links
- + 5.570 Centroides Conectados (+ Exterior)

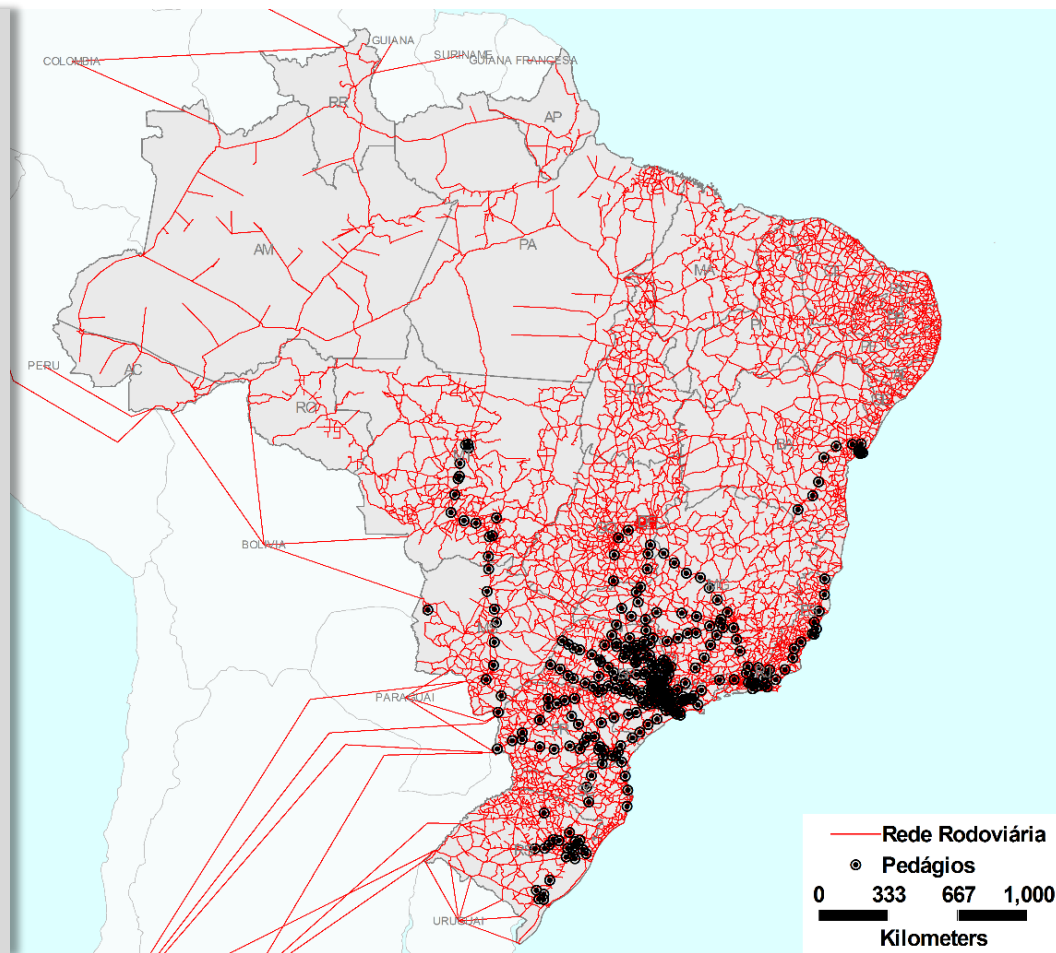


REDE RODOVIÁRIA VETORIZADA

Custo Generalizado – Mapeamento de Pedágios

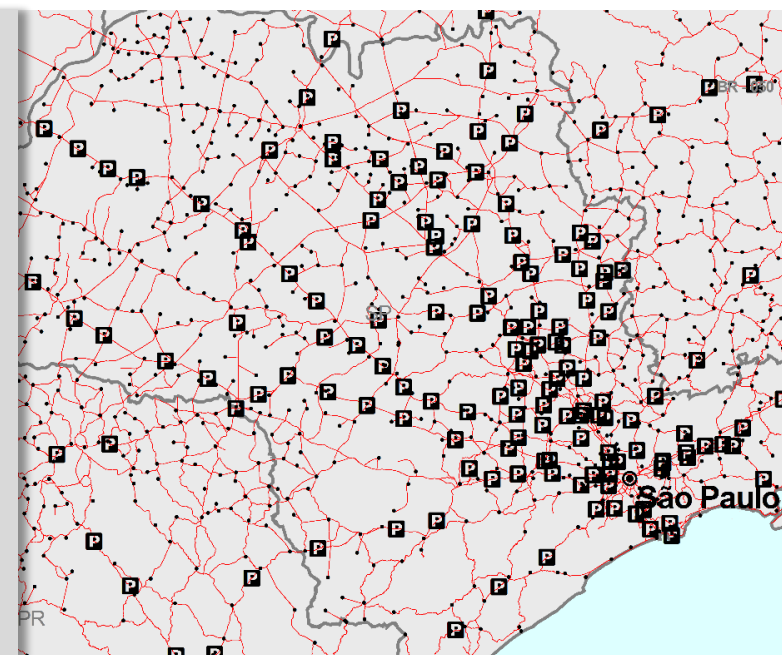
Exemplo de Atributo da Rede Vetorizada

Visão Geral



- + 300 Praças de Pedágio consideradas
- Tarifas atualizadas até dez/2017

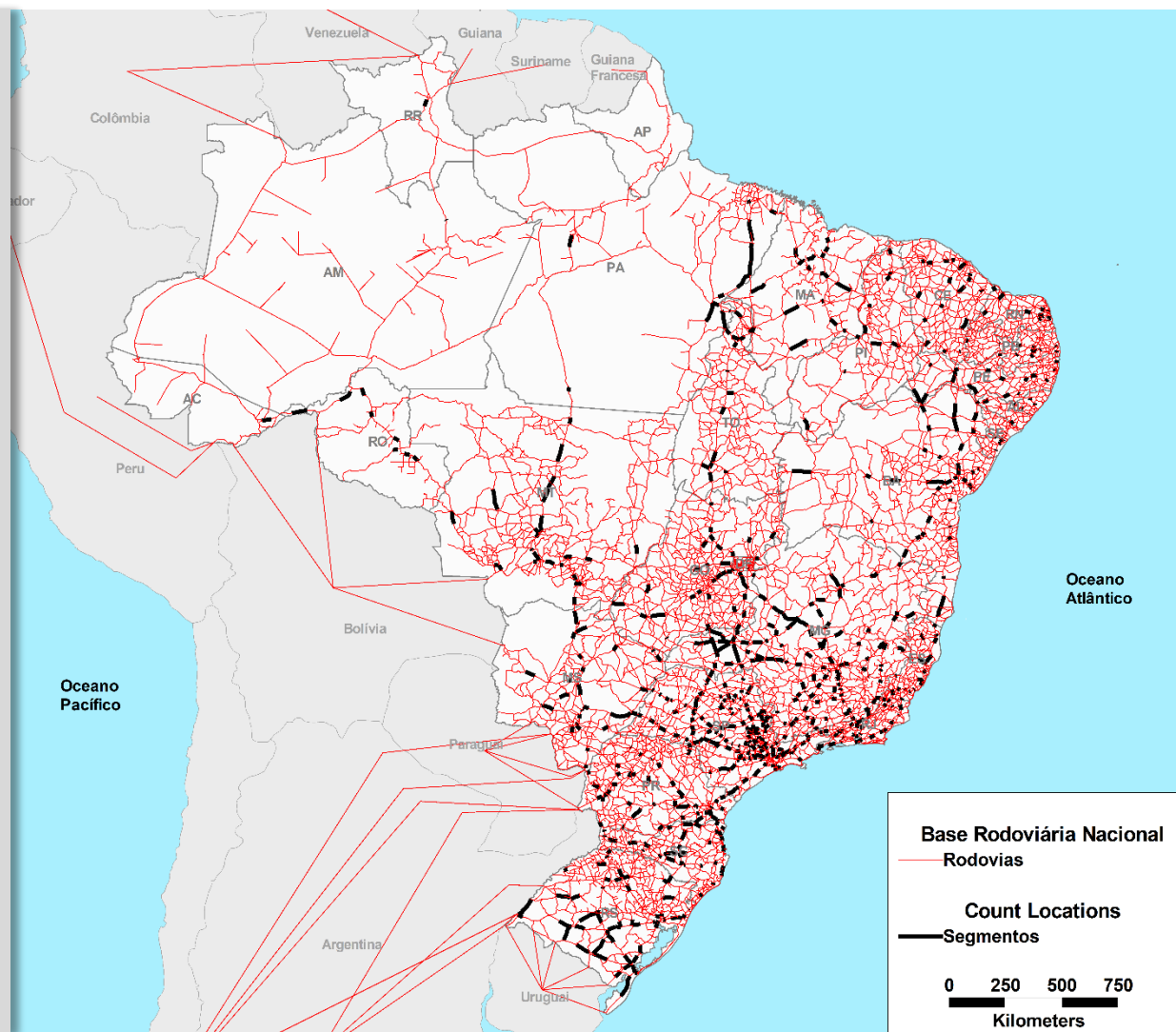
São Paulo - SP



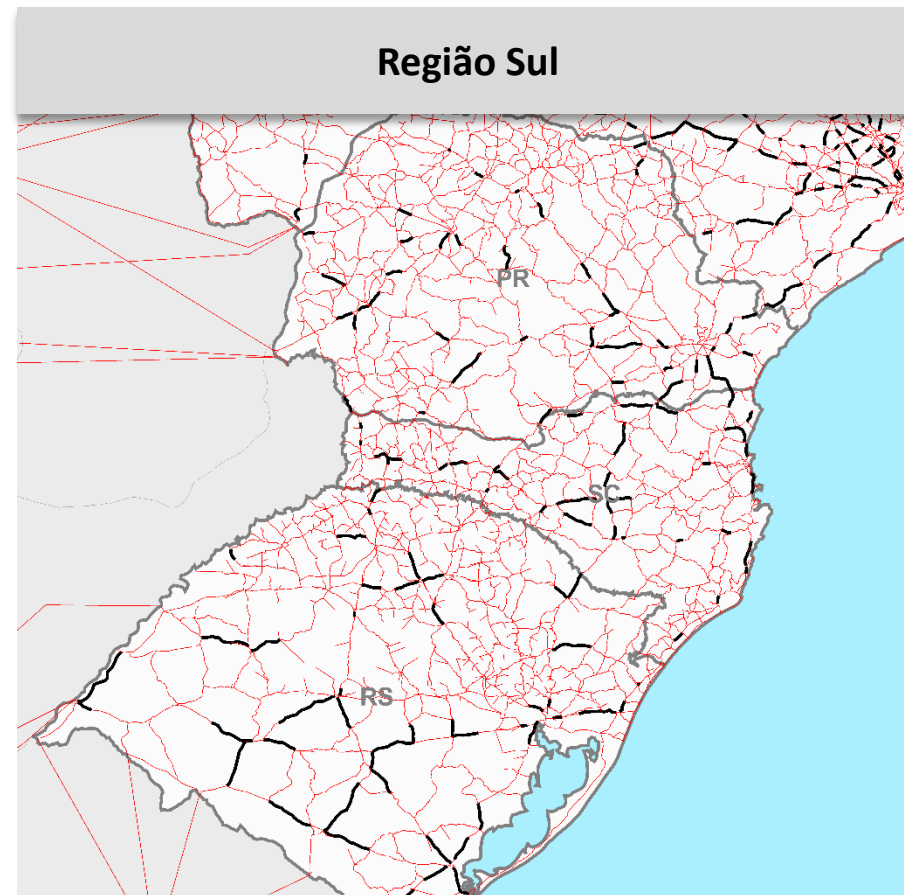
REDE RODOVIÁRIA VETORIZADA

Count Locations – Locais com volumetria conhecida

Visão Geral – Segmentos da Rede



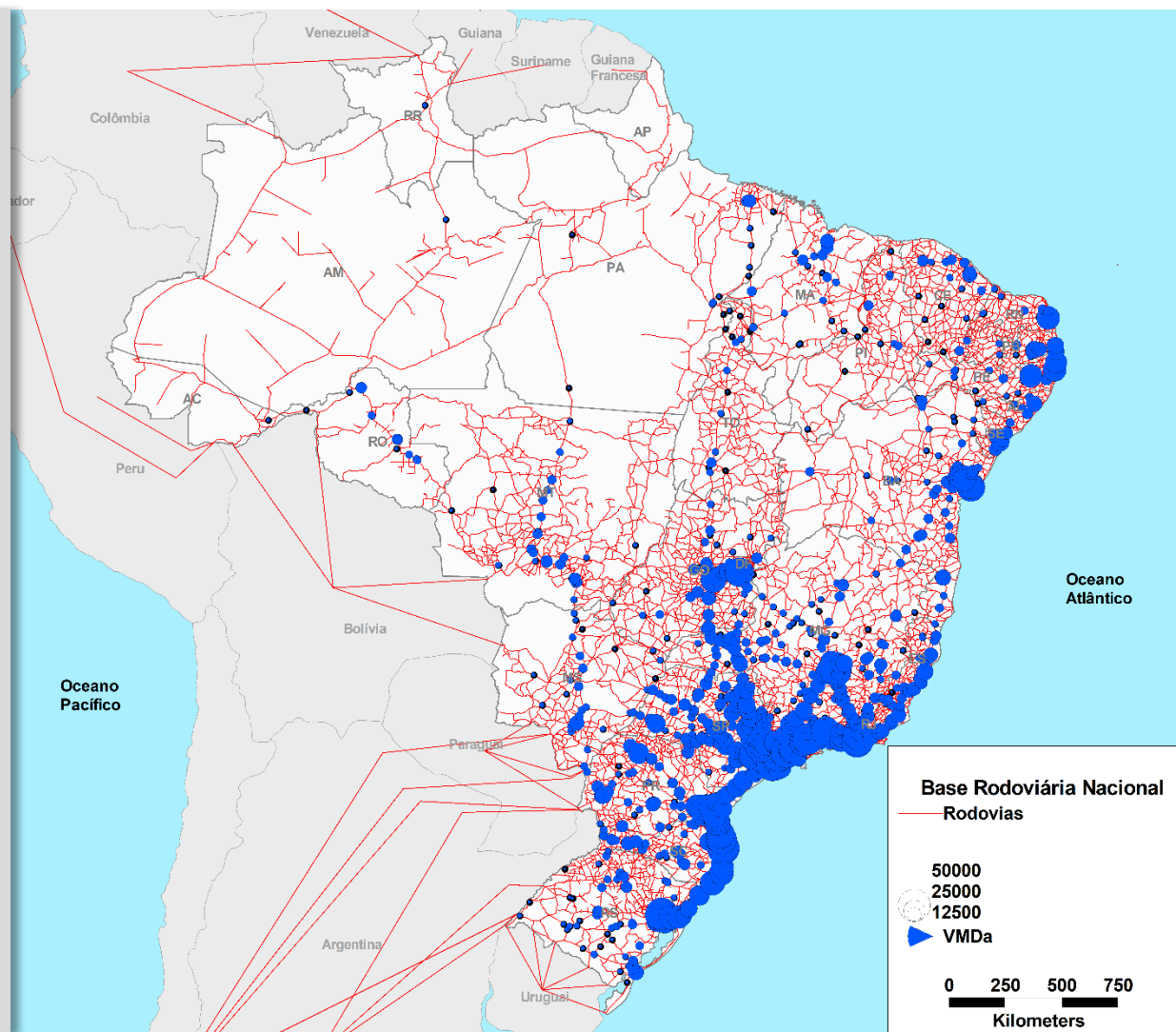
Região Sul



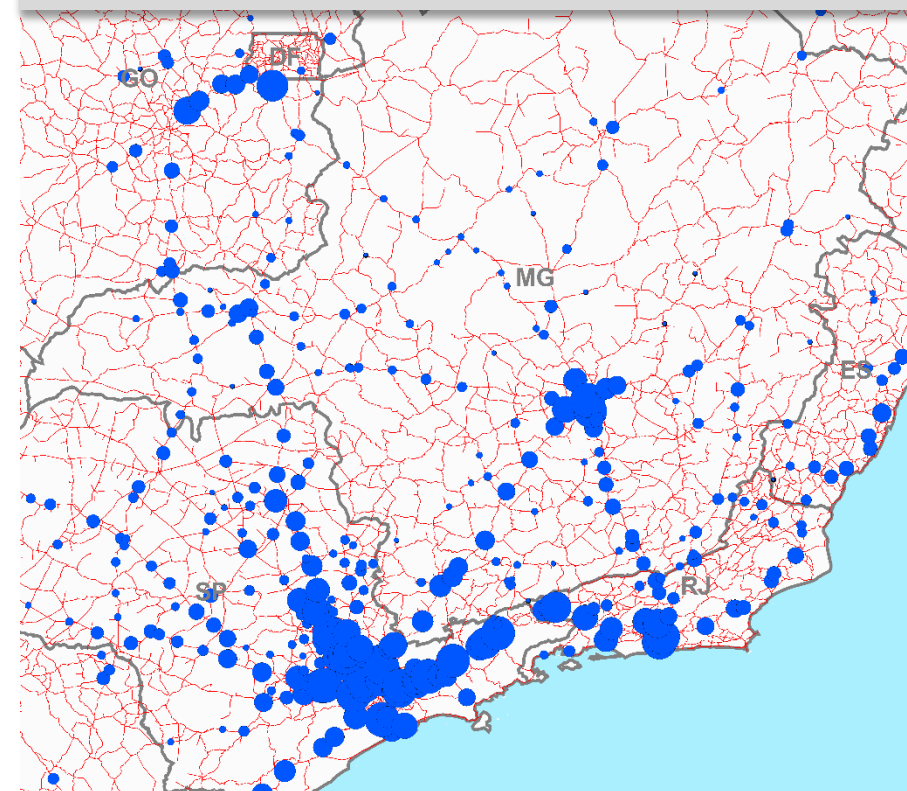
REDE RODOVIÁRIA VETORIZADA

Count Locations – Locais com volumetria conhecida

Visão Geral – Representação de Volumetria



Região Sudeste

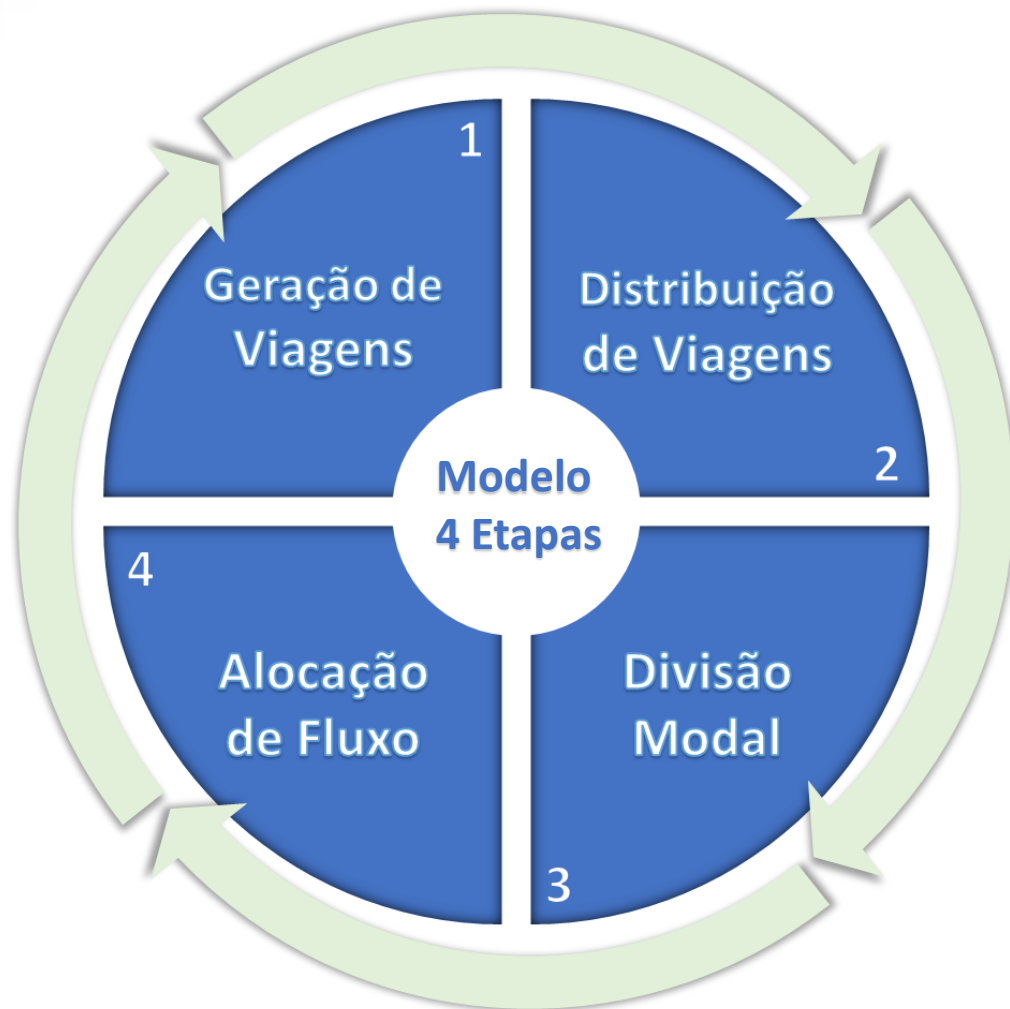


AGENDA

- Atendendo ao Planejamento Estratégico
- A rede rodoviária vetorizada
- O método de estimativa de VMDe em rede
- Critérios adotados para estimativa do VMDe 2017
- Resultados preliminares
- Considerações Finais

MÉTODO DE ESTIMATIVA DE VMDa

Modelo 4 Etapas



Planejamento de Transportes

MÉTODO DE ESTIMATIVA DE VMDa

Etapa 1 – Geração de Viagens

Matriz Origem e Destino

O/D	d_1	d_2	(...)	d_j	P
o_1			(...)		P_1
o_2			(...)		P_2
(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)
o_i			(...)		P_i
A	A_1	A_2	(...)	A_j	T

Produção de Viagens

Atração de Viagens



MÉTODO DE ESTIMATIVA DE VMDa

Etapa 2 – Distribuição de Viagens

Matriz Origem e Destino

O/D	d_1	d_2	(...)	d_j	P
o_1	x_{11}	x_{12}	(...)	x_{1j}	P_1
o_2	x_{21}	x_{22}	(...)	x_{2j}	P_2
(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)
o_i	x_{i1}	x_{i2}	(...)	x_{ij}	P_i
A	A_1	A_2	(...)	A_j	T



MÉTODO DE ESTIMATIVA DE VMDa

Construção da Matriz Origem e Destino



**Dados das Pesquisas
Origem e Destino da
PNT 2016/17**



Matriz Semente

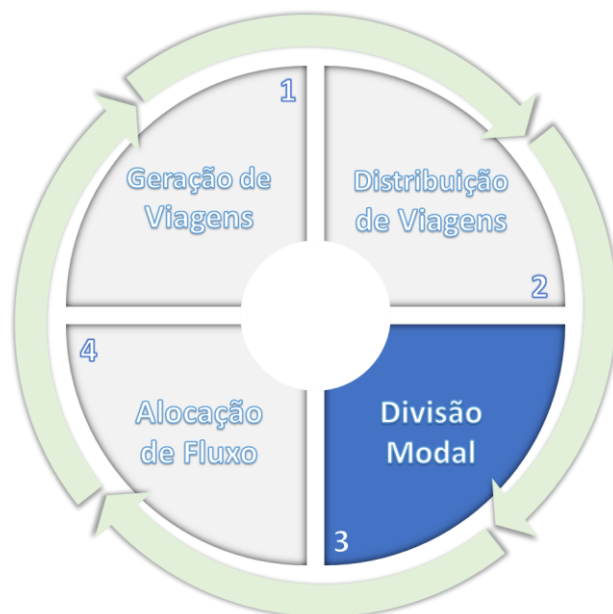


MÉTODO DE ESTIMATIVA DE VMDa

Etapas 3 e 4 – Divisão Modal e Alocação de Fluxo em Rede

Único Modo

Modo Rodoviário



**Alocação da Matriz Origem
e Destino Consolidada**



MÉTODO DE ESTIMATIVA DE VMDa

Processo Iterativo – Calibração de Matriz OD + Alocação de Fluxo

Processo Iterativo que envolve 3 etapas



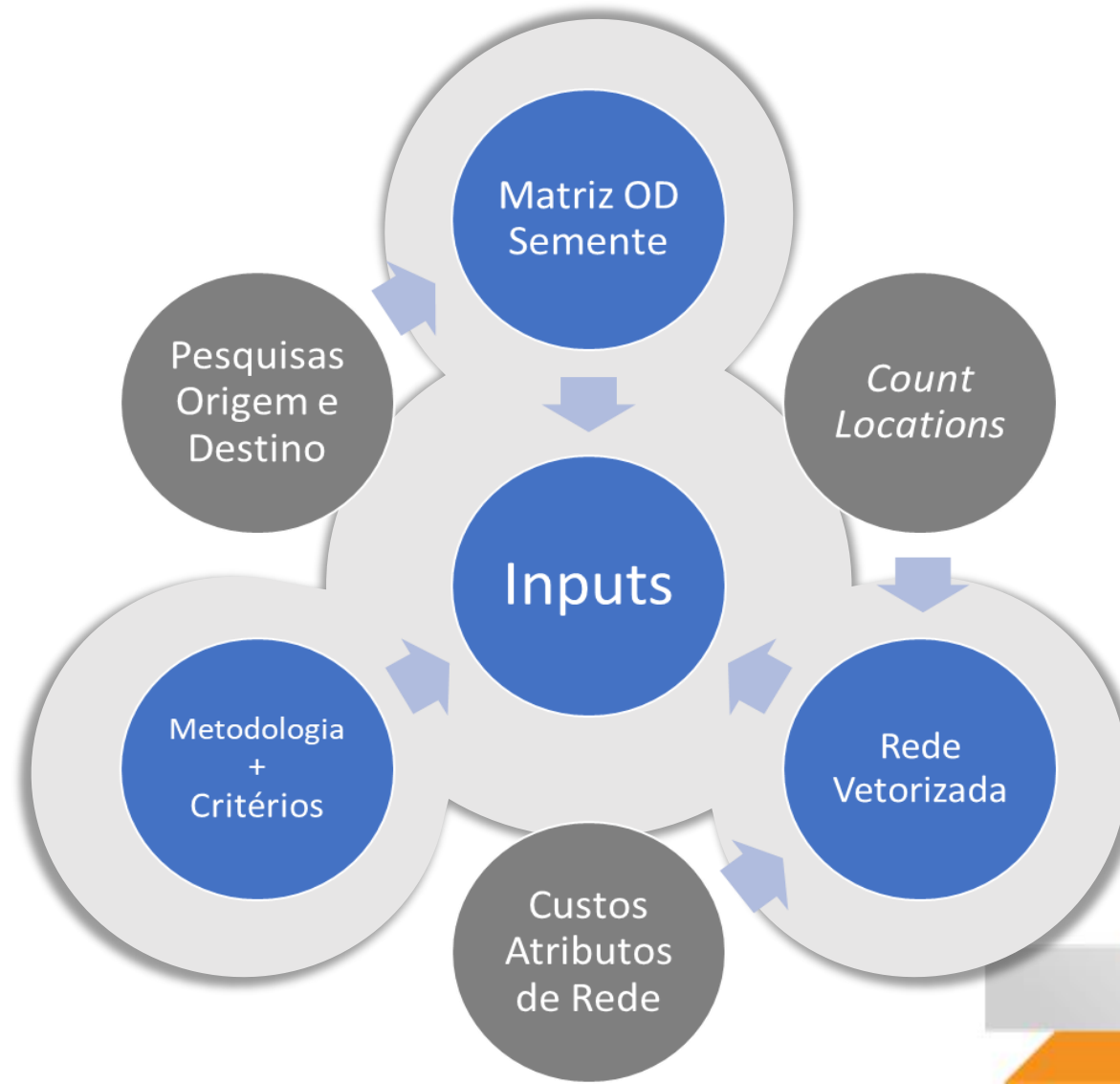
1. Processo *start* com a Matriz Semente;
2. Calibração de matriz origem destino a partir de informações de volumetria na rede;
3. Alocação de Fluxo em Rede;
4. Métricas de Desempenho

AGENDA

- Atendendo ao Planejamento Estratégico
- A rede rodoviária vetorizada
- O método de estimativa de VMDa em rede
- Critérios adotados para estimativa do VMDa 2017
- Resultados preliminares
- Considerações Finais

MÉTODO DE ESTIMATIVA DE VMDa

Critérios / Parâmetros Gerais – Inputs do Processo de Modelagem



CRITÉRIOS ADOTADOS

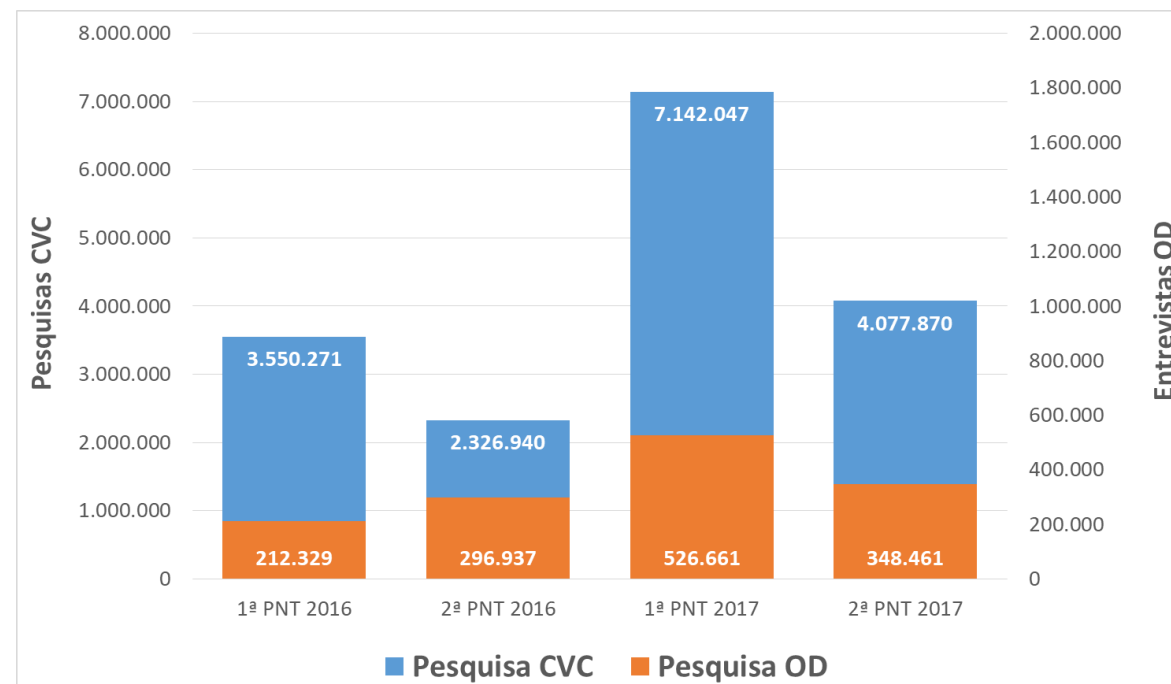
Construção da Matriz Origem e Destino - Semente

- Tratamento de dados das pesquisas CVC e OD;
- Expansão de entrevistas OD em relação às pesquisas CVC;

Total de Viagens (CVC): **17.097.128 Viagens**

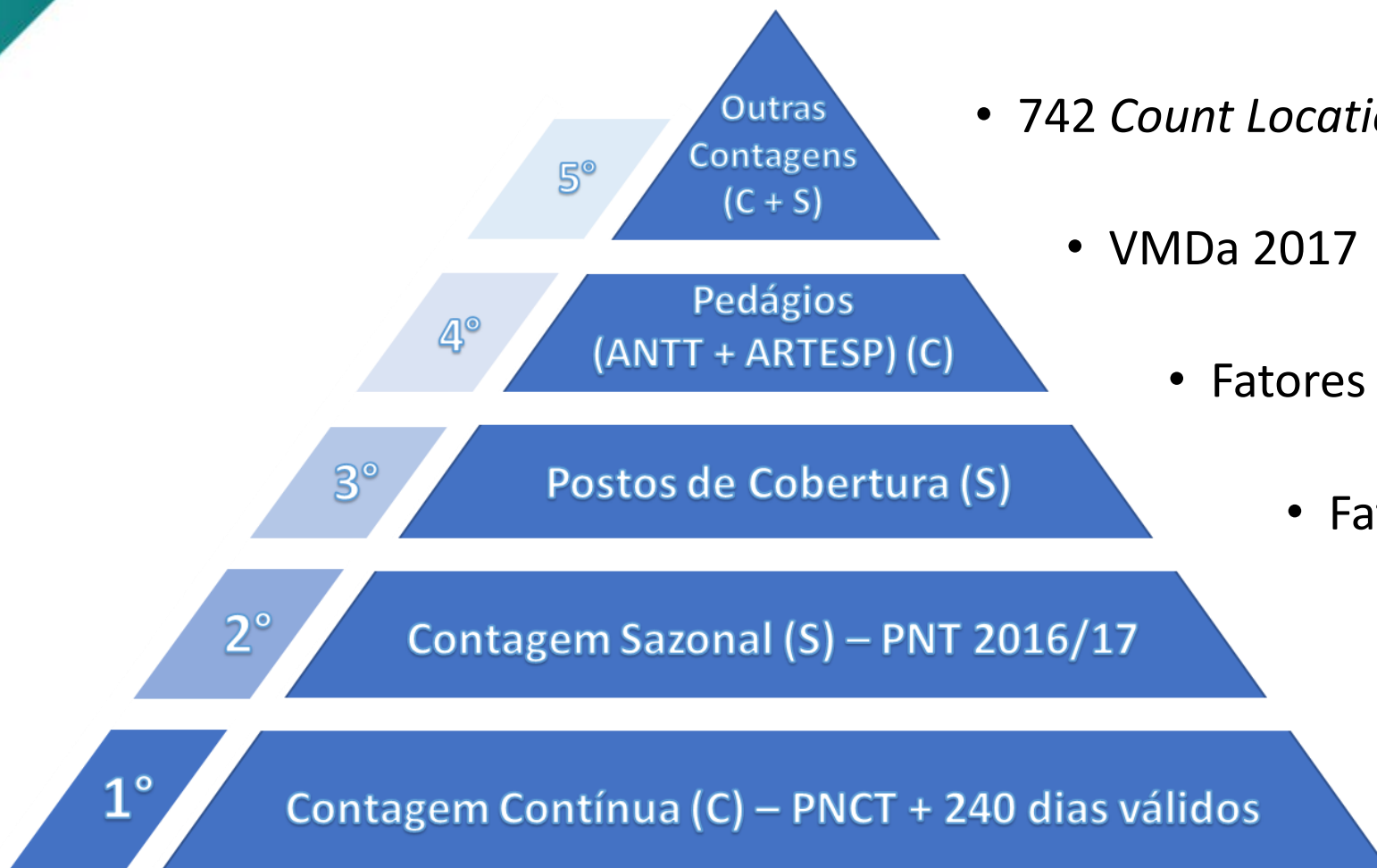
Total de Entrevistas (OD): **1.384.388 Entrevistas**

- Matriz Semente *Multi-class*



CRITÉRIOS ADOTADOS

Count Locations



- 742 *Count Locations*
- VMDa 2017
- Fatores de Projeção 15, 16 -> 2017
- Fatores de Sazonalidade (PNCT)

CRITÉRIOS ADOTADOS

Métricas de Desempenho do Modelo – Teste GEH

- O teste GEH, proposto por *Geoffrey E. Havers*, permite comparar dados de tráfego de dois conjuntos: estimados e contados. É uma variação do teste Qui-Quadrado que incorpora tanto o erro absoluto como o erro relativo.

$$GEH = \sqrt{\frac{2(M - C)^2}{M + C}}$$

M: fluxo alocado ou modelado

C: fluxo contado

Resultado ideal: 100% Faixa A

FAIXA	CLASSIFICAÇÃO	% FAIXA	% ACUMULADO
GEH < 5	A	60%	60%
5 ≤ GEH < 10	B	35%	95%
10 ≤ GEH < 12	C	5%	100%
GEH ≥ 12	D	0%	0%

AGENDA

- Atendendo ao Planejamento Estratégico
- A rede rodoviária vetorizada
- O método de estimativa de VMDe em rede
- Critérios adotados para estimativa do VMDe 2017
- Resultados preliminares
- Considerações Finais

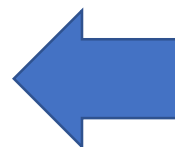
RESULTADOS PRELIMINARES

Comparações Modelagem VMDa 2016 x VMDa 2017

Modelagem VMDA 2017

- Base no SNV 201801B
- **Custo Generalizado**
 - Aprimoramento Relevô Predominante ✓
 - Aprimoramento Fatores de Sazonalidade ✓
- **Pontos com Contagem de Tráfego**
 - PNCT
 - PNT (2016 e 2017) ✓
 - Postos de Cobertura (Ampliou)
 - Pedágios ANTT e ARTESP ✓
- **Matriz O/D (Semente)**
 - 1ª e 2ª PNT 2016 + 1ª e 2ª PNT 2017 ✓
- **Multi-class (Passeio, Comerciais I e Comerciais II)** ✓

742



Modelagem VMDA 2016

- Base no SNV 2016/9 + SNV 2017/3
- **Custo Generalizado**
- **Pontos com Contagem de Tráfego**
 - PNCT
 - PNT (2016)
 - Postos de Cobertura
 - PNT (2011)
- **Matriz O/D (Semente)**
 - 1ª e 2ª PNT 2016
- **Multi-class (Leves e Pesados)**

376

A map showing a road network. A thick black line represents a main road, with several segments highlighted in red. One segment is labeled 'BR-387' in red text. Another segment, further to the left, is labeled 'BR-354' in red text. The map is partially obscured by text boxes on the right side.

Posto 46 - PNT 2017

VMDa Real - 8371/8539 - 16910

VMDa Est. - 8191/8384 - 16575

GEH - 2,58 - A

Equip. 243 - PNCT 2017

VMDa Real - 8059/8146 - 16205

VMDa Est. - 7868/7996 - 15864

GEH - 2,69 - A

AGENDA

- Atendendo ao Planejamento Estratégico
- A rede rodoviária vetorizada
- O método de estimativa de VMDa em rede
- Critérios adotados para estimativa do VMDa 2017
- Resultados preliminares
- Considerações Finais

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Os resultados da modelagem em sistemas de simulações em redes tem permitido estimar VMDa em segmentos rodoviários federais que não possuem dados referenciais de contagens (contínuas e/ou curto período).
- Esses resultados ampliam a dimensão do PNCT, permitindo que o DNIT seja subsidiado no planejamento sistêmico da rede rodoviária federal.
- Somente com o funcionamento de contagens contínuas, associadas com matrizes de origens e destinos é possível gerar tais estimativas.

ESTIMATIVA DE VM DA 2017

(METODOLOGIA E RESULTADOS)

Gláyston Mattos Ribeiro

Saul Germano Rabello Quadros