

PTR 2580 / PTR3514 / PTR5917

Sistemas Inteligentes de Transportes (ITS)

ATIVIDADE PRÁTICA 10

Construção de rede viária no Visum

DOCENTE

Prof. Dr. Claudio Luiz Marte

ROTEIRO

Gabriel Soares de Azevedo Sardano – Elaboração

Flávio Tapajós Weingrill Coelho Pereira – Revisão

Gabriela Therese Richert Tonus – Revisão

Gustavo Maciel de Camargo – Revisão

Murillo Tadeu Bessa Arabadgi – Revisão

Vinícius Gonçalves Ribeiro – Revisão

São Paulo

Segundo semestre de 2019

Laboratório sobre construção de rede viária no Visum

Este roteiro de laboratório será a introdução à simulação macroscópica de tráfego, também chamada de macrossimulação. Este será o primeiro roteiro de uma série que visa fornecer aos alunos conceitos e procedimentos básicos da criação de um modelo macroscópico. A primeira etapa, presente neste roteiro, tratará da construção da rede viária e da inserção das suas características, como capacidade e velocidade de fluxo-livre, de modo a aproximar o modelo da realidade.

Visão Geral da Macrossimulação

Um modelo macroscópico simula a dinâmica de tráfego de toda uma região. Por isso, conhecê-la é essencial. O primeiro aspecto a ser estudado é a oferta, ou seja, as condições que a região propicia aos viajantes. Suas ruas, avenidas, cruzamentos, linhas de transporte público etc. devem ser modeladas com todas as características que afetam o seu desempenho. Se, por exemplo, for atribuído a uma via um valor de capacidade muito alto, incoerente, ela atrairá grandes volumes de veículos no modelo, distorcendo o que acontece na realidade.

A partir do momento em que a oferta viária foi modelada, o próximo passo é a inserção da demanda no mesmo modelo. A demanda representa o comportamento das pessoas que utilizarão a rede viária, isto é, de onde elas vêm e para onde elas vão, e em que momento do dia se dá cada viagem. Para que este processo seja modelado, separa-se a região em estudo em diversas zonas, que são as origens e os destinos das viagens. Assim, com base em pesquisas Origem-Destino (O-D), constroem-se as chamadas matrizes O-D, contendo em cada casa o número de viagens que vão de uma zona (linha) para outra (coluna).

O-D	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
1	2	1	1	1	0	1	0	0	6
2	6	0	2	0	1	0	1	0	10
3	5	1	0	1	1	0	0	0	8
4	7	0	1	0	1	1	1	1	12
5	4	2	0	0	1	0	0	0	7
6	8	0	3	0	2	2	1	1	17
7	12	0	3	1	3	1	0	0	20
8	11	1	3	1	3	1	0	0	20
Total	55	5	13	4	12	6	3	2	100

Figura 1 - Exemplo de Matriz O-D

Após a modelagem da oferta e da demanda ter sido concluída, o software realiza a alocação, que nada mais é do que lançar sobre a malha viária construída as viagens determinadas na matriz. Para tal, o algoritmo simula a escolha de rotas dos usuários, baseando-se em uma função impedância, escolhida pelo usuário, que pode levar em conta quaisquer parâmetros desejados, como distância da viagem, tempo de viagem com fluxo livre, tempo com a rede carregada, custo financeiro da viagem etc. A partir daí, é só analisar os resultados obtidos e pensar em possíveis soluções e viabilidade de projetos.

Lista de procedimentos

1. Acessar o website <https://www.openstreetmap.org>
Obs.: Caso encontre problemas para acessar o site, pule para o item 5. Lá, será requisitado um arquivo de mapa. Você deverá utilizar o arquivo *map.osm*, na mesma pasta do roteiro.
2. Clique em **Exportar > Selecionar outra área manualmente** (abaixo do retângulo)
3. Clique nas coordenadas no retângulo à esquerda e insira as que constam na Figura 2

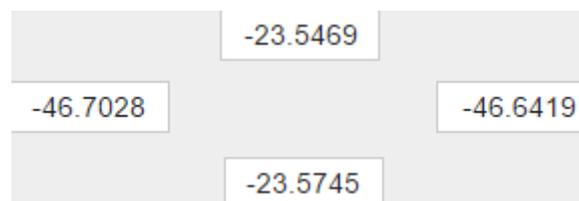


Figura 2

Com essas coordenadas, estaremos selecionando uma área em torno do corredor Rebouças, da Marginal Pinheiros até o Centro. Ela será nossa área de estudo.

4. Clique em **Exportar**. Caso a exportação não seja bem sucedida, volte à página anterior, selecione novamente a mesma área e, desta vez, clique em **API Overpass**. Com o arquivo baixado, altere seu nome para *map.osm*, pois só assim o Visum o reconhecerá como uma rede.
Obs.: Se, ainda assim, o download não for completo, utilize o arquivo *map.osm*, na pasta do Roteiro.

5. Agora, abra o Visum. No canto superior esquerdo, vá em **File > Import > OpenStreetMap**. Na caixa **OSM-Files**, selecione o arquivo baixado. Marque a última opção e clique em **OK** (Figura 3).

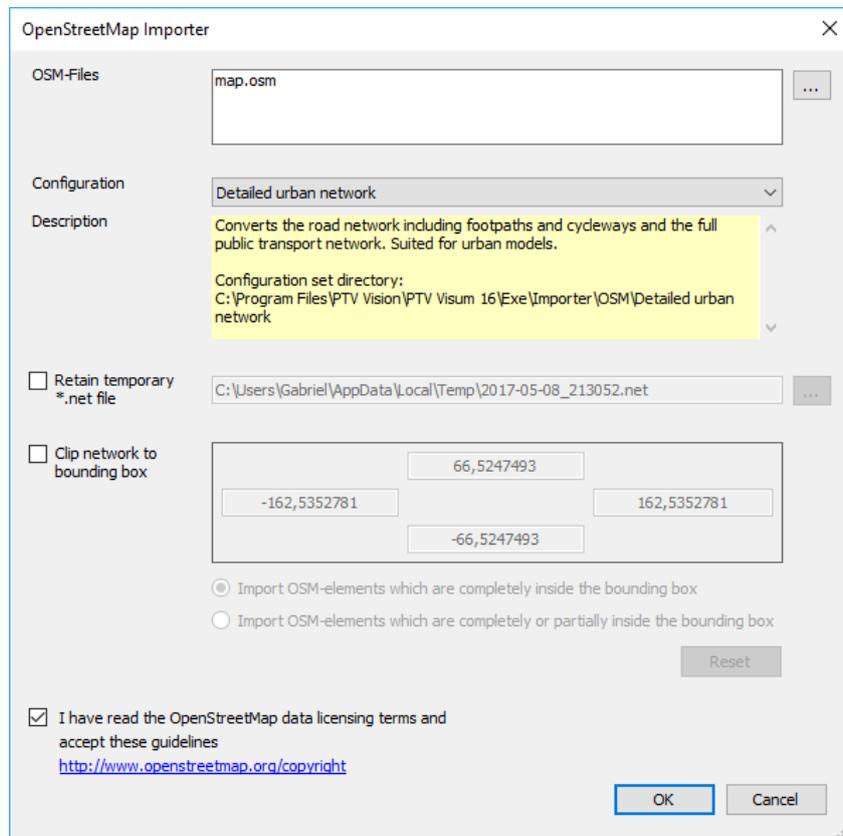


Figura 3

6. Para melhorar a visualização, iremos desativar alguns elementos. No menu à esquerda, na janela *Network*, estão listados todos os elementos da rede. Para desativá-los, clicamos em seus **símbolos**, deixando-os cinza. Faremos isso para os POIs (Points of Interest) e os Stop Points.

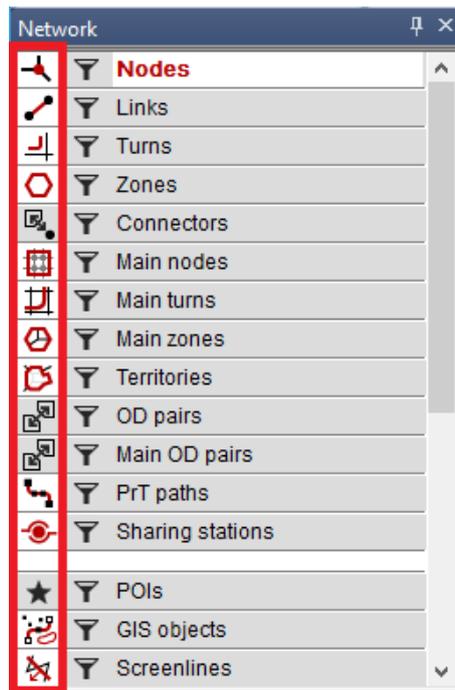


Figura 4 - Exemplo destacando os símbolos

7. Pensando numa análise futura, iremos importar os pontos de contagem da CET. No canto superior esquerdo, vá em **File > Import > Shapefile**. Abra o arquivo *PONTOSDECONTAGEMCET.shp*. Na janela seguinte, em *Read as*, escolha **Territories** (Figura 5), **ative a caixa Read additively** e clique em **OK**. **Clique em Do not save** e clique em **OK** mais uma vez.

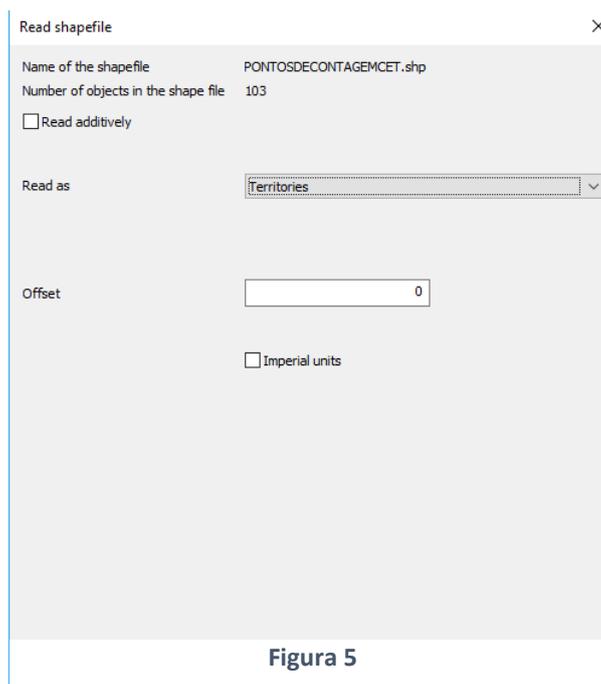


Figura 5

8. Agora, temos representados no mapa todos os pontos de contagem da CET na região. Para melhorar a visualização, vamos representá-los de outra maneira. Primeiro, na parte superior da tela, vá em **Graphics > Edit Graphic Parameters**. Selecione o item *layer* no menu à esquerda, e então coloque o *layer Territories* acima dos *layers* de *links* e *nodes* (Figuras 6 e 7) utilizando as setas no canto superior direito.

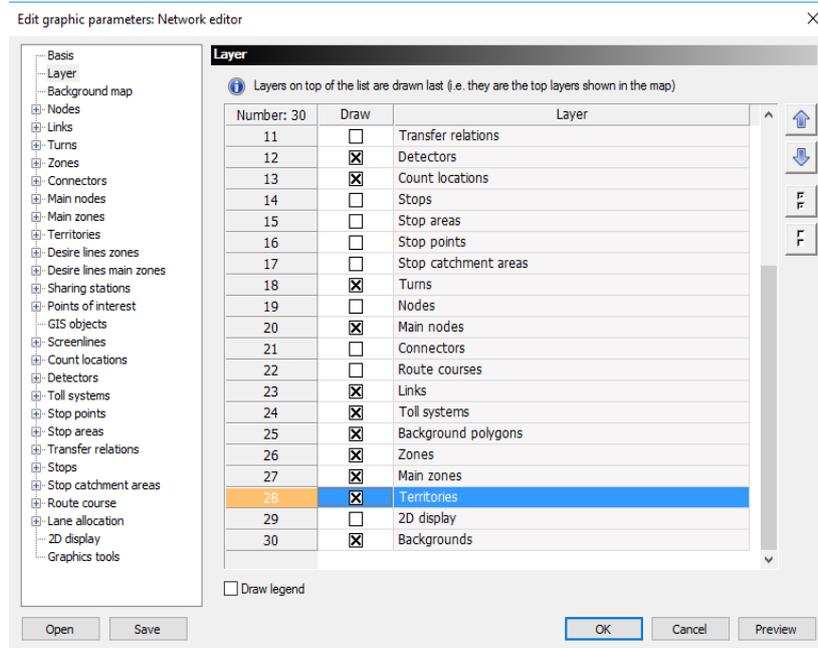


Figura 6

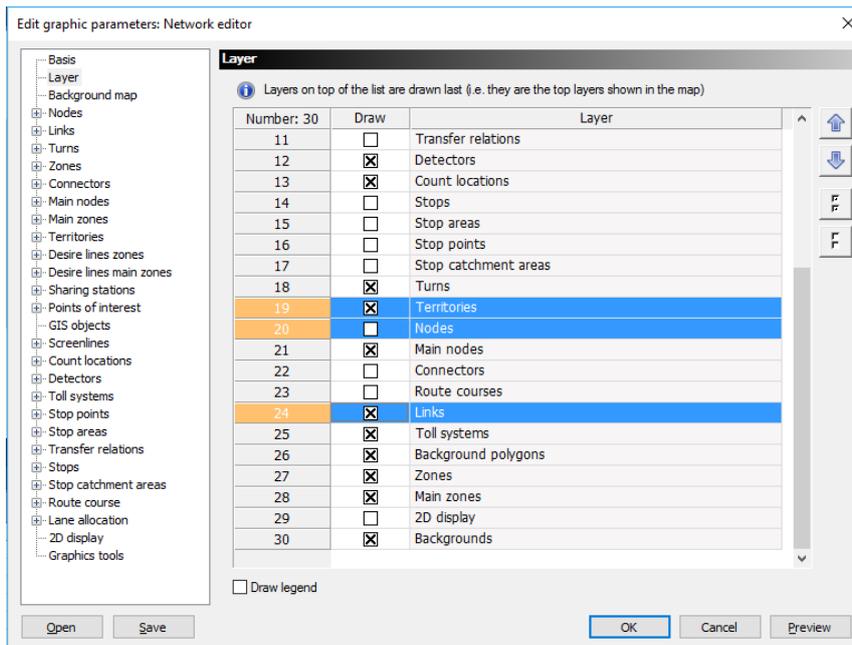


Figura 7

9. Ainda dentro da janela *Edit Graphic Parameters*, vá em **Territories > display**. Em *Point object Type*, selecione **Symbol**, e escolha o triângulo vermelho, de modo que os pontos de contagem se destaquem dos outros elementos. Clique em **OK**.
10. Para melhorar a visualização, excluiremos os pontos de contagem que não serão utilizados. Iremos construir um polígono incluindo os pontos que desejamos e excluindo os outros. Para isso, clique no **Spatial Selection Mode** , terceiro ícone da barra do *Network editor*, localizada acima da área de visualização. Repare que na aba *Network* à esquerda todos os elementos estão marcados . Clique em **F**, à direita da barra do *Network editor*, e ative de volta apenas *Territories*.
11. **Pressione Ctrl** e selecione o primeiro vértice. Então, construa um polígono como o da Figura 8. **Pressione Enter** quando finalizá-lo. Dos pontos selecionados, quatro deles não estão conectados à rede viária, como mostra a Figura 9.

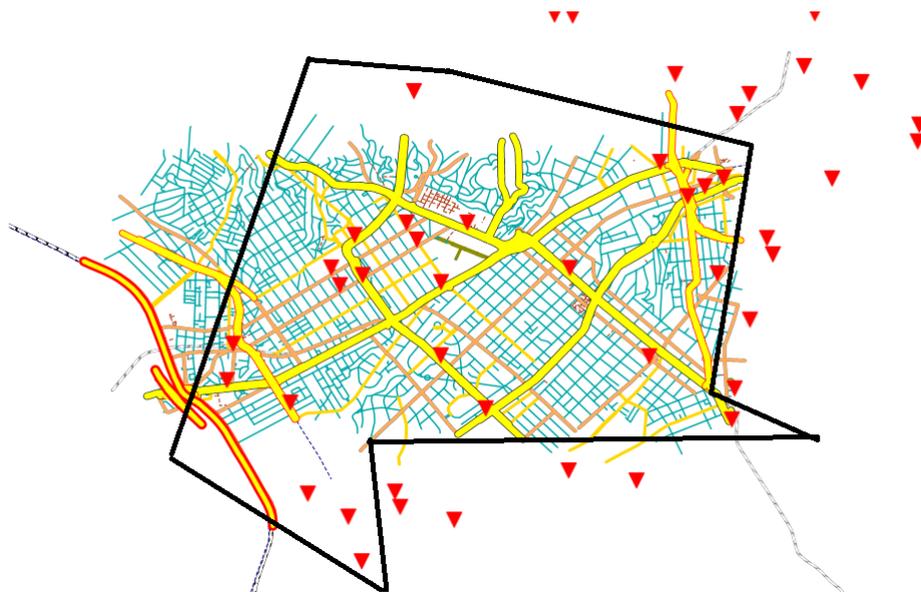


Figura 8 - Polígono

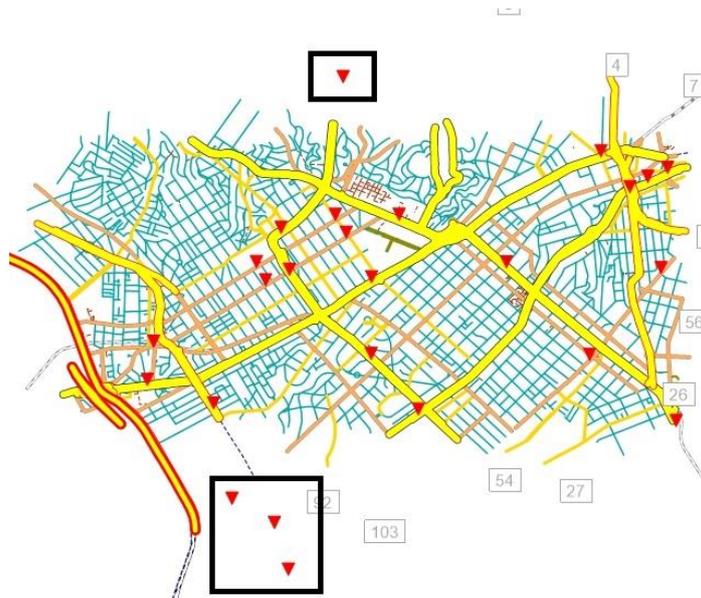


Figura 9 – Pontos de contagem

12. Para verificar se o passo anterior foi feito corretamente, vá em **Lists > Network > Territories**. Ative o botão **Show only active territories** , na aba superior. Devem aparecer 26 pontos de contagem listados. Em caso contrário, volte ao mapa, na aba *Network editor* e **pressione Ctrl+Z**. Em seguida, repita os passos 10 e 11.
13. Na aba inferior, é possível alternar entre as janelas. **Volte ao Network Editor** e, na sua barra de ferramentas, **clique em Invert Spatial Selection** . Este comando inverterá o filtro, ou seja, os pontos de contagem ativos serão os que não constam na Figura 9.
14. No menu *Network*, **clique com o botão direito em Territories, e então em multi-delete. Confirme com OK.**
15. **Clique em Invert Spatial Selection**  novamente, e **volte ao Edit Mode** .
16. No menu *Network* à esquerda, **clique com o botão direito no símbolo dos links** . A janela *Edit Graphic Parameters* será aberta. Nela, você pode visualizar a representação classificada e alterá-la caso seja necessário.

Para chegarmos na rede ideal, que será utilizada nas próximas atividades de laboratório, devemos excluir alguns *links*, de modo a ficar somente com os de maior relevância. Também devemos construir novos *links*, visando abranger a área de estudo desejada e incluir na rede os pontos de contagem isolados.

17. Na aba superior, vá em **Lists > Network > Link Types**.

18. **Repare:** há diversos tipos de *links*, e cada um possui uma numeração. Eles são classificados conforme suas propriedades, como capacidade por faixa (*CapPrT*), número de faixas (*NumLanes*), velocidade de fluxo livre (*VOPrT*) e os sistemas de transporte aos quais eles atendem (*TsysSet*). Nos próximos passos, iremos excluir os *link types* cuja coluna *No* possua numeração de 0 a 19 e acima de 59. De modo geral, eles abrangem as vias locais, a Marginal Pinheiros e as linhas de transporte público.

Obs.: As vias locais não nos interessam porque queremos analisar apenas os grandes fluxos, e sua retirada não gera impactos significativos na simulação. A Marginal Pinheiros não faz parte da área de estudo, então não a consideraremos na simulação, mas os veículos trazidos à área de estudo por ela serão simulados. Por fim, as linhas de transporte público serão excluídas pelo foco desta atividade ser o transporte privado.

19. **Volte ao Network Editor.**

20. No menu à esquerda, **clique com o botão direito no símbolo de filtro de Links** . A janela *Filter for Links* será aberta.

21. **Clique abaixo de Attribute e selecione Type Number. Pressione OK.**

22. Na última casa (role a barra para a direita), **clique nos três pontos, selecione os Link Types do 20 ao 59 e clique em OK.** Agora, **marque a caixa Complement**, na terceira coluna. **Clique em OK.**

Obs.: Com a opção *Complement*, fazemos com que o filtro seja invertido. Ou seja, os números que estarão selecionados são, na verdade, de 0 a 19 e acima de 59.

23. No menu *Network*, **clique com o botão direito em Links e vá em Multi-Delete.** **Clique em Yes** na janela que abrir e a seguir em **Yes for All.**

24. **Clique com o botão esquerdo no filtro dos Links e desative-o.** Observe que a rede encontra-se agora muito simplificada e contendo apenas as vias de maior hierarquia na área de estudo.

25. O próximo passo será criar novos *links* para abranger todos os pontos de contagem. Para isso, precisamos do *Background Map* ativado. Então, **clique no símbolo da Terra na aba superior** .

26. Antes de mais nada, verifique se os Nodes estão visíveis, clicando no símbolo  até que você os enxergue.

27. Clique em **Nodes** no menu *Network*. Clique no primeiro ícone em **Network Editor**  para adicionar novos nós. Serão criados, ao todo, 7 nós.

- a. Crie 2 nós no cruzamento entre a Av. Brigadeiro Faria Lima e a Av. Cidade Jardim, sendo um para cada pista, ignorando ou deletando o já existente (Figura 10).



Figura 10

- b. Crie mais 2 nós na Av. Brigadeiro Faria Lima depois do último ponto de contagem, como na Figura 11.

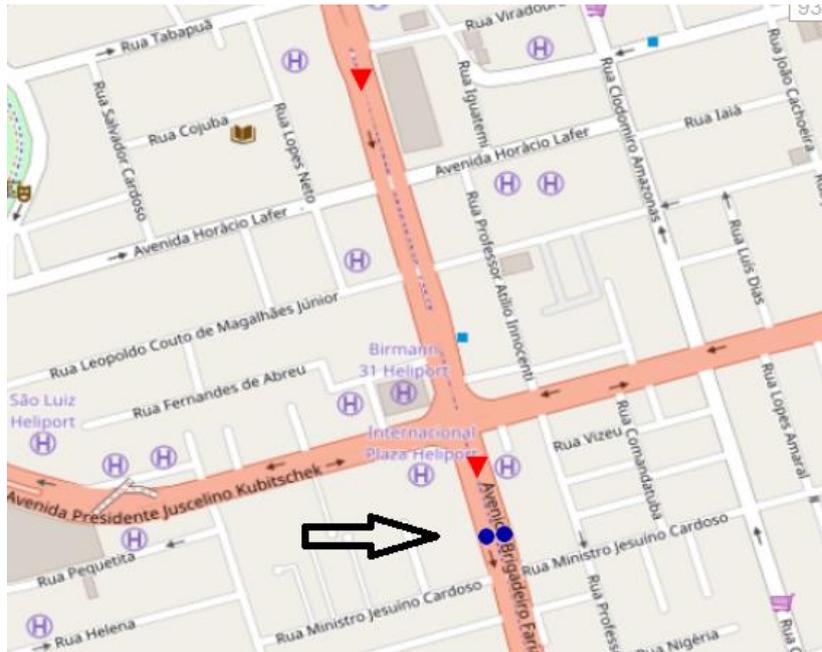


Figura 11

- c. Crie um nó na Av. Cidade Jardim, também depois do ponto de contagem, como na Figura 12.

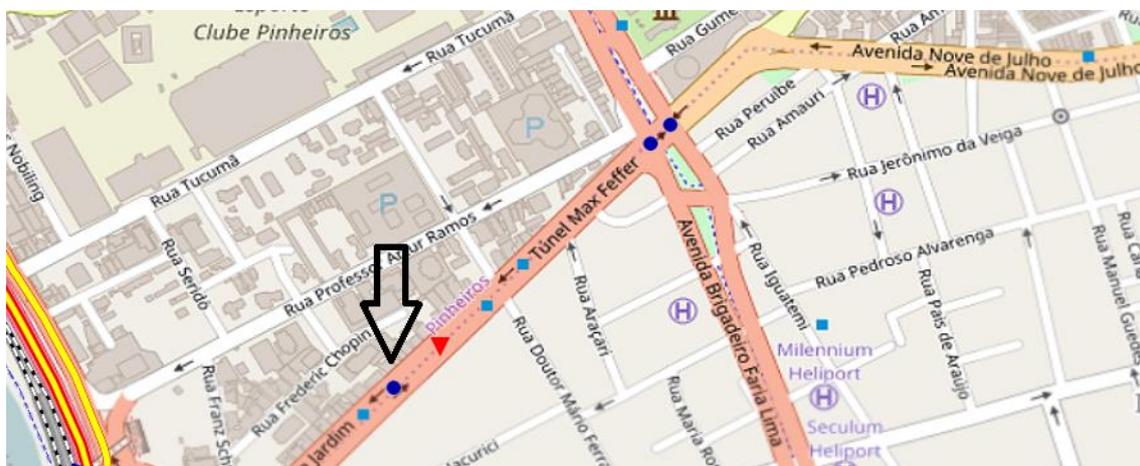


Figura 12

- d. Por fim, crie dois nós na Avenida Sumaré, na parte superior da rede, como na Figura 13. Posicione-os depois do ponto de contagem.

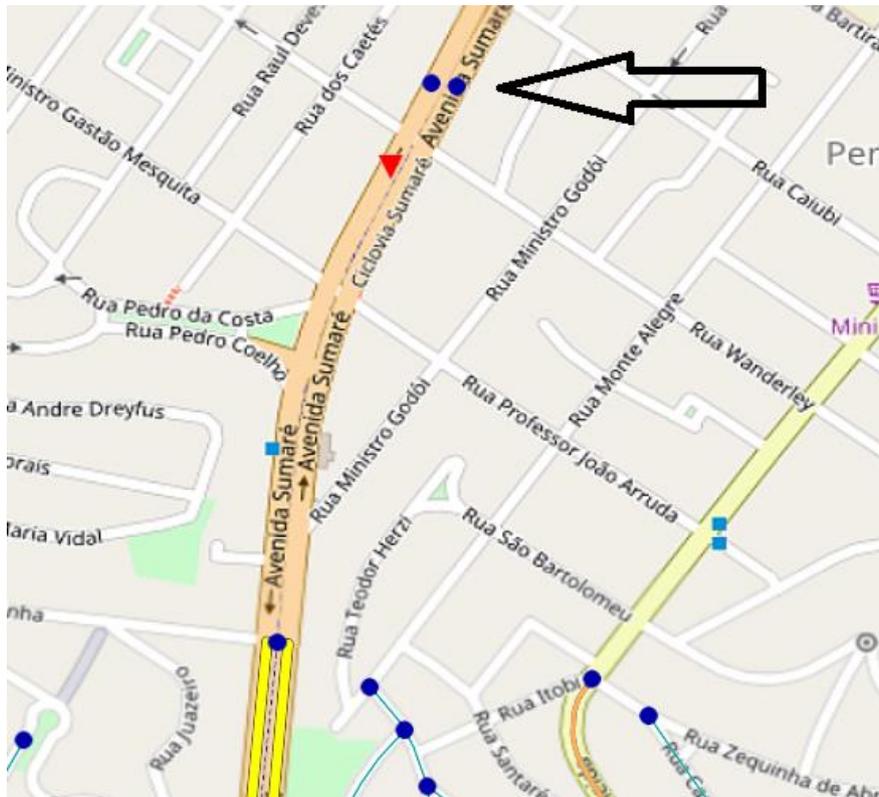


Figura 13

28. Antes de criarmos um *link*, devemos conhecer o *Link Type* dele. **Saia do Insert Mode** clicando na seta (Edit mode)  e **clique em Links** no menu *Network*, à esquerda. **Clique duas vezes** em um *link* da Av. Brigadeiro Faria Lima, e observe o espaço *Type*. Ele indica a classe em que se encontra esse *link*, e o seu *Type Number*, que para esta Avenida é 22. Faça o mesmo para a Avenida Sumaré e para a Avenida Cidade Jardim.

Obs.: Av. Sumaré é classificada como 32 e a Cidade Jardim como 41.

29. Agora, **volte ao Insert Mode**. Primeiramente, iremos estender a Faria Lima. É mais fácil criar os *links* no sentido do fluxo. Então, para o sentido Sul, **clique no último nó que já existia nessa avenida**. Temos que ligar ele ao nó criado. **Vá clicando ao longo da via para acompanhar sua geometria e finalize clicando no nó criado**. Haverá dois trechos, um até o cruzamento com a Av. Cidade Jardim e outro até o nó depois do ponto de contagem (Figuras 14, 15 e 16). Ao finalizar

cada um dos trechos, aparecerá a janela *Create Link*. Nela, **selecione o Type Number 22** e ative a opção **Close Opposite Direction** (Figura 17).

30. Faça o mesmo para o outro sentido e para a Avenida Sumaré e Cidade Jardim. Ao final do processo, a rede deverá ficar como na Figura 18.

Obs.: A Av. Cidade Jardim deve ser representada apenas por um *link* que possua os dois sentidos. Por isso, a opção *Close Opposite Direction* deverá ficar desativada.

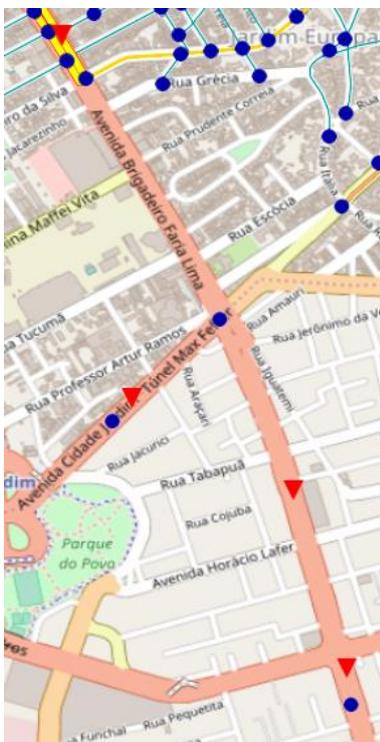


Figura 14- Inicial



Figura 15 - 1º trecho



Figura 16 - 2º trecho

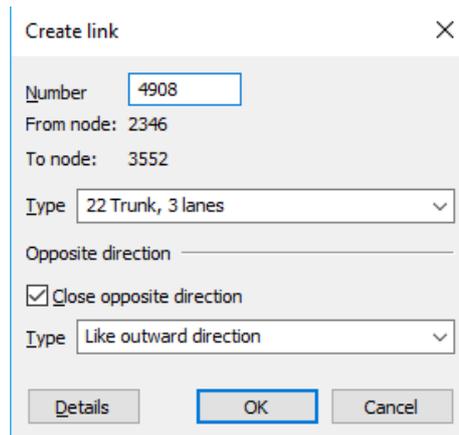


Figura 17

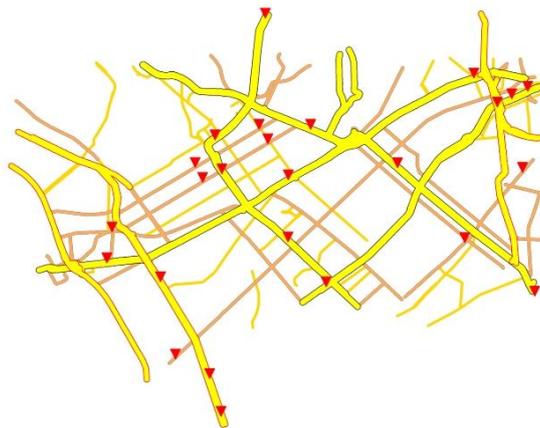


Figura 18

31. Temos que editar o cruzamento Cidade Jardim – Faria Lima que acabamos de criar. **Selecione Nodes** no menu *Network*, à esquerda e, no *Edit Mode* , **clique duas vezes no nó da intersecção da pista sentido Sul da Faria Lima com a Cidade Jardim**. A janela *Junction Editor* será aberta.
32. No menu *Views* à esquerda, **clique em Turns**. Cada coluna representa uma conversão permitida. **Exclua as Turns (colunas) 2, 3, 6 e 9 simultaneamente, pressionando Ctrl**. O cruzamento ficará como na Figura 19.

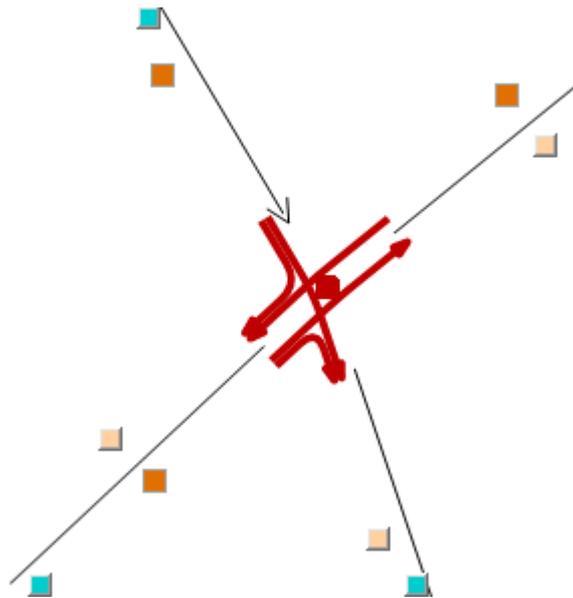


Figura 19

33. **Volte ao Network Editor e, dessa vez, edite o nó referente à pista sentido Norte da Faria Lima, excluindo os Turns 3, 5, 6 e 9 para ficar como na Figura 20.**

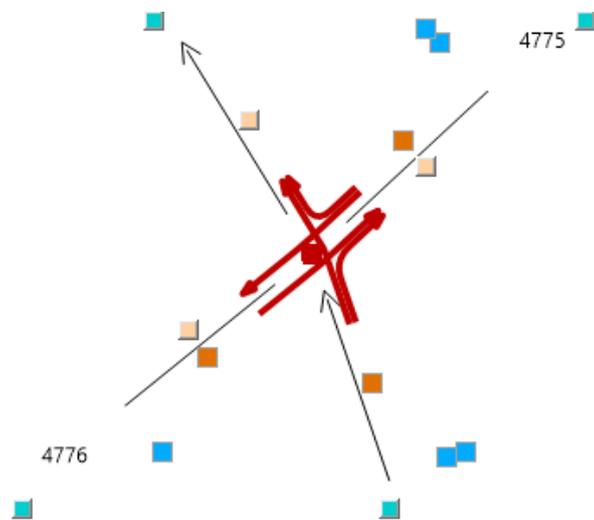


Figura 20

Agora, a estrutura física da nossa rede está adequada. Porém, a classificação das vias não é a mais usual no Brasil, e as propriedades das vias ainda estão do jeito que foram importadas, e precisam ser modificadas para os dados reais. Estes são os

problemas que resolveremos a seguir, de modo que seja mais fácil trabalhar com esta rede no futuro.

34. **Volte ao Network Editor.**

35. **Clique com o botão direito no símbolo de links** . A janela *Edit Graphic Parameters* será aberta.

36. Repare que ainda há classes para os links que não existem mais. Sendo assim, **exclua as classes de 1 a 4 e de 9 a 16**, selecionando-as e clicando no ícone .

37. Agora, **altere os nomes das classes** clicando duas vezes em seu nome, conforme a tabela 1. É importante ressaltar que esta correspondência entre classes não é algo com base científica ou normativa, mas sim um método usual entre os usuários do *OpenStreetMap*. Como nossa atividade não tem rigor científico, não há problemas em utilizá-la.

OpenStreetMap	Classificação usual
Trunk	Expressa
Primary	Arterial
Secondary	Coletora primária
Tertiary	Coletora secundária

Tabela 1

O próximo passo será analisar as chamadas *Volume Delay Functions* (VDF) para cada tipo de *link*. Essas funções representam a interação entre o volume de veículos nas vias e o tempo levado ao percorrê-las. Há diversas funções diferentes para representar esse comportamento, e o usuário deve escolher a que mais se adequa às condições locais. O Gráfico 1 mostra um exemplo de VDF, a Bureau of Public Roads (BPR). O eixo X diz respeito ao grau de saturação, que é a relação entre o fluxo momentâneo e a capacidade da via. Já o eixo Y mostra o tempo levado para percorrer a via em função do tempo levado na velocidade de fluxo livre.

$$\text{A equação desta função é } t_{cur} = t_0 \times \left(1 + a \times \left(\frac{q}{q_{max} \times c} \right)^b \right)$$

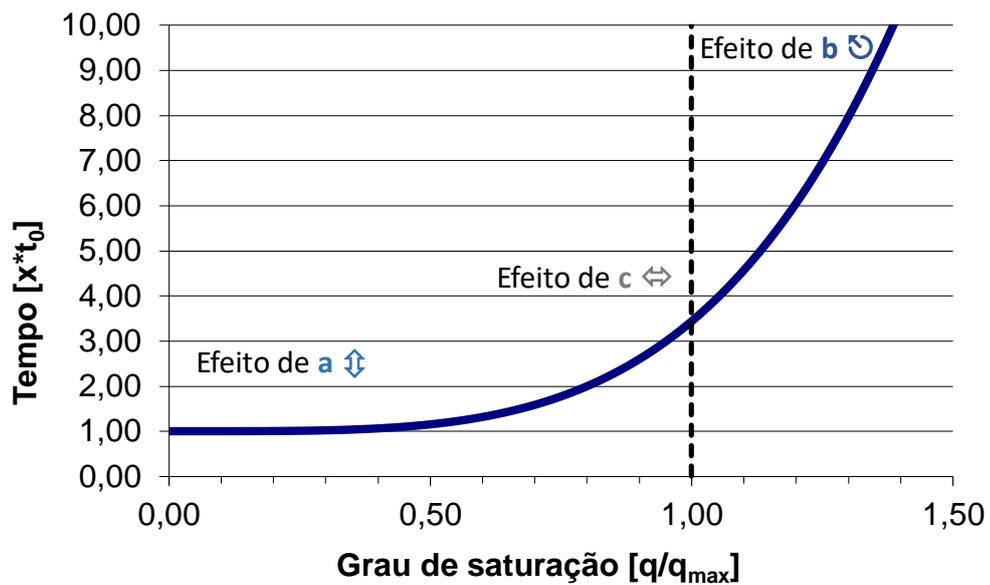


Gráfico 1

38. Na aba superior, vá em **Calculate > General procedure settings > PrT settings > Volume-delay functions**. Observe que a função BPR já foi atribuída a todos os *Link Types*. Por falta de dados das vias, deixaremos como na configuração *Default*, atribuindo a função BPR, também usada pela CET em São Paulo, para todos os *links*.
39. Na tabela à direita, **clique na função número 1**. Observe que os parâmetros a, b e c podem ser alterados conforme o interesse do usuário.
40. Ainda em *General procedure settings*, **clique em Impedance**, no menu à esquerda. Aqui, você pode definir a função impedância, ou custo generalizado, que o programa calculará para determinar a melhor rota para cada viagem, simulando a escolha de rotas dos usuários da rede.
41. Na segunda linha, **clique em Functions**, na coluna *Links*. Observe que a função utilizada é $f(x) = 100 \times TCur_PrT Sys(CAR)$. Ou seja, ela só considera o tempo de viagem quando a rede está carregada. Nós deixaremos como está, mas poderiam ser inseridos na função outros atributos, como distância das rotas, que influenciariam no consumo de combustível e poderiam influenciar a decisão do motorista.
42. Os valores de capacidade, velocidade de fluxo livre e número de faixas não serão alterados por falta de informações à respeito das vias.