

PTR 2580 / PTR5917

Sistemas Inteligentes de Transportes (ITS)

**ATIVIDADE PRÁTICA 4 (Lab\_ITS\_4)**

**VISSIM (Validação de uma Rede de Simulação)**

**DOCENTE**

Prof. Dr. Claudio Luiz Marte

**ROTEIRO**

Larissa Lourenço Ramos Zipoli – Elaboração

Letícia Alves Chijo – Elaboração

Pedro Henrique Linhares Fernandes – Elaboração

*São Paulo*

*Segundo semestre de 2016*

## Laboratório de ITS: validação de uma rede de simulação

No último laboratório (*Laboratório de ITS: Construção de uma Rede de Simulação*), abordamos os passos para a concepção de uma rede. Com um exemplo prático, foi possível criar e configurar os principais elementos do VISSIM que compõem uma rede de microsimulação para estudo de soluções em ITS (e também outras alternativas).

No entanto, é necessário notar que cada estudo de caso requer a criação de elementos específicos. Dependendo-se do objetivo da simulação, mais variáveis podem entrar para a rede, como por exemplo a programação semaforica para avaliar a Prioridade Semaforica Condicional (TSP).

Para construir uma rede de simulação que efetivamente represente a situação real observada, é necessário realizar procedimentos para ajustar a rede. Este passo do trabalho é denominado de **calibração ou validação** de uma rede de simulação. Consiste em realizar simulações sucessivas com o objetivo de avaliar o desempenho da rede comparando-se com o desempenho observado na operação real do trecho, representado pelos dados oficiais de tráfego (CET e SPTrans).

No caso que trabalharemos, de um Trabalho de Formatura apresentado na Escola Politécnica da USP: *Estudo de viabilidade e impactos da aplicação de ferramentas ITS em faixas e corredores de ônibus*, estavam disponíveis os dados da Pesquisa de contagem da CET e os dados de movimentação dos ônibus (em banco de dados tratados como visto no *Laboratório de ITS: Sistemas Gerenciadores de Banco de dados*). Ou seja, as variáveis registradas nessas medições são os **volumes** e as **velocidades** em determinados trechos das vias.

Isso significa que a calibração da rede será feita em função das velocidades e do volumes dos ônibus e demais veículos. O processo se conclui quando obtivermos, em nossa rede, volumes e velocidades semelhantes.

## MÉTODO DE ANÁLISE DA CET

O primeiro passo na validação é compreender como os dados reais são coletados, para que possamos simular também a mesma maneira de coleta na rede. Para inserir um coletor de velocidade, por exemplo, precisamos saber se a velocidade calculada pela CET é a velocidade instantânea de um veículo (como a medida por um radar) ou se é a velocidade média observada em um trecho.

### Método da CET para a contagem de volumes

Em tráfego, o volume é definido pela quantidade de veículos que atravessa determinada seção da via em certo intervalo de tempo. Na contagem volumétrica, a CET determina os volumes em pontos da via especificando o sentido do fluxo e a composição desse (classificação em automóveis, motocicletas e caminhões). Assim, para cada seção escolhida (Figura 1), um ou mais pesquisadores são posicionados com contadores manuais e coletam os números de cada tipo de veículo em intervalos de 15 minutos, no período da manhã, das 7h00 às 10h00, e à tarde das 17h00 às 20h00. A partir desses números, determinam-se o **volume simples** de veículos - soma de todos os tipos de veículos - e o **volume equivalente** - a soma tem cada tipo de veículo ponderado, como ônibus e caminhões com peso dois no cálculo - como descritos na Figura 2.

Em seguida, calcula-se um **Fator Hora Pico (FHP)** para medir a variação volumétrica em quinze minutos dentro da hora do maior volume equivalente. Na verdade, esse fator revela o período com maior volume equivalente encontrado, como um quociente entre o volume equivalente total da hora dividido pelo quádruplo do volume máximo encontrado em quinze minutos.

Rota 07G - Radial Leste (R. Melo Freire, Av. Alcântara Machado)

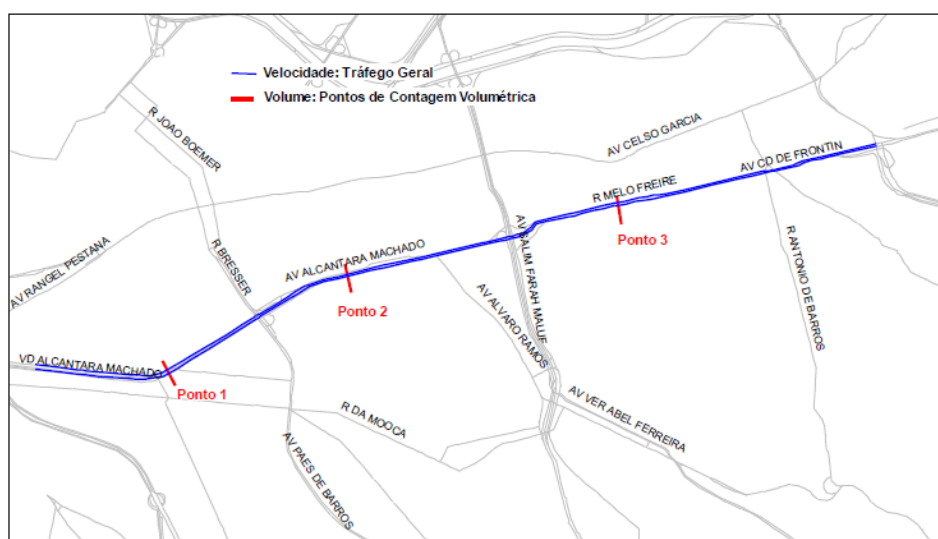


Figura 1 - Pontos determinados para a Rota 07G - Radial Leste, abordada no laboratório (CET, Companhia de Engenharia de Tráfego. Pesquisa de monitoração da Mobilidade: 2014).

Ponto 1 \* Av. Radial Leste, entre Viad. Alcântara Machado e R. dos Trilhos

Pico Manhã									
Hora	Auto	Ônibus		Cami-nhões	Motos	Bici-cletas	Volume Total		FHP
		Urb	Fret				Simp.	Equiv.	
07:00 - 08:00	7.040	142	1	12	2.102	12	9.309	9.456	0,96
07:15 - 08:15	6.806	155	2	14	2.275	13	9.265	9.427	
07:30 - 08:30	6.484	151	2	14	2.351	14	9.016	9.174	
07:45 - 08:45	6.354	157	4	14	2.300	14	8.843	9.009	
08:00 - 09:00	6.182	149	4	16	2.165	12	8.528	8.689	
08:15 - 09:15	5.959	138	4	20	2.062	9	8.192	8.348	
08:30 - 09:30	5.784	130	3	26	1.943	7	7.893	8.047	
08:45 - 09:45	5.622	126	1	28	1.739	6	7.522	7.673	
09:00 - 10:00	5.407	129	1	27	1.511	4	7.079	7.233	
Total 3 horas	18.629	420	6	55	5.778	28	24.916	25.378	0,90

Figura 2 - Volumes obtidos no ponto 1 da Rota 07G - Radial Leste, no sentido bairro - centro no período da manhã (CET, Companhia de Engenharia de Tráfego. Pesquisa de monitoração da Mobilidade: 2014).

### Método da CET para a determinação da velocidade

No método de determinação da velocidade e do tempo de retardamento, a CET subdivide a via em trechos delimitados por suas transversais, as quais funcionam como pontos de controle. A partir dessa definição, veículos-teste com dois pesquisadores embarcados com cronômetros em cada veículo e com um mapa da rota e os respectivos pontos de controle podem trafegar a via. O primeiro cronômetro registra os tempos de percurso de cada trecho e o segundo coleta os tempos parados durante o trajeto (tempos de retardamento). Com esses valores, a velocidade média (em km/h) é calculada pelo quociente entre a distância do trecho e o tempo médio gasto (tempo de percurso) para cada ponto de controle (Figura 3), nos quais o tempo de retardamento é zerado. As rotas são realizadas nos dois sentidos por dois dias, nos períodos das 7h00 às 10h00 e das 17h00 às 20h00.

Rota 07G - Radial Leste (R. Melo Freire, Av. Alcântara Machado)

Sentido: Bairro - Centro

Data: 19/05/2014 a 28/05/2014

Via	Trecho Início	Trecho Fim	Dist (m)	Manhã										
				Geral	Vel. Média (km/h)			Tempo Médio (mm:ss)				Ret. (%)		
					01	02	03	Geral	S/ Ret.	C	F	O	T	
<b>TOTAL DA ROTA</b>			<b>7.900</b>	<b>17,5</b>	<b>13,7</b>	<b>16,0</b>	<b>28,0</b>	<b>27:00</b>	<b>18:37</b>	<b>23</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>31</b>	
Av. Conde de Frontin	01.Vd. Eng. Alberto Badra	02.Vd. Antônio de Barros	950	36,8	29,4	43,0	41,5	01:32	01:31	0	2	0	2	
R. Melo Freire	02.Vd. Antônio de Barros	03.Vd. Carlos Ferraci	1.450	25,3	17,7	28,2	37,3	03:26	02:40	9	14	0	23	
R. Melo Freire / Av. Alc. Mach.	03.Vd. Carlos Ferraci	04.Av. Alvaro Ramos	1.650	19,2	12,5	18,7	43,4	05:09	03:48	23	3	0	26	
Av. Alcântara Machado	04.Av. Alvaro Ramos	05.R. Siqueira Bueno	600	20,5	26,7	11,3	49,1	01:45	01:17	26	0	0	26	
Av. Alcântara Machado	05.R. Siqueira Bueno	06.Vd. Bresser	1.050	9,8	7,4	7,6	25,0	06:26	03:35	33	12	0	45	
Av. Alcântara Machado	06.Vd. Bresser	07.R. dos Trilhos	850	10,5	8,4	9,9	15,4	04:50	02:37	27	18	0	45	
Av. Alcântara Machado	07.R. dos Trilhos	08.R. Carneiro Leão	1.350	20,9	20,6	24,4	18,4	03:52	03:09	19	0	0	19	

Figura 3 - Velocidades obtidas em 7 trechos da Rota 07G - Radial Leste no sentido bairro-centro no período da manhã (CET, Companhia de Engenharia de Tráfego. Pesquisa de monitoração da Mobilidade: 2014)

## Método de cálculo da velocidade dos ônibus da SPTrans

Para obter a velocidade dos ônibus, utilizaremos dados da base da SPTrans, com a qual trabalhamos no Laboratório 1 (Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados).

Relembrando um pouco o procedimento da coleta e tratamento desses dados:

- Primeiramente, escolhemos um local de onde foram coletados esses dados, criando assim um filtro espacial para nossa pesquisa
- Em seguida, foram escolhidos outros filtros (neste caso, serão utilizados data e horário)
- Por fim, a pesquisa foi feita no banco de dados, mas os dados resultantes ainda precisam passar por um segundo tratamento em um SIG. Tal atividade foi contemplada no Laboratório 2 (SIG Dinâmico e Mapas Virtuais).
- No Laboratório 2, os dados de localização foram importados para o QGIS, onde puderam ser melhor filtrados (apenas os dados que passavam por uma determinada via eram relevantes).

Todo este processo já foi realizado para o trecho que estudaremos neste laboratório. Os dados com os quais você trabalhará hoje podem ser encontrados na tabela **Radial\_7G\_CBT**, localizada no diretório **E:\PTR2580\Laboratório 04 - Validação de uma Rede de Simulação\Cálculo SPTrans**. que são dados referentes à rota 7G (nomenclatura da CET), no sentido Centro-Bairro coletados no pico da tarde (das 17h às 20h). Neste caso, trabalharemos apenas com os dados do dia 20/05/2014 para facilitar o processo didático, entretanto, quanto mais dados forem utilizados, maior será a precisão do resultado.

1. Abra a planilha Radial\_7G\_CBT.
2. Observe os dados nela contidos: Hora, IDOnibus, Long, Lat, Linha e Tipo. A coluna Data foi omitida pois todas as datas são iguais a 20/05/2014.

1	Hora	IDOnibus	Long	Lat	Linha	Tipo
2	19:19:57	35024	-46,597085	-23,545397	4313	10
3	19:21:22	35024	-46,590063	-23,543957	4313	10
4	19:22:47	35024	-46,588477	-23,543615	4313	10
5	17:50:11	35060	-46,597567	-23,545605	4315	10

Figura 4 - Amostra da tabela Radial\_7G\_CBT

3. Esses serão os dados utilizados para calcular a velocidade dos ônibus.

A velocidade será calculada de maneira bem simples: para cada ônibus, calcularemos a distância percorrida entre o primeiro e o último registro e o tempo que esse percurso demorou para ser realizado. Dividindo esses dois resultados ( $V = \Delta S / \Delta t$ ), obteremos uma velocidade média para cada ônibus no trecho. Por fim, será feita uma média de todas essas velocidades calculadas de cada ônibus, obtendo-se, assim, a velocidade média que será utilizada na calibração do modelo.

4. Para facilitar os cálculos da distância entre dois pontos, transformaremos as coordenadas para o sistema UTM. Para isso, será utilizado um programa do IBGE chamado ProGrid.

- Primeiramente, copie as colunas de Longitude e Latitude da tabela de dados e cole em um bloco de notas, apagando, então, a primeira linha (cabeçalho), de forma que fiquem apenas duas colunas com os números.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Hora	IDOnibus	Long	Lat	Linha	Tipo						
2	19:19:57	35024	-46,597085	-23,545397	4313	10						
3	19:21:22	35024	-46,590063	-23,543957	4313	10						
4	19:22:47	35024	-46,588477	-23,543615	4313	10						
5	17:50:11	35060	-46,597567	-23,545605	4315	10						
6	17:51:36	35060	-46,591623	-23,544327	4315	10						
7	17:53:01	35060	-46,589312	-23,543793	4315	10						
8	17:52:09	35062	-46,593778	-23,544698	3459	10						
9	17:53:34	35062	-46,590923	-23,544155	3459	10						
10	17:54:59	35062	-46,588217	-23,54362	3459	10						
11	17:25:25	35067	-46,593882	-23,54474	4312	10						
12	17:26:50	35067	-46,591387	-23,544287	4312	10						
13	17:28:15	35067	-46,589635	-23,543957	4312	10						
14	17:29:40	35067	-46,589537	-23,543873	4312	10						
15	17:31:05	35067	-46,58925	-23,543843	4312	10						

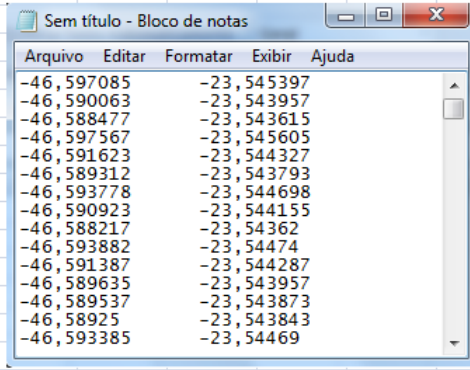


Figura 5 - Criação do bloco de notas com longitudes e latitudes

- Salve o bloco de notas com o nome CBT.
- Abra o programa ProGrid.

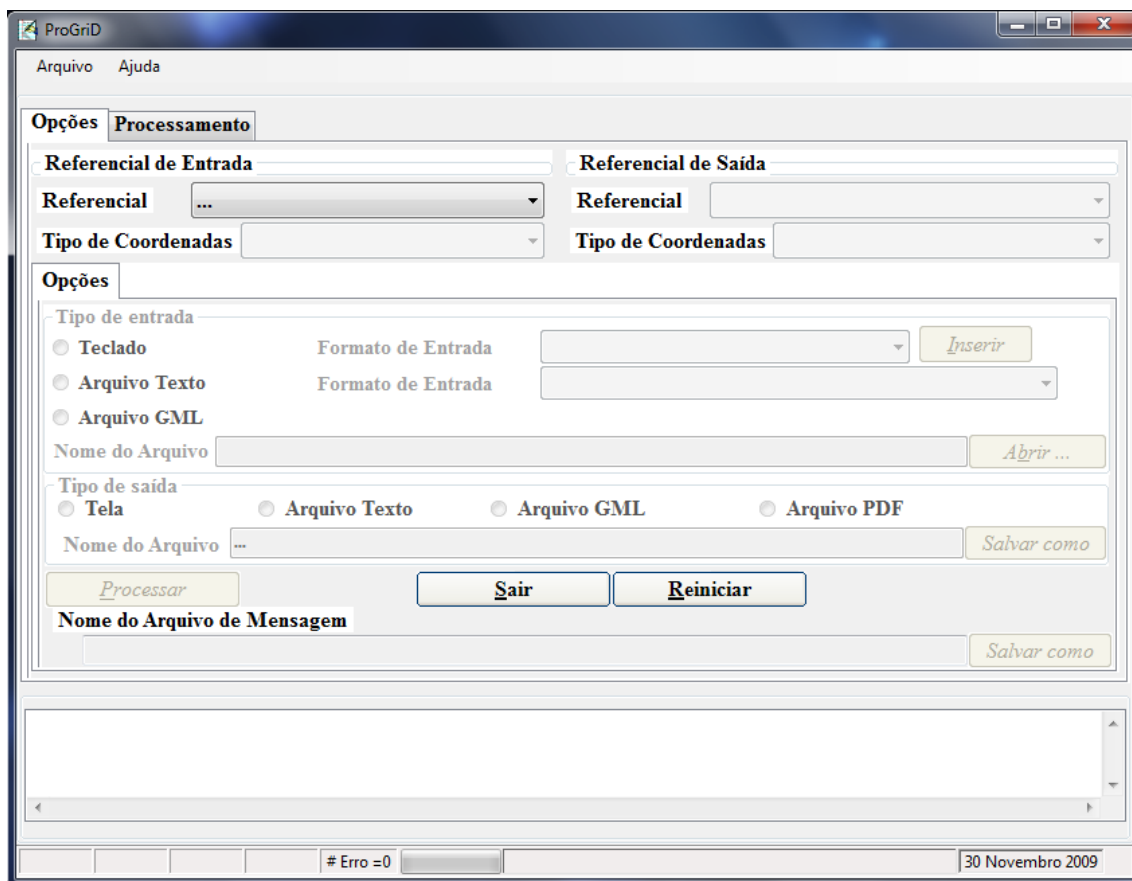


Figura 6 - Tela principal do ProGrid

- Configure as entradas de acordo com o exibido na Figura 7:

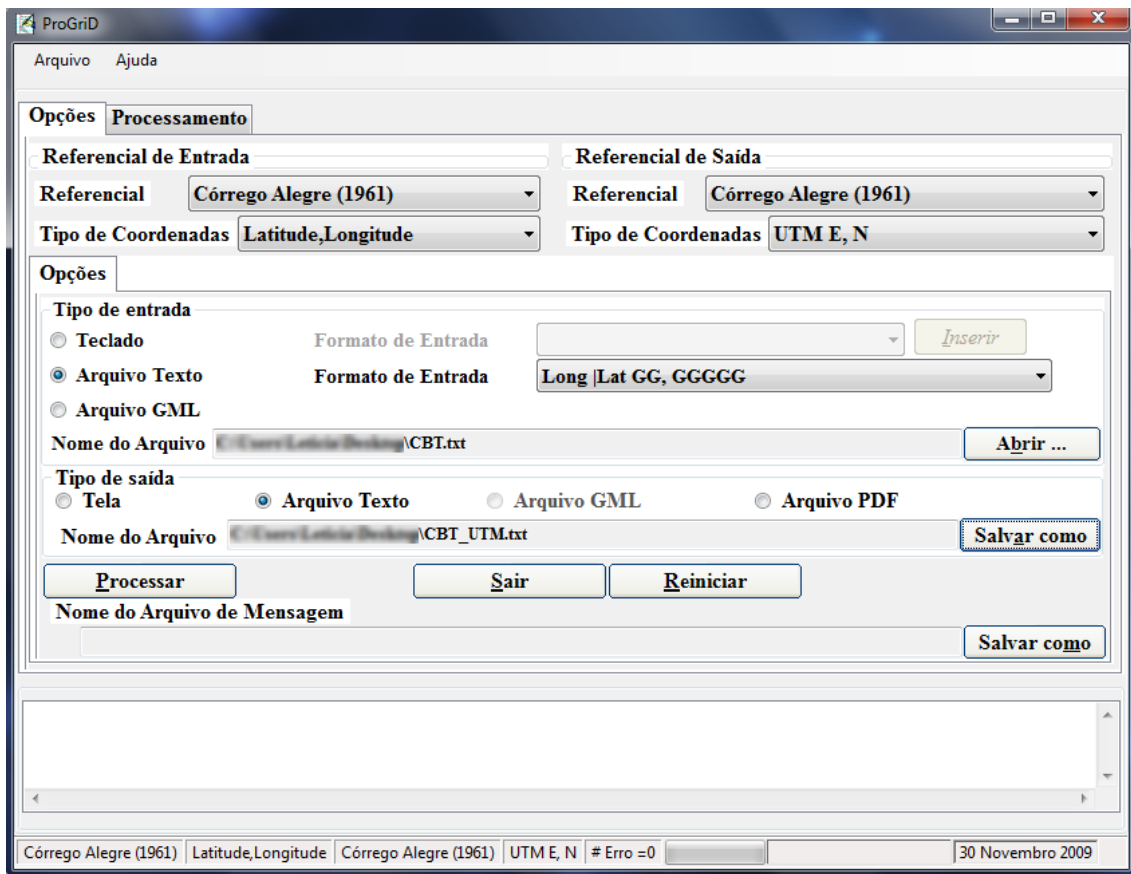


Figura 7 - Configurações necessárias para conversão

9. Aperte o botão "Processar" e aguarde a mensagem de sucesso que aparecerá no console após a conversão dos arquivos. Um novo arquivo txt chamado CBT\_UTM será criado.

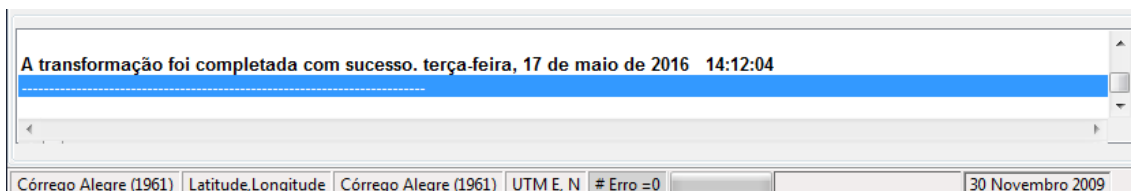


Figura 8 - Mensagem de sucesso exibida ao fim do processamento

10. Abra a planilha Calculos\_CBT no diretório **E:\PTR2580\Laboratório 04 - Validação de uma Rede de Simulação\Cálculo SPTrans**.
11. Ela é uma planilha que realiza os cálculos da velocidade, e será detalhadamente explicada posteriormente.
12. Na aba Dados, copie e cole, nas 6 primeiras colunas, os dados da tabela Radial\_7G\_CBT, e nas duas colunas remanescentes (Long UTM e Lat UTM), cole os dados obtidos no arquivo convertido, CBT\_UTM.txt. O resultado deverá ser semelhante ao da Figura 9.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Hora	IDOnibus	Long	Lat	Linha	Tipo	Long UTM	Lat UTM	
2	19:19:57	35024	-46,597085	-23,545397	4313	10	336971,991	7395160,698	23
3	19:21:22	35024	-46,590063	-23,543957	4313	10	337687,144	7395328,129	23
4	19:22:47	35024	-46,588477	-23,543615	4313	10	337848,651	7395367,797	23
5	17:50:11	35060	-46,597567	-23,545605	4315	10	336923,037	7395137,116	23
6	17:51:36	35060	-46,591623	-23,544327	4315	10	337528,327	7395285,389	23
7	17:53:01	35060	-46,589312	-23,543793	4315	10	337763,618	7395347,141	23
8	17:52:09	35062	-46,593778	-23,544698	3459	10	337308,763	7395241,861	23
9	17:53:34	35062	-46,590923	-23,544155	3459	10	337599,583	7395305,229	23
10	17:54:59	35062	-46,588217	-23,54362	3459	10	337875,202	7395367,537	23
11	17:25:25	35067	-46,593882	-23,54474	4312	10	337298,197	7395237,092	23
12	17:26:50	35067	-46,591387	-23,544287	4312	10	337552,372	7395290,086	23
13	17:28:15	35067	-46,589635	-23,543957	4312	10	337730,842	7395328,614	23
14	17:29:40	35067	-46,589537	-23,543873	4312	10	337740,744	7395338,027	23
15	17:31:05	35067	-46,58925	-23,543843	4312	10	337770,009	7395341,674	23
16	17:25:42	35074	-46,593385	-23,54469	4311	10	337348,878	7395243,193	23

Figura 9 - Aba "Dados" da tabela Calculos\_CBT

13. A coluna I é desnecessária e, portanto, é possível deletá-la.

14. Mude a visualização para a aba Cálculos. Nela, você encontrará algo semelhante à Figura 10, com os cálculos já realizados e, no canto superior direito, em destaque, o valor obtido para a velocidade média.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	IDOnibus	Delta Long	Delta Lat	Delta Lat-Long	Tempo	ID'	Mesmo ID'?		Distância	Dist acumulada	Dist total	Tempo	Tempo acumulado	Tempo total	Velocidade				V média
2	35024	715,153	167,431	734,4909483	85	1	1		734,490948	734,4909483		85	85						10,33389
3	35024	161,507	39,668	166,3071294	85	1	1		166,307129	900,7980777	900,798078	85	170	170	19,075724				
4	35024	-925,614	-230,681	953,9260982	#NÚM!	1	0		0	0		0	0						
5	35060	605,29	148,273	623,186061	85	2	1		623,186061	623,186061		85	85						
6	35060	235,291	61,752	243,2594586	85	2	1		243,259459	866,4455196	866,44552	85	170	170	18,34825806				
7	35060	-454,855	-105,28	466,8800161	#NÚM!	2	0		0	0		0	0						
8	35062	290,82	63,368	297,6437062	85	3	1		297,643706	297,6437062		85	85						
9	35062	275,619	62,308	282,5740965	85	3	1		282,574097	580,2178027	580,217803	85	170	170	12,28696523				
10	35062	-577,005	-130,445	591,5662837	#NÚM!	3	0		0	0		0	0						
11	35067	254,175	52,994	259,640703	85	4	1		259,640703	259,640703		85	85						
12	35067	178,47	38,528	182,5813454	85	4	1		182,581345	442,2220484		85	170						
13	35067	9,902	9,413	13,66214379	85	4	1		13,6621438	455,8841922		85	255						
14	35067	29,265	3,647	29,49136881	85	4	1		29,4913688	485,375561	485,375561	85	340	340	5,139270646				
15	35067	-421,131	-98,481	432,492574	#NÚM!	4	0		0	0		0	0						
16	35074	183,075	37,474	186,8709616	85	5	1		186,870962	186,8709616		85	85						
17	35074	182,416	41,673	187,1155685	85	5	1		187,115569	373,9865302		85	170						
18	35074	0,443	6,096	6,112075343	85	5	1		6,11207534	380,0986055		85	255						
19	35074	31,615	3,562	31,81502898	85	5	1		31,815029	411,9136345	411,913634	85	340	340	4,361438483				
20	35074	-168,666	-29,447	171,2172461	527	5	0		0	0		0	0						
21	35077	12,745	1,692	12,85682266	85	6	1		12,8568227	12,85682266		85	85						
22	35077	79,142	17,823	81,12407468	85	6	1		81,1240747	93,98089735		85	170						
23	35077	36,487	6,163000001	37,0038341	85	6	1		37,0038341	130,9847314		85	255						
24	35077	42,749	12,435	44,52085159	85	6	1		44,5208516	175,505583		85	340						
25	35077	113,074	24,179	115,6302448	85	6	1		115,630245	291,1358279	291,135828	85	425	425	2,466091718				

Figura 10 - Aba "Cálculos" da tabela Calculos\_CBT

Este resultado ( $V = 10,33 \text{ km/h}$ ) foi obtido através de fórmulas simples do excel, que manipulam as linhas da aba Dados. A seguir, uma breve explicação de como os dados são obtidos em cada uma das colunas e o que eles significam.

Caso haja qualquer dúvida nos comandos utilizados ou em seus efeitos, recomenda-se um breve estudo da tabela, que ilustra tudo o que é explicado a seguir.

- A coluna A apresenta os IDs dos ônibus, e é meramente uma cópia da coluna B da tabela dados.
  - **Fórmula utilizada:** =Dados!B(X)\*Onde (X) é o número da linha
- A coluna B apresenta a diferença de longitudes entre uma linha e a linha seguinte
  - **Fórmula utilizada:** =Dados!G(X+1)-Dados!G(X)
- A coluna C apresenta a diferença de latitudes entre uma linha e a linha seguinte



- **Fórmula utilizada: =Dados!H(X+1)-Dados!H(X)**
- A coluna D calcula a distância efetiva entre os dois pontos. Para isso, como a distância é muito curta, podemos ignorar a circunferência da Terra e calcular essa distância como a hipotenusa de um triângulo retângulo:  $D^2 = \text{Latitude}^2 + \text{Longitude}^2$ 
  - **Fórmula utilizada: =RAIZ(B2\*B2+C2\*C2)**
- A coluna E calcula a diferença, em segundos, entre uma linha e a seguinte. Para isso, é preciso converter o formato utilizado de horas:minutos:segundos de forma a obter tudo em segundos.
  - **Fórmula utilizada: =( ( HORA(Dados!A(X+1)-Dados!A(X))\*3600 + MINUTO(Dados!A(X+1)-Dados!A(X))\*60 +**

**SEGUNDO(Dados!A(X+1)Dados!A(X)))**

- A coluna F gera um ID' para o ônibus. Esse novo ID é um ID auxiliar que identifica quando o ônibus é diferente do ID anterior e ajuda a contabilizar quando os ônibus passaram no trecho naquele período (tantos quantos foram gerados ID's, neste caso, indo para o final da tabela, é possível identificar que são 115 ônibus).
  - **Fórmula utilizada: =SE(A(X+1)<>A(X);F(X)+1;F(X))**
- A coluna G verifica se o ID anterior é o mesmo que o da linha seguinte, e responde 1 quando for e 0 quando não for, o que implica numa mudança do ID' (a linha onde a coluna G é igual a 0 é o último registro de um determinado ID')
  - **Fórmula utilizada: =SE(F(X)<>F(X+1);0;1)**
- A coluna I tem a função de somar as distâncias de cada registro, reconhecendo, a partir do ID', quando uma distância calculada não é pertinente (ou seja, quando houve um cálculo de distância de dois ônibus diferentes)
  - **Fórmula utilizada: =SE(G(X)=1;D(X);0)**
- A coluna J calcula a distância acumulada, ou seja, ela vai somando as distâncias de todos os pequenos trechos percorridos pelo ônibus para obter a distância total do percurso. Utiliza a coluna I para identificar quando um trecho acaba.
  - **Fórmula utilizada: =SE(E(I(X+1)<>0;I(X)<>0);J(X)+I(X+1);I(X+1))**
- A coluna K é preenchida com a distância total do trecho quando identifica que o trecho acabou. Caso contrário, a célula é deixada em branco.
  - **Fórmula utilizada: =SE(E(J(X)<>0;J(X+1)=0);J(X);"")**
- A coluna M é análoga à coluna I, mas ao invés de calcular a distância, calcula o tempo.
  - **Fórmula utilizada: =SE(G(X)=1;E(X);0)**
- A coluna N é análoga à coluna J, mas ao invés de calcular a distância acumulada, calcula o tempo acumulado.
  - **Fórmula utilizada: =SE(E(M(X+1)<>0;M(X)<>0);N(X)+M(X+1);M(X+1))**
- A coluna O é análoga à coluna K, mas ao invés de calcular a distância total, calcula o tempo total.
  - **Fórmula utilizada: =SE(E(N3(X)<>0;N(X+1)=0);N(X);"")**
- A coluna Q calcula a velocidade média de cada um dos ônibus separadamente, Para isso, ele divide a distância total pelo tempo total do percurso (colunas K e O) e multiplica por 3,6 para que o valor final seja obtido em km/h.
  - **Fórmula utilizada: =SE(E(K(X)<>"";O(X)<>"");(K(X)/O(X))\*3,6;"")**
- Por fim, a coluna S calcula a média aritmética das velocidades da coluna Q
  - **Fórmula utilizada: =MÉDIA(Q2:Q1000)**

Com isso, obtivemos uma velocidade estimada para o trecho estudado da Radial Leste no dia 20/05/2014, no período entre as 17h e 20h. Entretanto, para obter um resultado mais preciso, seria necessário utilizar dados de mais dias, pois quanto mais dados, melhor o resultado final.

A velocidade que será usada para a calibração da rede no VISSIM, no sentido centro-bairro, será de **14,2 km/h**. Esse dado foi obtido exatamente da mesma maneira que acabamos de obter nossa velocidade de **10,33km/h**, entretanto, foram usados dados de 60 dias espalhados por todo o ano de 2014 (5 dias por mês, sempre correspondentes à uma semana de segunda a sexta). Da mesma forma, também foi calculado o valor a ser utilizado no percurso bairro-centro, e obteve-se o valor de **31,2 km/h**.

De fato, esses dados obtidos utilizando-se uma quantidade maior de dias aproximam-se significativamente dos dados fornecidos pela CET das velocidades dos ônibus no trecho.

	C-B	B-C
CET	14,2	31,2
SPTans	11,8	34,1
Relação	83,10	109,29

Figura 11

## ANÁLISE DE RESULTADOS DE UMA REDE DE MICROSIMULAÇÃO

Neste laboratório, utilizaremos a rede original construída para o trabalho de formatura “Estudo de viabilidade e impactos da aplicação de ferramentas ITS em faixas e corredores de ônibus”. Os dados que caracterizam o trecho, como linhas de ônibus, paradas de ônibus e demais elementos que vimos na última aula já estão configurados de acordo com a situação real.

Porém, esta rede ainda não está calibrada. Isso significa que apesar de todos os elementos funcionarem bem, o volume e a velocidade dos veículos no trecho não correspondem a situação real observada na Pesquisa de Contagem da CET no período de pico da manhã.

O laboratório será realizado com a versão do VISSIM disponível gratuitamente para estudantes. Nesta versão, existem imitações no tamanho e tempo máximo de simulação, sendo possível simular apenas 600 segundos.

Porém, na coleta de dados, desprezaremos os 300 segundos iniciais da simulação. Isso é feito para esperar o carregamento da rede, ou seja, o período após o início da simulação em que a operação se estabiliza.

15. Abra o programa PTV Vissim 8 (Student). Vá em **File > Open**. Escolha o diretório e arquivo **E:\PTR2580\Laboratório 04 - Validação de uma Rede de Simulação\situação atual\radial pico da manha situação atual.inpx**.
16. Vá em **Evaluation > Configuration**. Configure conforme a Figura 12.

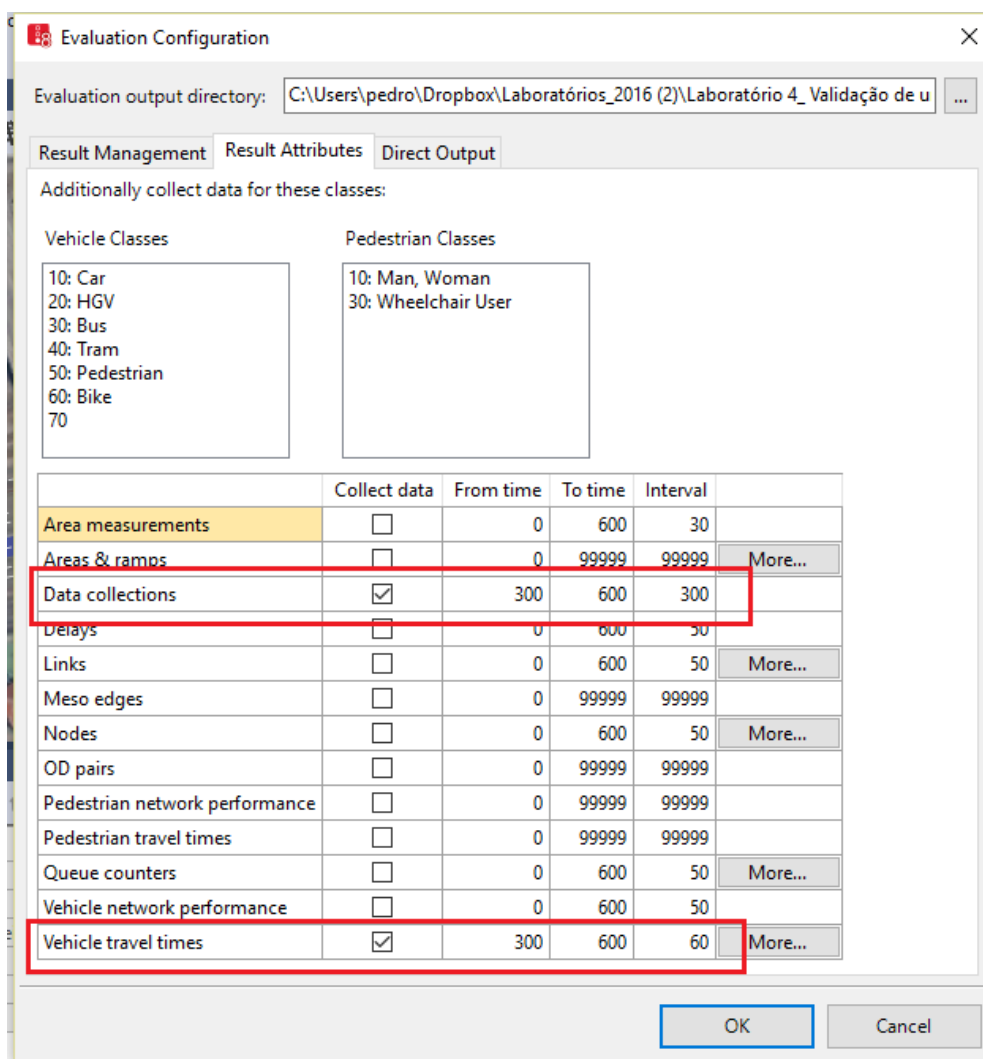


Figura 12

Analisaremos os dados de *data collection* e *vehicle travel times* para obter a performance geral dos veículos, simulada em um período de cinco minutos. A seguir, serão explicados como cada um desses dados escolhidos podem ser analisados e avaliados.

### *Data collection*

Na rede estudada, coletaremos os volumes na mesma seção em que foi feita o estudo da CET. É possível observar a seção considerada na parte central da rede, em que estão dispostos uma linha de coletores, como na figura 13. Para os ônibus, os dados

coletados referem-se apenas a faixa de ônibus enquanto, para os outros veículos, existe pontos de coleta de dados (*data collection*) em todas as faixas.

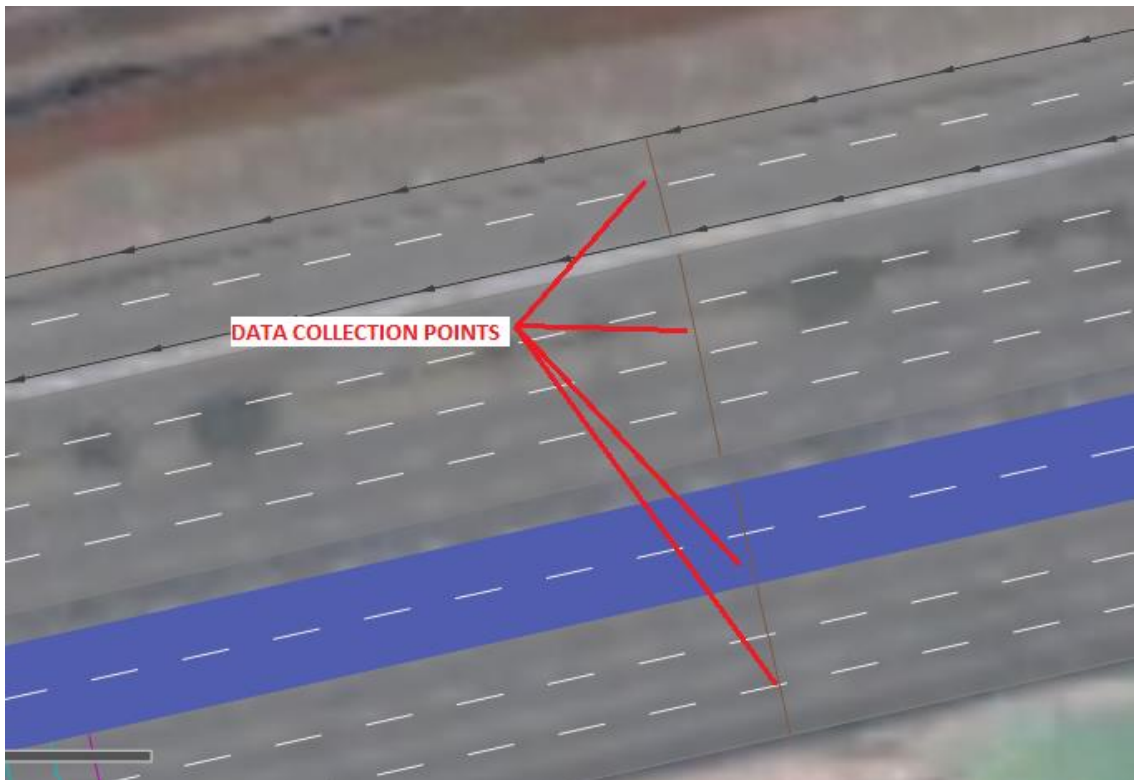




Figura 13

17. Vá em **Lists > Results > Data collection results**.
18. Com a lista aberta, lembre-se de desmarcar a opção “Show Simulate Run Aggregates”,  que exibe uma lista com valores máximos e mínimos.
19. Clique no ícone  na lista aberta no menu inferior para editar os atributos que serão obtidos nos laços de coleta de dados na rede simulada (pontos de *data collection*).
20. Na janela aberta, adicione os itens da tabela da esquerda ou exclua os itens da coluna da direita. Não nos importam outros dados além do volume dos veículos (foco da nossa análise). Configure apenas 3 linhas conforme a Figura 14:

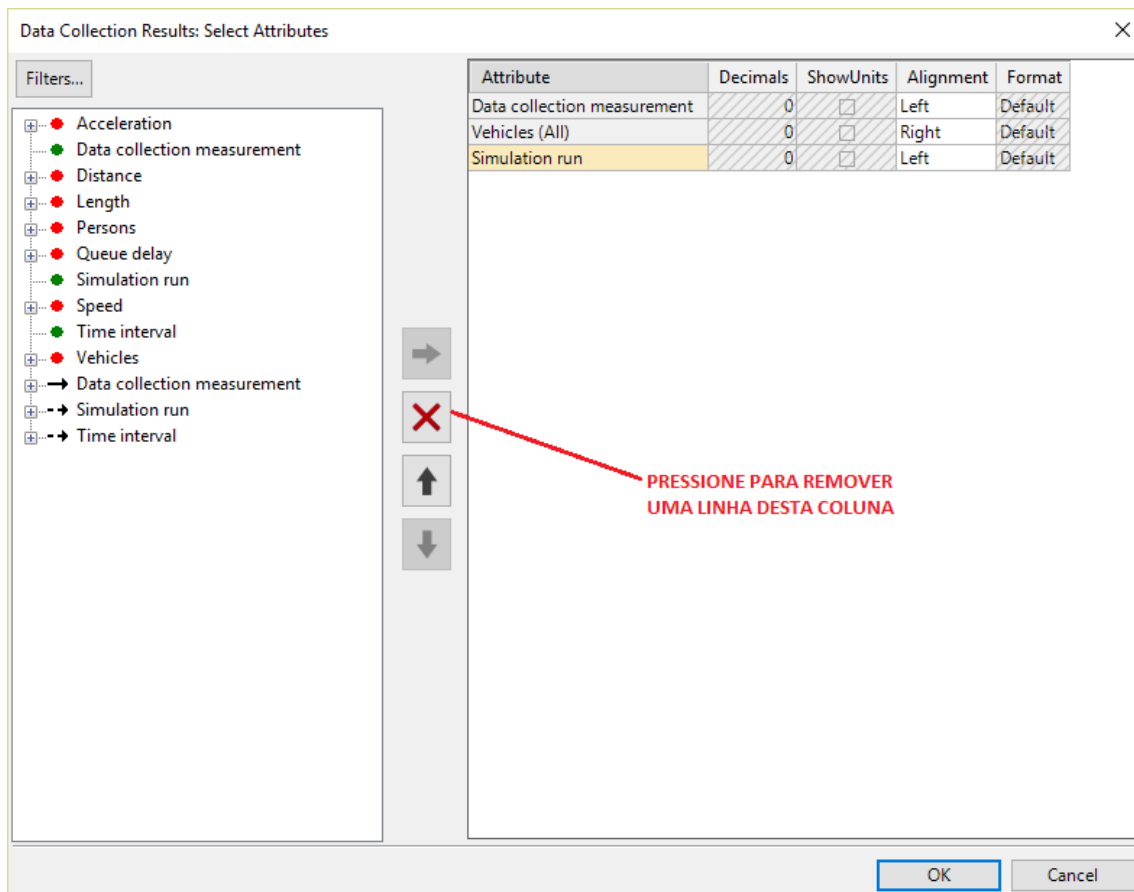



Figura 14

21. Clique em OK. Nesta lista serão exibidas os resultados de Data Collection, com os atributos selecionados.

### Vehicle travel times

22. Vá em **Lists > Results > Vehicle travel time results**. Os atributos que serão coletados já estão configurados. É nessa tabela que serão exibidos os tempos de viagem obtidos durante a simulação, para os diversos Links.
23. Novamente, lembre-se de desmarcar a opção  para não obter uma lista diferente.

## SIMULAÇÃO

A simulação permite observar, em um intervalo de tempo, o comportamento da rede construída. Assim, analogamente à realidade, os veículos são carregados à via durante certo tempo e, apenas em seguida, comportam-se mais próximos dos parâmetros ajustados durante a criação da rede (Laboratório 3). Como na versão Student PTV Vissim 8.0 existe uma limitação de tempo de simulação de 10 minutos, os primeiros cinco minutos são utilizados para estabilizar a rede e preenchê-la com

os volumes carregados. Nos últimos cinco minutos, são coletados os dados simulados para posterior comparação.

O programa utiliza uma função com semente para gerar aleatoriedades durante a simulação. Logo, cada simulação corresponde a uma semente diferente. Nesse sentido, serão realizadas três simulações a partir das quais pode-se ter uma média dos resultados obtidos para comparar com o banco de dados da CET.

24. Vá em **Simulation > Parameters**. Na janela aberta, configure a simulação conforme a Figura 15.

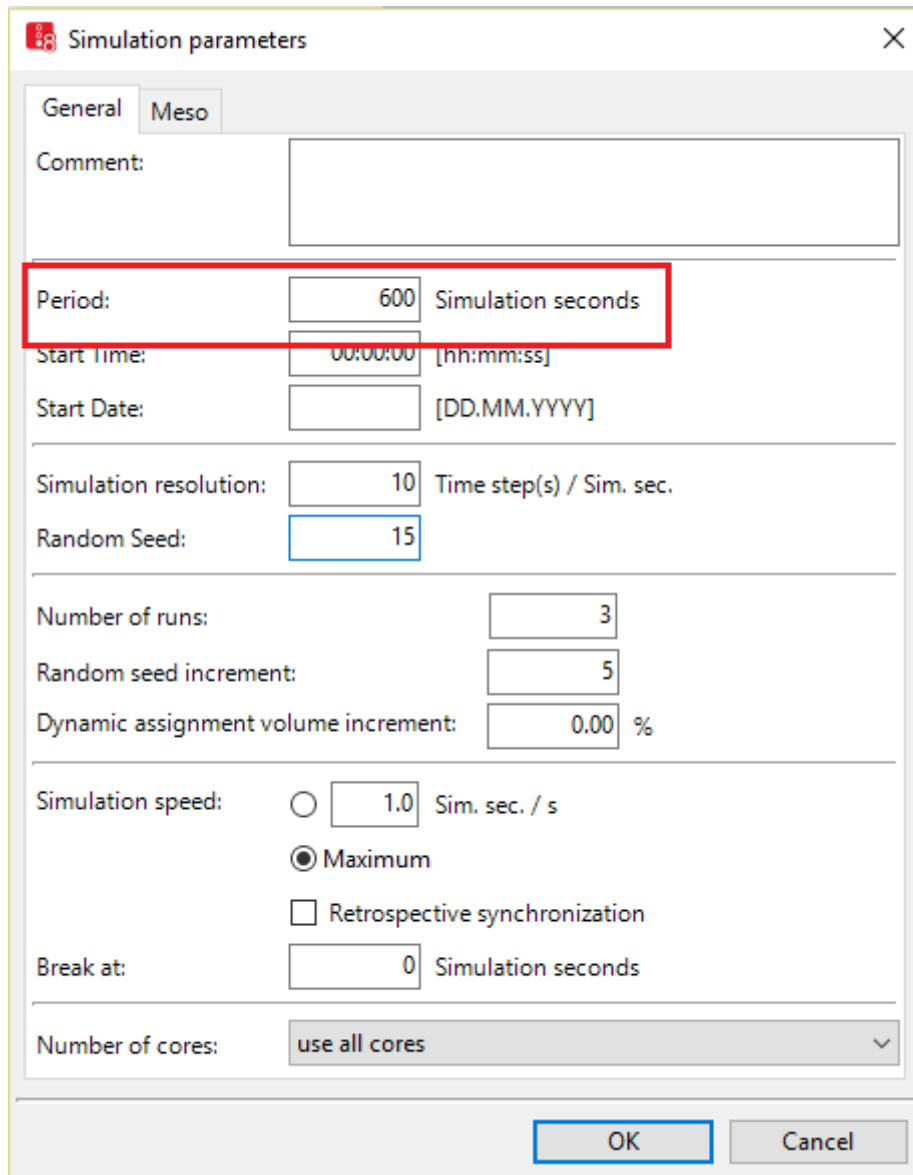



Figura 15

## CALIBRAÇÃO DA REDE DE MICROSIMULAÇÃO

Para iniciar a calibração, a primeira etapa consiste em simular a rede e verificar, visualmente e por meio dos resultados, o comportamento dos veículos, faixas e elementos da rede.

25. Clique no ícone  para iniciar a simulação. Aparecerá uma janela, selecione **SIM** para salvar as mudanças e iniciar a simulação.
26. Para mudar o comportamento da velocidade (Figura 16), utilize o controle de velocidade ou utilize a opção **Quick Mode** para operar na velocidade máxima - útil para acelerar a simulação no tempo reduzido de cinco minutos.
27. Observe como se comportam os carros na rede e demais elementos. No extremo inferior é possível notar o tempo de simulação cronometrado e o número da simulação (1,2 ou 3).

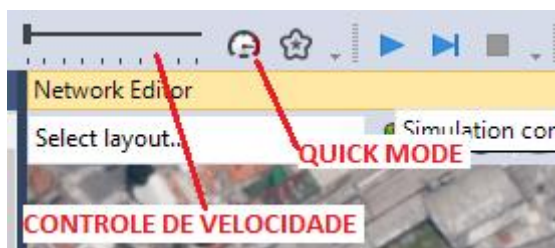


Figura 16

Na simulação realizada, foram obtidos os dados a serem comparados com os dados reais de tráfego na Radial Leste, descritos pela CET. Estes dados de referência podem ser observados na Figura 17 abaixo:

Veículo	Volumes				Velocidades			
	Ônibus		Demais veículos		Ônibus		Demais veículos	
Sentido	C-B	B-C	C-B	B-C	C-B	B-C	C-B	B-C
<b>CET/SPTrans</b>	9	9	275	491	21.1	26.3	33.8	12.4

Figura 17

Para comparar os dados, utilizamos o **Excel** e uma relação simples para verificar a semelhança entre os dados da rede de simulação e da situação real:

$$RELAC\tilde{A}O = \frac{SIMULADO}{CET/SPTRANS} \%$$

O processo de calibração é iterativo. Cada parâmetro mudado altera tanto a velocidade quanto o volume. Preparamos já as abas necessárias para serem utilizadas neste estudo de caso.

28. Abra o Microsoft Excel pelo menu Iniciar.
29. Abra o arquivo E:\USUARIO\PTR2580\Laboratório 04 – Validação de uma Rede de Simulação\excel\_calibração.xlsx. O arquivo deve permanecer aberto junto ao VISSIM durante todo o procedimento (Figura 18).

The image shows a screenshot of an Excel spreadsheet with three main tables and a status bar. The top table is titled 'VARIÁVEIS DA CALIBRAÇÃO' and contains parameters for driving behavior and vehicle inputs. The middle table is 'DATA COLLECTION' with columns for VIA COLETADA, VOLUME REGISTRADO, and Nº DA SIMULAÇÃO. The bottom table is 'ANÁLISE DA CALIBRAÇÃO' and contains data for VOLUMES (CARROS and ÔNIBUS) and VELOCIDADES (CARROS and ÔNIBUS). The right side of the spreadsheet shows 'VEHICLE TRAVEL TIMES' with columns for Nº DA SIMU, INTERVALO, VIA COLETADA, VOLUME REGISTRADO, TEMPO, and Velocidade. The status bar at the bottom indicates 'Etapa 0'.

VARIÁVEIS DA CALIBRAÇÃO									
Driving Behavior	Urbana (motorized)								
Vehicle Inputs	Radial Centro bairro	Dr. Fomm	Siqueira cardoso	Ord Moraes	Serra Jaire	margina l radial centro bairro	radial B-C	metro belem	faixa reversa
		1000	600	150	500	500	4500	5000	1000
Desired Speed	Centro-Bairro	Bairro-Centro	outras						
	50 km/h	25 km/h	50 km/h						

DATA COLLECTION		
VIA COLETADA	VOLUME REGISTRADO	Nº DA SIMULAÇÃO

ANÁLISE DA CALIBRAÇÃO			
VOLUMES			
CARROS		ÔNIBUS	
SIMULADOS			
B-C	0	0	0
C-B	0	0	0
REFERÊNCIA CET/SPTRANS			
B-C	431	3	3
C-B	275	3	3
Relação:			
B-C	0%	0%	0%
C-B	0%	0%	0%
VELOCIDADES			
CARROS		ÔNIBUS	
SIMULADOS			
B-C	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
C-B	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

VEHICLE TRAVEL TIMES						
Nº DA SIMU	INTERVALO	VIA COLETADA	VOLUME REGISTRADO	TEMPO	Calculo Velocida	Velocidade
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0

Figura 18

- A tabela **VARIÁVEIS DA CALIBRAÇÃO** contém os valores dos parâmetros que serão utilizados em cada etapa da calibração. Nela, constam os valores com os quais iniciaremos.
- A tabela **DATA COLLECTION** receberá os dados da lista de *data collection* e fará o cálculo dos volumes simulados;
- A tabela **VEHICLE TRAVEL TIMES** receberá os dados dos *vehicle travel time* do programa e calculará as velocidades de cada tipo de veículo nas vias.
- A tabela **ANÁLISE DA CALIBRAÇÃO** contém os dados de referência da CET/SPTRANS e a relação entre volumes/veículos para cada sentido do trecho da Radial.

30. No VISSIM, abra a lista 'DATA COLLECTION RESULTS', e clique no **count** para seleccionar todos os dados, como na Figura 19 abaixo:



Coun	DataCollectionMeasurement	Vehs(All)	SimRun
1	8: B-C Metro Belem Meio	59	1
2	9: B-C Radial Meio	349	1
3	10: B-C Radial Faixa Reversa Mei	76	1
4	11: C-B Radial Meio	310	1
5	12: Faixa B-C	9	1
6	13: Faixa C-B	0	1

Figura 19


31. Aperte CTRL + C para copiar todos os dados e cole na tabela de DATA COLLECTION do EXCEL, na célula de cor amarela, como na figura abaixo:

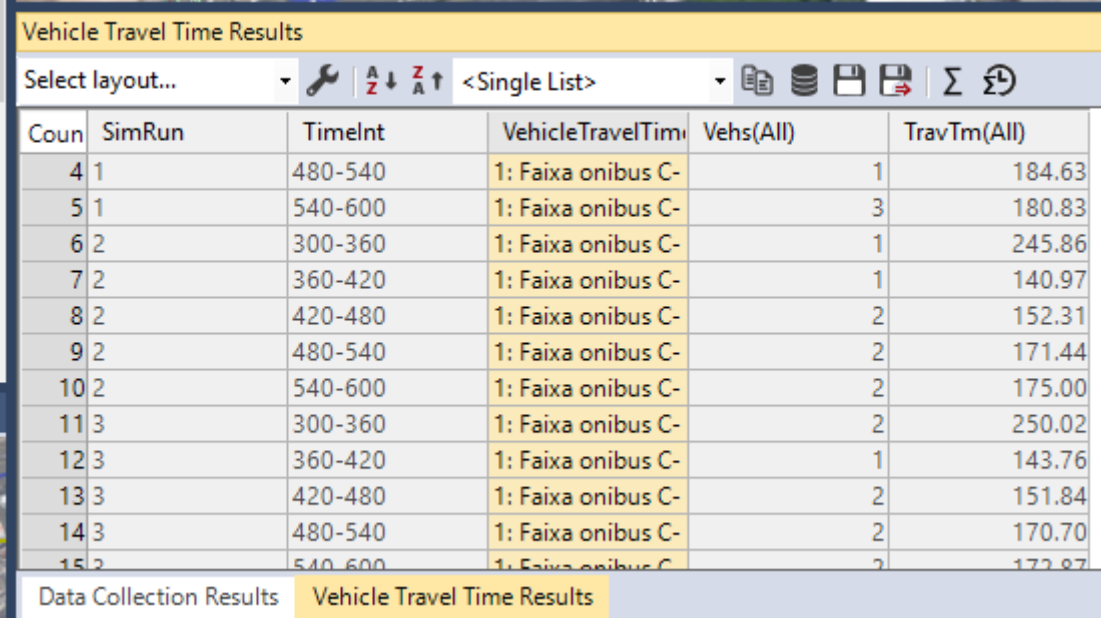
A	B	C	D	E	
4		<b>Driving Behavior</b>	<b>1: Urban (motorized)</b>		
5		<b>Vehicle Inputs</b>	<b>Radial</b>	<b>Dr. Fomm</b>	
6			Centro bairro	1000	
7			2000	1000	
8		<b>Desired Speed</b>	<b>Centro-Bairro</b>	<b>Bairro-Centro</b>	
9			50 km/h	15 km/h	
10					
11	<b>DATA COLLECTION</b>				
12	<b>VIA COLETADA</b>	<b>VOLUME REGISTRADO</b>	<b>Nº DA SIMULAÇÃO</b>		
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					

Etapa 0

32. Note que na tabela **ANÁLISE DA CALIBRAÇÃO**, os volumes simulados foram atualizados e foi calculada uma relação entre os dados.

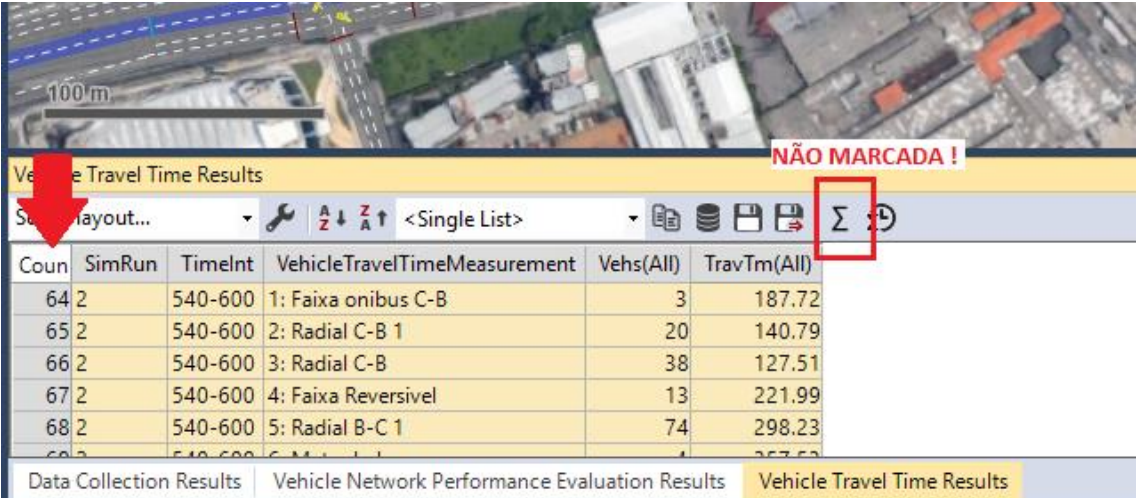
33. Volte ao VISSIM e na lista Vehicle Travel Time Results, clique na coluna VehicleTravelTimeMeasurement, para selecionar os dados de toda a coluna.

Depois, clique no símbolo  para organizar na ordem crescente, como ilustrado na figura abaixo :



Coun	SimRun	TimeInt	VehicleTravelTime	Vehs(All)	TravTm(All)
4	1	480-540	1: Faixa onibus C-	1	184.63
5	1	540-600	1: Faixa onibus C-	3	180.83
6	2	300-360	1: Faixa onibus C-	1	245.86
7	2	360-420	1: Faixa onibus C-	1	140.97
8	2	420-480	1: Faixa onibus C-	2	152.31
9	2	480-540	1: Faixa onibus C-	2	171.44
10	2	540-600	1: Faixa onibus C-	2	175.00
11	3	300-360	1: Faixa onibus C-	2	250.02
12	3	360-420	1: Faixa onibus C-	1	143.76
13	3	420-480	1: Faixa onibus C-	2	151.84
14	3	480-540	1: Faixa onibus C-	2	170.70
15	3	540-600	1: Faixa onibus C-	2	172.87

34. Agora, clique em COUNT para selecionar toda a tabela e depois aperte CTRL + C para copiá-la. Certifique-se de que a opção “Show Simulation Aggregates” não esteja marcada, como ilustrado abaixo (Figura 20):



Coun	SimRun	TimeInt	VehicleTravelTimeMeasurement	Vehs(All)	TravTm(All)
64	2	540-600	1: Faixa onibus C-B	3	187.72
65	2	540-600	2: Radial C-B 1	20	140.79
66	2	540-600	3: Radial C-B	38	127.51
67	2	540-600	4: Faixa Reversivel	13	221.99
68	2	540-600	5: Radial B-C 1	74	298.23

Figura 20

35. Abra o EXCEL e cole os resultados na célula amarela da tabela **VEHICLE TRAVEL TIMES**.

36. Veja que os valores da tabela “ANÁLISE DA CALIBRAÇÃO” se alteraram. Observe as relações entre os volumes e velocidades, como na imagem abaixo (Figura 21):

<b>ANÁLISE DA CALIBRAÇÃO</b>		
<b>VOLUMES</b>		
	<b>CARROS</b>	<b>ÔNIBUS</b>
<b>SIMULADOS</b>		
B-C	600	9
C-B	232.3333333	9
<b>REFERÊNCIA CET/SPTRANS</b>		
B-C	491	9
C-B	275	9
<b>Relação:</b>		
B-C	<b>122%</b>	<b>100%</b>
C-B	<b>84%</b>	<b>100%</b>
<b>VELOCIDADES</b>		
	<b>CARROS</b>	<b>ÔNIBUS</b>
<b>SIMULADOS</b>		
B-C	20.3	25.1
C-B	41.3	20.7
<b>REFERÊNCIA CET/SPTRANS</b>		
B-C	12.4	26.3
C-B	33.8	21.1
<b>Relação:</b>		
B-C	<b>164%</b>	<b>95%</b>
C-B	<b>122%</b>	<b>98%</b>

Figura 21

Obs: Os volumes e velocidades dos ônibus já estão próximos a da situação real uma vez que na configuração da rede, determinamos os horários de partida das linhas e eles trafegam em faixa exclusiva.

Observando o comportamento da via e os resultados, iniciaremos a calibração alterando os volumes de maneira que consigamos obter valores dentro de uma margem de erro aceitável, que é até 10% de diferença na relação que calculamos. Ou seja, aceitaremos valores entre 90% e 110%.

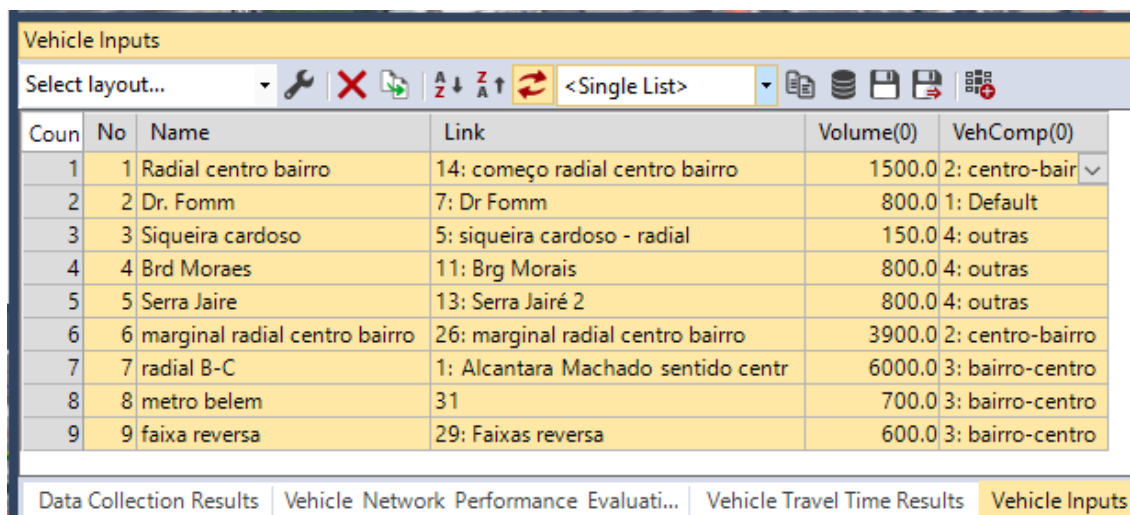
### **CALIBRANDO VEHICLE INPUTS**

O fator mais sensível para se calibrar os volumes que passam em uma seção, é a quantidade de veículos que entra na rede. Essa característica é configurada no

VISSIM através dos Vehicle Inputs. Portanto, alteraremos esses parâmetros para obter uma relação mais próxima da situação real.

37. No VISSIM, vá em **Lists > Private Transport > Inputs**.


38. Alteraremos os volumes que entram nos diferentes trechos da rede. Entre com os seguintes valores (Figura 22) para os inputs:



Coun	No	Name	Link	Volume(0)	VehComp(0)
1	1	Radial centro bairro	14: começo radial centro bairro	1500.0	2: centro-bair
2	2	Dr. Fomm	7: Dr Fomm	800.0	1: Default
3	3	Siqueira cardoso	5: siqueira cardoso - radial	150.0	4: outras
4	4	Brd Moraes	11: Brg Morais	800.0	4: outras
5	5	Serra Jaire	13: Serra Jairé 2	800.0	4: outras
6	6	marginal radial centro bairro	26: marginal radial centro bairro	3900.0	2: centro-bairro
7	7	radial B-C	1: Alcantara Machado sentido centr	6000.0	3: bairro-centro
8	8	metro belem	31	700.0	3: bairro-centro
9	9	faixa reversa	29: Faixas reversa	600.0	3: bairro-centro

Figura 22

39. Simularemos o efeito desta mudança. Clique novamente no ícone da

simulação . Aceite salvar as mudanças e faça a simulação. (Utilize o **Quick Mode** para acelerar o tempo de simulação). Aguarde o fim da simulação.

40. Agora, repetiremos o procedimento de comparar os resultados no Excel. Abra a planilha e mude para a aba **Etapa 1**. Foram pintados de amarelos na tabela **VARIÁVEIS DA CALIBRAÇÃO** os novos valores de inputs, que é o que mudou de nessa nova simulação.

41. Repita a transferência de dados para o Excel (**Passos 30-35**).

42. Veja sua tabela Análise da Calibração, como a da Figura 23:

<b>ANÁLISE DA CALIBRAÇÃO</b>		
<b>VOLUMES</b>		
	<b>CARROS</b>	<b>ÔNIBUS</b>
<b>SIMULADOS</b>		
B-C	565	9
C-B	275.6666667	9
<b>REFERÊNCIA CET/SPTRANS</b>		
B-C	491	9
C-B	275	9
<b>Relação:</b>		
B-C	115%	100%
C-B	100%	100%
<b>VELOCIDADES</b>		
	<b>CARROS</b>	<b>ÔNIBUS</b>
<b>SIMULADOS</b>		
B-C	20.8	26.4
C-B	38.0	20.2
<b>REFERÊNCIA CET/SPTRANS</b>		
B-C	12.4	26.3
C-B	33.8	21.1
<b>Relação:</b>		
B-C	167%	100%
C-B	112%	96%

Figura 23

Note que, apesar de obtermos bons volumes, as relações de velocidades ainda se distanciam bastante da situação desejada. Portanto, agora trabalharemos as velocidades dos veículos na rede, alterando a distribuição de velocidade dos veículos.

### CALIBRANDO A DESIRED SPEED

A *desired speed* é a velocidade em que os veículos buscarão trafegar na via, desde que não haja um veículo a frente limitando a sua velocidade. (Segundo o modelo psico-físico de perseguição de carros, que o VISSIM segue)

No caso de uma via saturada, como o sentido BAIRRO-CENTRO do trecho da Radial, a percepção de congestionamento faz os veículos desejarem trafegar em uma velocidade mais lenta, para evitar grandes acelerações/desacelerações.

Portanto, configuraremos essa característica para o sentido Bairro-Centro na nossa rede de microsimulação:

43. Volte a janela do VISSIM. Vá em **Lists > Private Transport > Vehicle Compositions**
44. Altere a visualização para ver a sublista Relative Flows, conforme mostra a Figura 24:

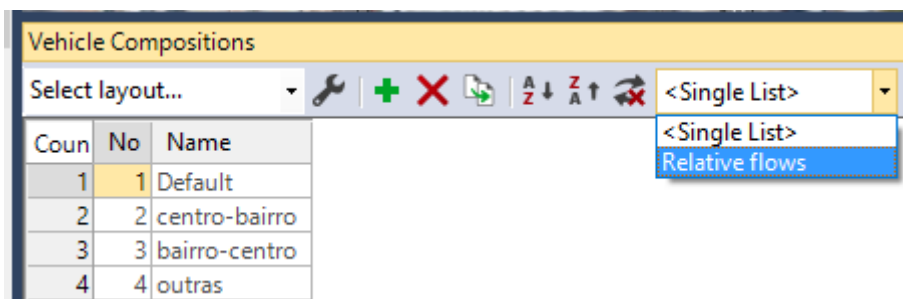


Figura 24

45. Selecione a terceira linha 

3	3	bairro-centro
---	---	---------------

, e altere a distribuição de velocidades na coluna da direita, em **Relative Flows**. Deixaremos a velocidade desejada em 15 km/h, conforme a Figura 25 a seguir:

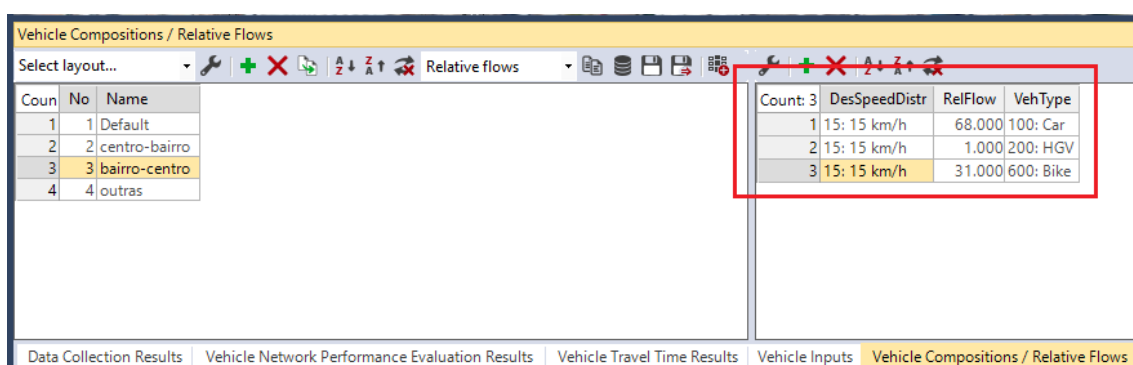


Figura 25

46. Essa alteração garantirá uma velocidade mais próxima a situação observada no sentido bairro-centro. Simule novamente e transfira os resultados para a aba **Etapa 2** do Excel (**Passos 30-35**).
47. Verifique as alterações na tabela **ANÁLISE DA CALIBRAÇÃO**, no Excel. Pode-se notar que a alteração resultou em volumes e velocidades já compatíveis com o que se busca. Ou seja, já temos relações entre 90% e 110% da situação medida pela CET e SPTrans.

Quando a rede é observada, verifica – se que o comportamento das motos e dos carros ainda não se assemelha corretamente à situação real. Para o refinamento, ajustaremos parâmetros do comportamento dos motoristas.

## ALTERAÇÃO DO COMPORTAMENTO DOS MOTORISTAS

Até o momento, utilizou-se o comportamento *default* do programa para os motoristas, correspondente ao comportamento urbano. Porém, observa-se que esse não é o comportamento original dos motoristas nesse trecho.

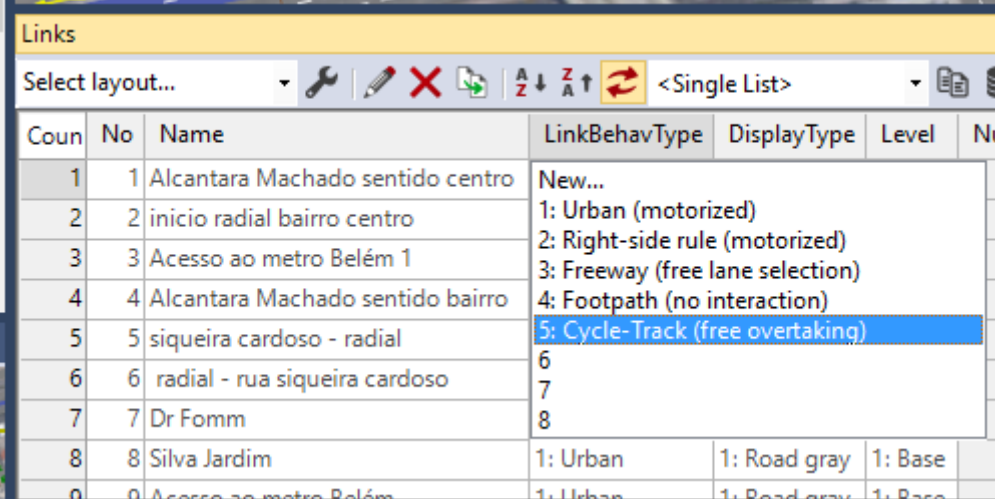
Devido às especificidades do trânsito brasileiro, como por exemplo as motos que trafegam no corredor formado no espaço entre veículos, alteraremos o comportamento geral dos motoristas.

No VISSIM, o comportamento é considerado em cada Link do trecho. Já configuramos, no último laboratório, parâmetros do Driving Behavior .

Para este momento, a mudança será implementada às vias. O comportamento utilizado será o de Cycle-Track (free overtaking)

48. No VISSIM, vá em **Lists > Network > Links**.

49. Altere, na primeira linha, na coluna **LinkBehavType**, o comportamento para 5: Cycle-Track, como na Figura 26 a seguir:



Coun	No	Name	LinkBehavType	DisplayType	Level	Nu
1	1	Alcantara Machado sentido centro	New...			
2	2	inicio radial bairro centro	1: Urban (motorized)			
3	3	Acesso ao metro Belém 1	2: Right-side rule (motorized)			
4	4	Alcantara Machado sentido bairro	3: Freeway (free lane selection)			
5	5	siqueira cardoso - radial	4: Footpath (no interaction)			
6	6	radial - rua siqueira cardoso	5: Cycle-Track (free overtaking)			
7	7	Dr Fomm	6			
8	8	Silva Jardim	7			
9	9	Acesso ao metro Belém	8			
			1: Urban	1: Road gray	1: Base	
			1: Urban	1: Road gray	1: Base	

Figura 26

50. Após a mudança, clique com botão direito sobre a célula alterada e depois clique em **Copy Cells**. Agora, clique em **LinkBehavType** para selecionar todas as células da coluna, como a Figura 27.








Links				
Select layout...        <Single List>				
Coun	No	Name	LinkBehavType	DisplayTy
1	1	Alcantara Machado sentido centro	5: Cycle-Track (free	1: Road gr
2	2	inicio radial bairro centro	1: Urban	1: Road gr
3	3	Acesso ao metro Belém 1	1: Urban	1: Road gr
4	4	Alcantara Machado sentido bairro	1: Urban	1: Road gr
5	5	siqueira cardoso - radial	1: Urban	1: Road gr
6	6	radial - rua siqueira cardoso	1: Urban	1: Road gr
7	7	Dr Fomm	1: Urban	1: Road gr
8	8	Silva Jardim	1: Urban	1: Road gr
9	9	Acesso ao metro Belém	1: Urban	1: Road gr

Figura 27

51. Aperte Ctrl + V para alterar o comportamento para Cycle-Track em todos os Links da rede.
52. Faça novamente a simulação e transferência de dados, agora para a aba **Etapa 3 (Passos 30-35)**.
53. Analise os resultados. Qual foi a relação obtida entre os volumes e velocidades de ônibus e demais veículos ?



54. Sua tabela deve se assemelhar a seguinte (Figura 28):

<b>ANÁLISE DA CALIBRAÇÃO</b>		
<b>VOLUMES</b>		
	<b>CARROS</b>	<b>ÔNIBUS</b>
<b>SIMULADOS</b>		
B-C	476	9
C-B	285.6666667	9
<b>REFERÊNCIA CET/SPTRANS</b>		
B-C	491	9
C-B	275	9
<b>Relação:</b>		
B-C	97%	100%
C-B	104%	100%
<b>VELOCIDADES</b>		
	<b>CARROS</b>	<b>ÔNIBUS</b>
<b>SIMULADOS</b>		
B-C	13.4	25.2
C-B	33.9	19.9
<b>REFERÊNCIA CET/SPTRANS</b>		
B-C	12.4	26.3
C-B	33.8	21.1
<b>Relação:</b>		
B-C	108%	96%
C-B	100%	94%

*Figura 28*

Agora, portanto, podemos considerar a rede como calibrada ou validada, ou seja, representativa da situação observada pelos órgãos de tráfego.