

**PTR 2580 / PTR3514 / PTR5917 / 0313562**

**Sistemas Inteligentes de Transportes (ITS)**

## **ATIVIDADE PRÁTICA 14**

**Laboratório Didático no Software VISUM**

**Roteiro de Procedimentos nº5**

**Simulação Macroscópica de Tráfego:**

**Distribuição de viagens**

### **DOCENTE**

Prof. Dr. Claudio Luiz Marte

### **ROTEIRO**

*Thays Pereira Pires – Elaboração*

*Marcel Cavalcante L. – Revisão*

São Paulo

Primeiro semestre de 2019

Tempo recomendado para execução: **1h – 1h20**

## Tema

Este roteiro atenta-se à execução de uma parte dos estudos de planejamento de transporte que utilizam o modelo de quatro etapas, estas sendo a geração de viagens, distribuição de viagens, a escolha modal e a alocação de fluxo. Este modelo é tradicionalmente empregado pelo setor de transportes e é uma ferramenta prática de análise e previsão de demanda de tráfego, podendo ser aplicado de forma parcial ou integral. A **distribuição de viagens** abordada neste roteiro em específico tem o objetivo de estimar o número de viagens para as diferentes zonas de tráfego, em determinado período de tempo. Dessa forma é possível determinar o fluxo da matriz OD de cada zona de tráfego, com base nos resultados obtidos da etapa de geração de viagens. O valor de entrada para esses modelos é a resistência como o inverso da utilidade das viagens. Ele é descrito por parâmetros tais como *distância de viagem*, *tempo de viagem*, *velocidade*, *custo* e etc. Esses parâmetros devem ser calculados nessa etapa.

## Procedimentos

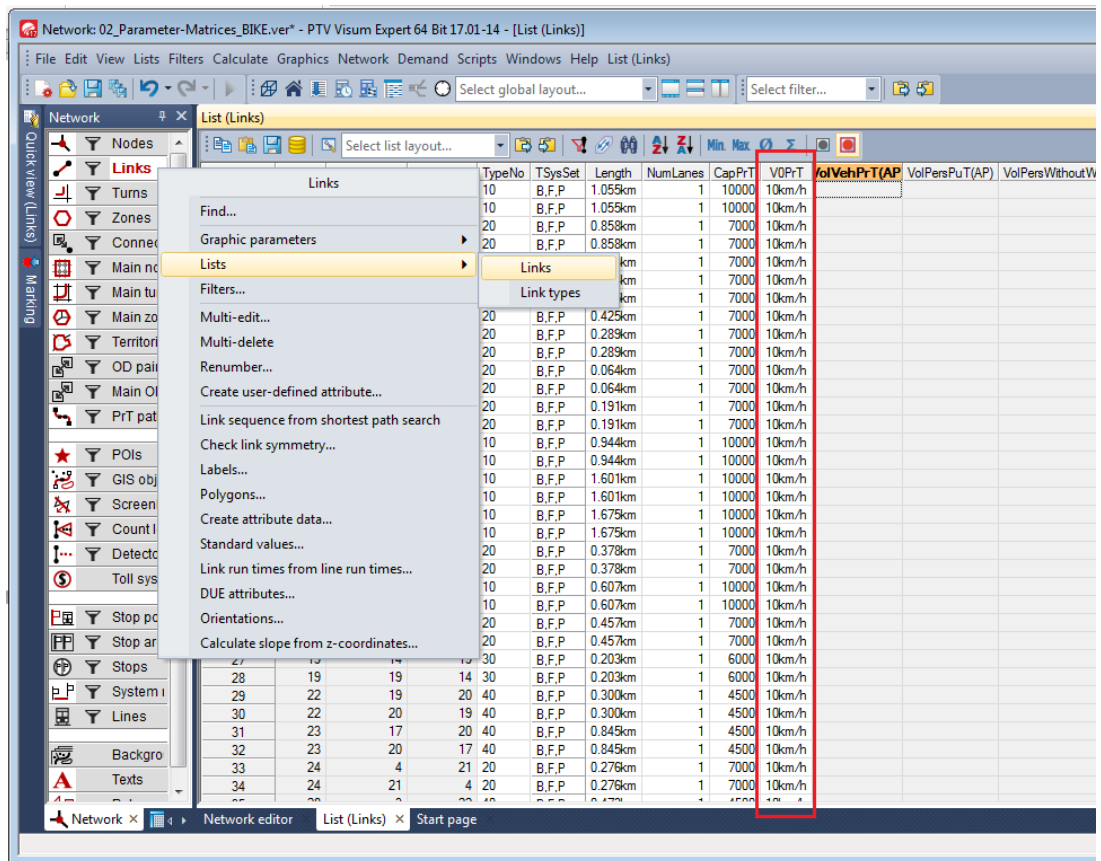
### Matrizes de Parâmetros

- **Matriz de Parâmetros para “Rad” (Bike)**

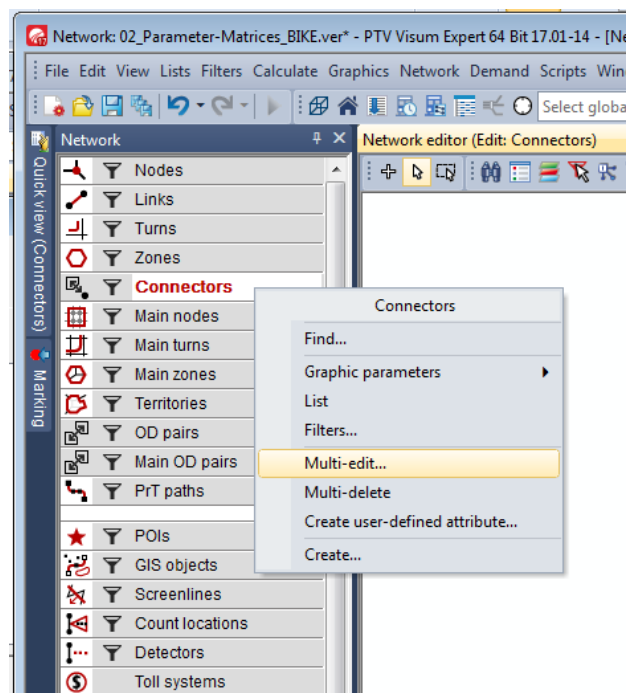
1. Copie o arquivo **02\_Parameter-Matrices** e cole na mesma pasta. Mude o nome para **Parameter-Matrices\_BIKE** e o abra no VISUM.

O tempo de viagem consiste no tempo percorrido em rotas da rede e o tempo percorrido nos conectores (entre a rede e o centroide). Primeiro precisamos adaptar a velocidade da rede para bikes e mudar o tempo de acesso nos conectores.

2. A rede nesse arquivo será considerada uma rede de bike. Dessa forma a velocidade de todos os links devem ser ajustados para 10km/h, clicando com o botão direito em Links > Lists > Links. Na coluna VOPrT mude o valor de todas as velocidades para 10km/h. (Modifique o primeiro, copie-o e em seguida selecione todos os outros e cole).

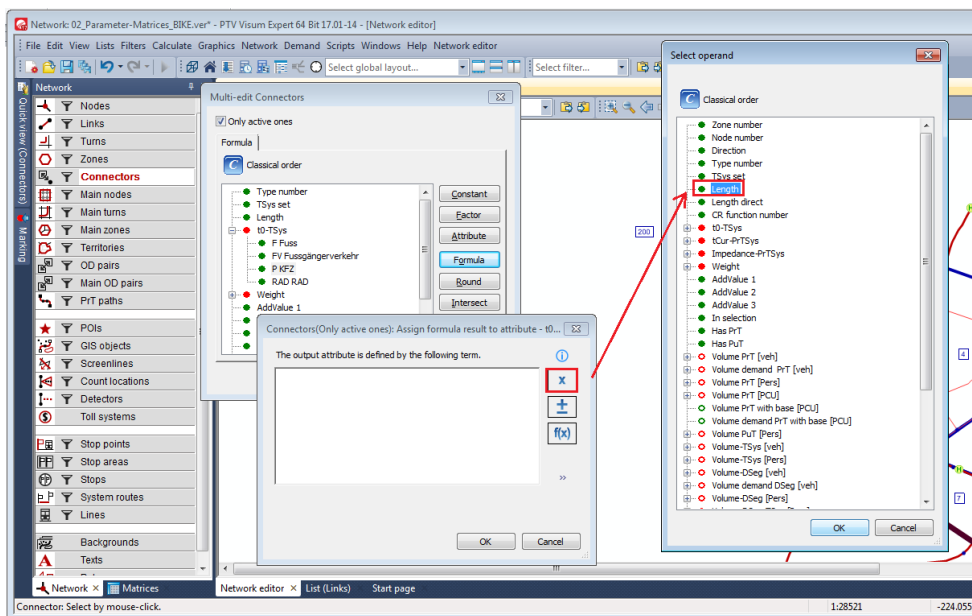
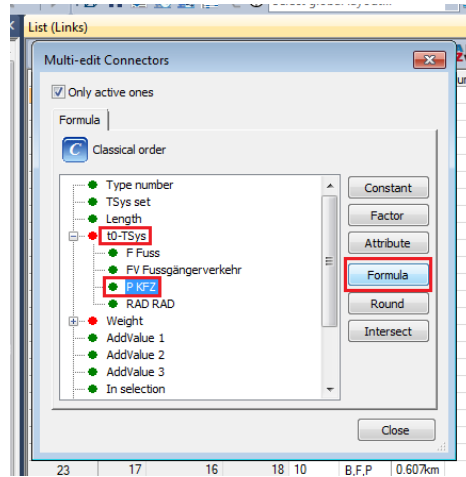


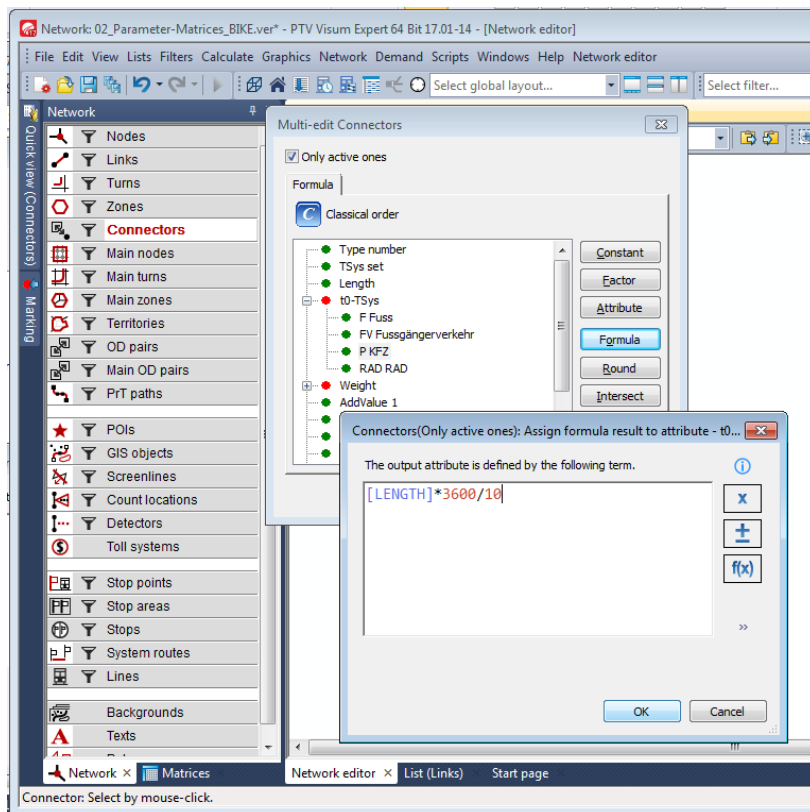
3. Agora será necessário mudar o tempo de acesso dos conectores. Vá na barra a esquerda e com o botão direito clique em “Connectors” > Multi-Edit.



4. Vá em t0-TSys > P KFZ > Formula > “X” > Lenght e insira a fórmula [LENGHT]\*3600/10

Essa fórmula é utilizada para transformar o comprimento da via em tempo, como um fator de resistência.

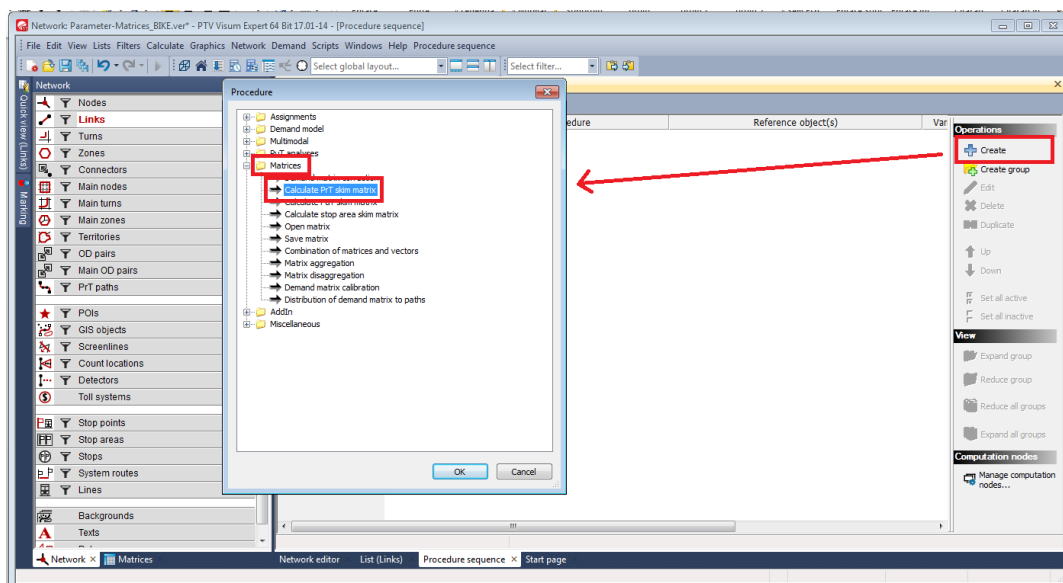




Em seguida, será criada a matriz de impedância entre zonas diferentes para meios de transporte diferentes. Primeiramente, para BIKE (RAD):

5. Calculate > Procedure sequence > Create > Matrices > Calculate PrT skim Matrix e dê OK.

*Obs: PrT – Private Transport*



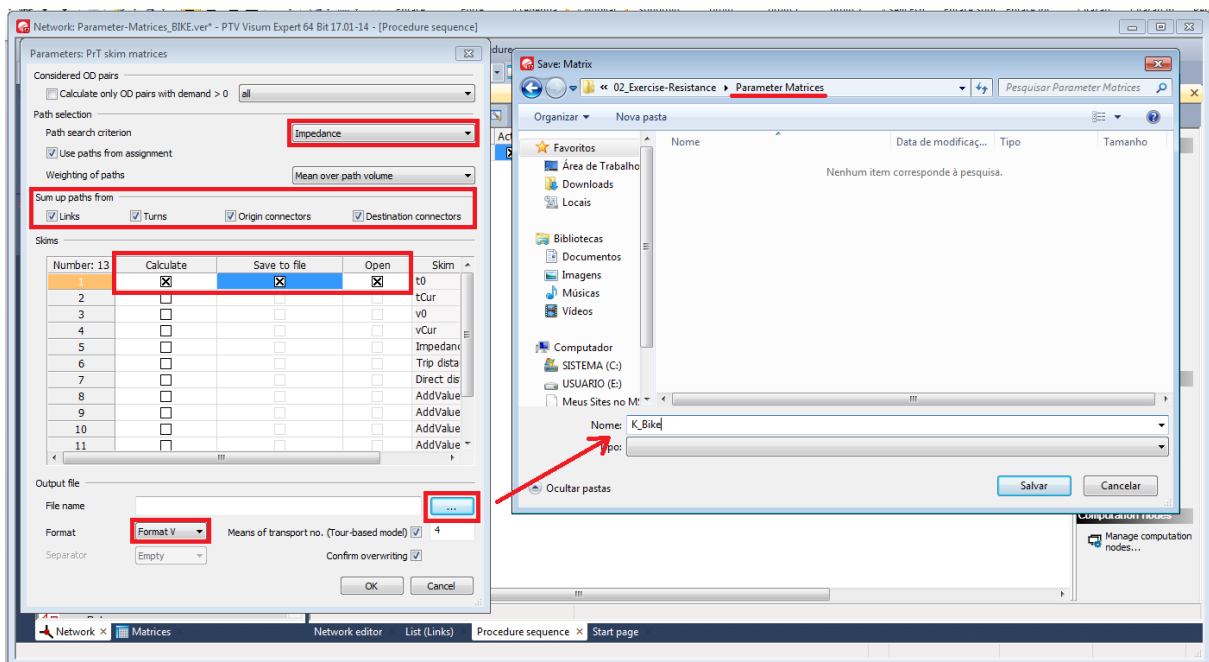
6. Mude o “Reference Object” para “P KFZ” e clique em “Edit” no canto direito da tela para fazer ajustes.


Como a velocidade do carro foi ajustada para bike sem renomear o modo, o reference object deve ser P KFZ e não RAD RAD.

7. Selecione “impedance” como path search criterion na janela aberta.

8. Na seção “Sum up paths” devem estar ativados os links, os turns, os origin connectors e o destination connectors.

9. A velocidade de viagem t0 precisa ser ajustada. Para isso, dê um check em “calculate”, “save to file” e “open”. Selecione “format V” em format e para output file clique em “...” e escreva “K\_Bike” como a seguir:



10. Feche as janelas clicando em Salvar e OK e dê start  na sequência de procedimentos para calcular os resultados.

11 x 11	Name		1	2	3	4	5	6	7	100	200	300	400
	Sum		Área Industrial	Nordeste	Centro	Norte	Noroeste	Sudoeste	Sudeste	Área externa 1	Área externa 2	Área externa 3	Área externa 4
1	Área Industrial	556.37	0.00	8.87	9.55	14.02	16.61	13.71	5.57	112.97	143.40	74.94	156.73
2	Nordeste	538.15	8.87	0.00	6.42	4.72	11.66	10.57	5.48	107.58	140.27	79.13	163.46
3	Centro	518.77	9.55	6.42	0.00	7.54	6.62	4.33	5.40	104.30	133.94	76.52	164.15
4	Norte	537.45	14.02	4.72	7.54	0.00	5.98	9.12	9.87	99.14	138.98	79.47	168.61
5	Noroeste	546.47	16.77	11.51	6.62	5.98	0.00	6.56	12.62	99.96	136.42	78.66	171.37
6	Sudoeste	533.45	13.71	10.57	4.33	9.12	6.56	0.00	9.56	106.04	133.34	71.92	168.30
7	Sudeste	533.36	5.57	5.48	5.40	9.87	12.46	9.56	0.00	109.77	139.25	75.83	160.16
100	Área externa 1	1420.35	113.34	107.58	104.30	99.14	99.96	105.79	109.94	0.00	235.65	175.97	268.68
200	Área externa 2	1705.12	143.40	140.27	133.94	138.98	136.42	133.34	139.25	235.90	0.00	205.62	298.00
300	Área externa 3	1147.62	74.78	79.30	76.62	79.22	78.66	71.92	76.00	175.97	205.78	0.00	229.37
400	Área externa 4	1948.68	156.73	163.46	164.15	168.61	171.21	168.30	160.16	268.52	298.00	229.54	0.00

11. Salve o arquivo.

- **Matriz de Parâmetros para “Fuss” (A pé)**

12. Copie novamente o arquivo original **02\_Parameter-Matrices** e cole na mesma pasta com o nome **Parameter-Matrices\_APE**.

O mesmo procedimento deverá ser realizado com o modo a pé, mas a velocidade da rede deve ser ajustada para **4km/h** ao invés de 10km/h.

13. Acesse Links > List > Links e modifique as velocidades V0Prt.

14. Clique com o botão direito em connectors > Multi-edit.

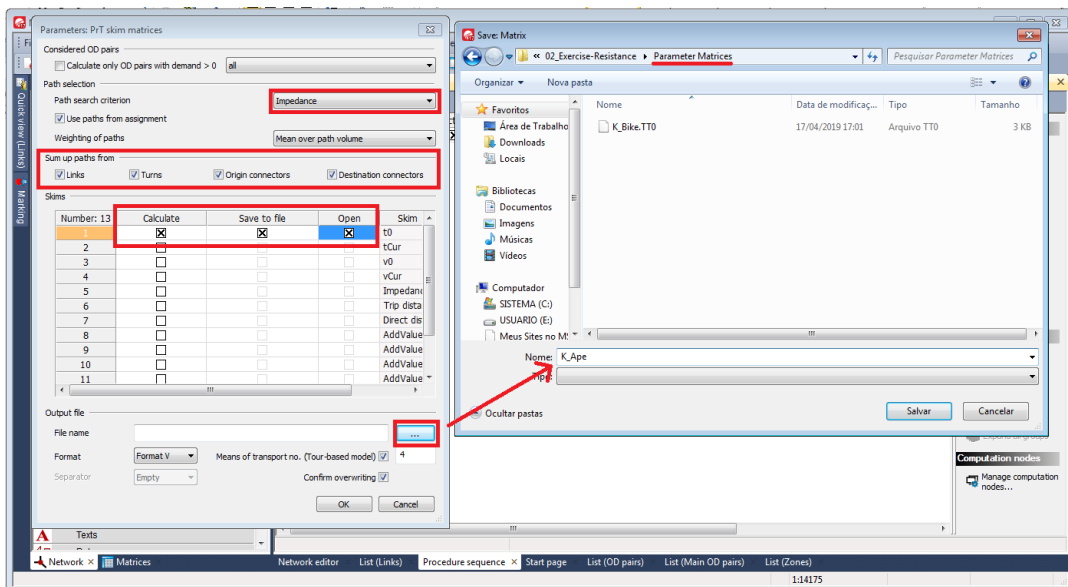
15. Vá em t0-TSys > P KFZ > Formula > “X” > Lenght e insira a fórmula **[LENGHT]\*3600/10**


16. Calculate > Procedure sequence > Create > Matrices > Calculate PrT skim Matrix e dê OK.

17. Mude o “Reference Object” para “P KFZ” (tráfego de pedestres) e clique em “Edit” no canto direito da tela para fazer ajustes.

Como a velocidade do carro foi ajustada para o tráfego de pedestres sem renomear o modo, o reference object deve ser P KFZ e não FV Fussgangerverkehr.

18. Configure conforme a figura abaixo:



19. Feche as janelas clicando em Salvar e OK e dê start  na sequência de procedimentos para calcular os resultados.

11 x 11		1	2	3	4	5	6	7	100	200	300	400	
	Name	Área industrial	Nordeste	Centro	Norte	Noroeste	Sudoeste	Sudeste	Área externa 1	Área externa 2	Área externa 3	Área externa 4	
	Sum	712.67	655.70	611.59	643.19	655.99	650.73	649.28	1673.50	1983.92	1398.55	2186.40	
1	Área industrial	712.22	0.00	15.49	19.35	26.94	33.18	29.62	9.07	141.56	176.53	95.26	165.22
2	Nordeste	655.69	15.49	0.00	9.54	4.72	21.32	19.80	6.05	130.82	166.71	102.64	178.58
3	Centro	611.43	19.35	9.54	0.00	10.71	6.62	4.33	8.00	121.94	151.16	97.33	182.44
4	Norte	643.44	26.94	4.72	10.71	0.00	5.98	15.37	15.59	108.01	162.45	103.64	190.03
5	Noroeste	656.67	33.43	21.17	6.62	5.98	0.00	7.21	22.08	108.82	154.29	100.54	196.52
6	Sudoeste	650.98	29.62	19.80	4.33	15.37	7.21	0.00	18.27	126.77	150.56	86.33	192.71
7	Sudeste	648.69	9.07	6.05	8.00	15.59	21.83	18.27	0.00	136.33	165.18	96.21	172.16
100	Área externa 1	1673.70	141.92	130.82	121.94	108.01	108.82	126.52	136.50	0.00	273.60	214.62	310.94
200	Área externa 2	1984.00	176.53	166.71	151.16	162.45	154.29	150.56	165.18	273.85	0.00	243.64	339.62
300	Área externa 3	1398.55	95.09	102.80	97.49	103.39	100.46	86.33	96.38	214.62	243.80	0.00	258.18
400	Área externa 4	2186.15	165.22	178.58	182.44	190.03	196.27	192.71	172.16	310.77	339.62	258.35	0.00

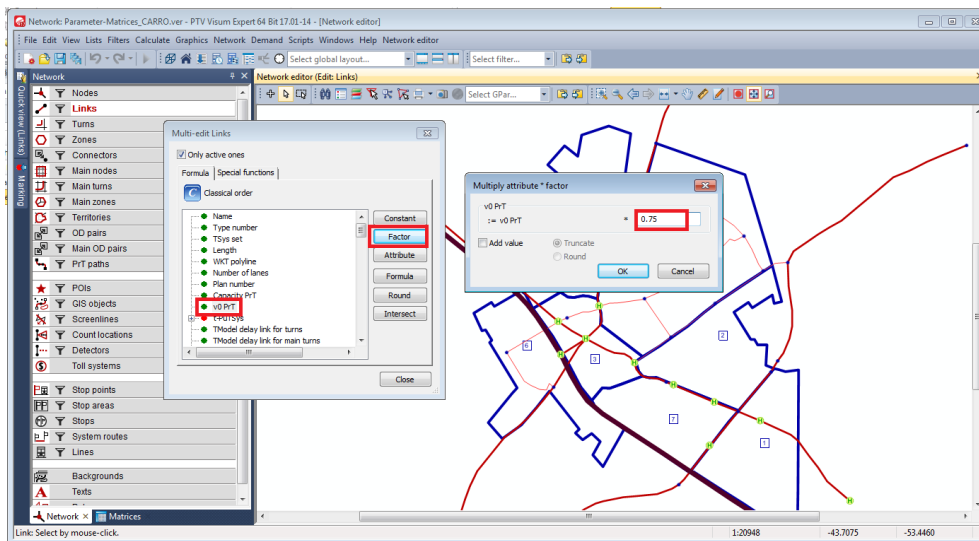
20. Salve o arquivo.

- **Matriz de Parâmetros para “KFZ” (Carro)**

21. Copie novamente o arquivo original **02\_Parameter-Matrizes** e cole na mesma pasta com o nome **Parameter-Matrizes\_APE**.

A velocidade do veículo depende da velocidade da via, que está ligada ao tráfego. Iremos configurar a velocidade como 75% da velocidade de fluxo livre.

22. Clique com o botão direito em Links > Multi-edit > v0PrT > Factor > 0.75



Novamente, crie a PrT Skim Matrix.

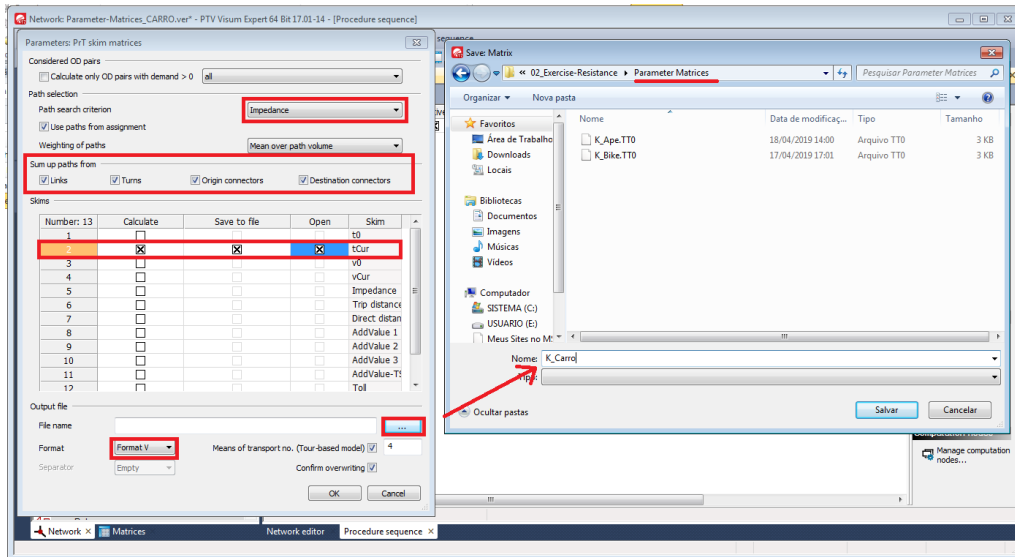
23. Como nas outras matrizes, vá em Calculate > Procedure sequences. Clique em “create” no canto direito da tela, selecione Matrizes > Calculate PrT Skim Matrix e dê OK.

24. Mude o Reference Object para “P KFZ”.

25. Edite a matriz clicando em “Edit” no canto direito da tela.

26. Configure conforme a figura abaixo. Ao contrário dos parâmetros para Bike e a pé, o carro precisa do cálculo do parâmetro “tCur”.





- **Matriz de Parâmetros para “OV” (Transporte Público)**

27. Copie o arquivo **02\_Parameter-Matrices** e cole na mesma pasta. Mude o nome para **Parameter-Matrices\_Transportepublico** e o abra no VISUM.

28. Vá em Calculate > Procedure sequences e crie uma nova matriz clicando em “create” no canto direito da tela.

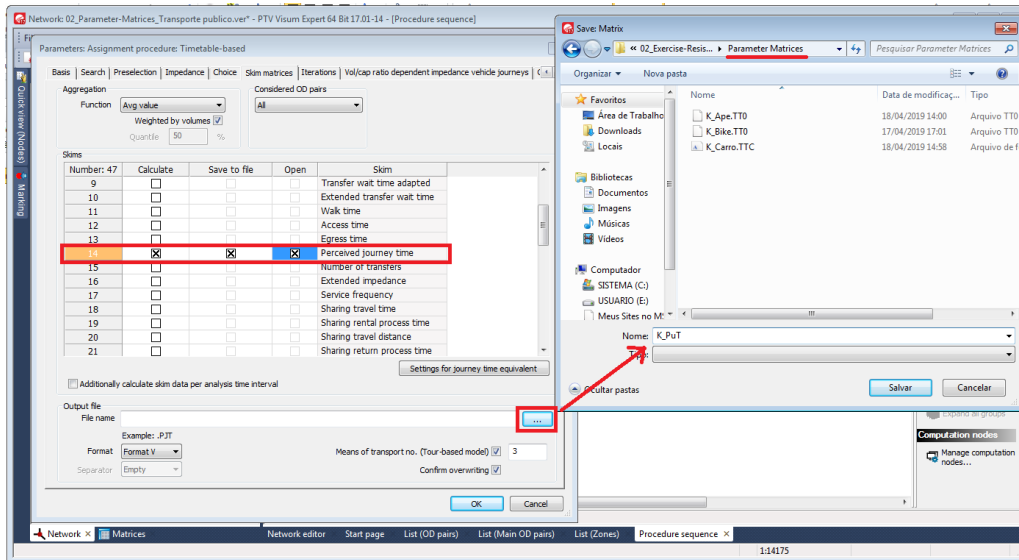
29. Selecione Matrices > Calculate PuT-skim matrix. Na coluna de reference objects coloque “X OV” e na coluna de variant/file selecione “Timetable-based”.

Timetable-based significa que todas as jornadas de linhas de transporte público estão contando com horários programados exatos de chegada e partida. Além disso, também adotam que o horário de partida dos passageiros é o horário de partida do transporte público.

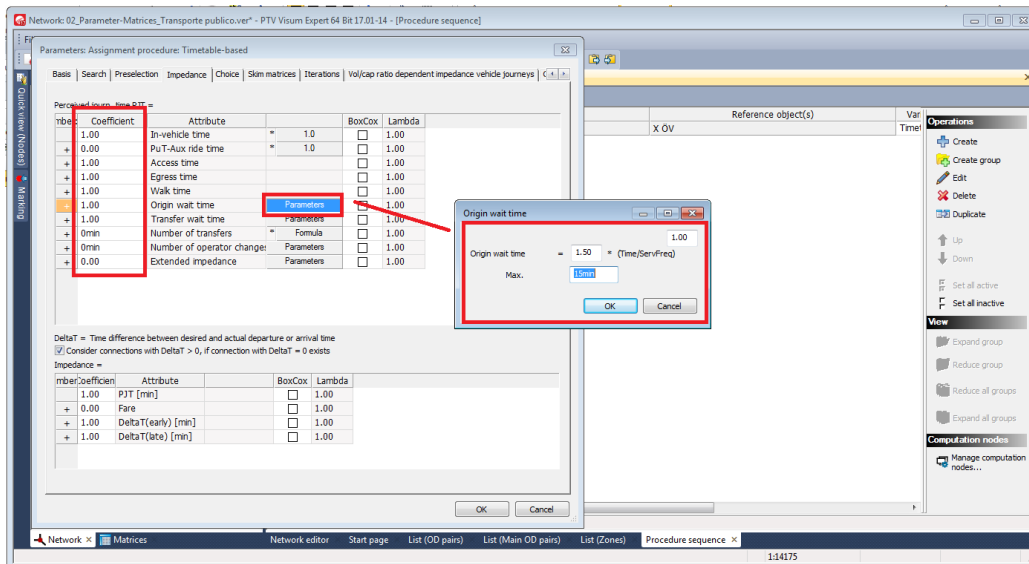
30. Ao clicar em “edit” no procedimento criado, vá na aba “Skim Matrices”

31. O parâmetro “perceived journey time” precisa ser calculado. Para isso ative o “calculate”, “save to file” e “open” dessa linha.

32. Coloque o nome do arquivo “K\_PuT” no espaço indicado abaixo.



33. Vá na aba “Impedance” e configure os valores como mostra:




34. Confirme os valores e clique em OK.

35. Dê start  na sequência de procedimentos para calcular os resultados.

- **Editando resultados**

36. Abra os resultados calculados através de Demand > Matrices > Open external Matrix. (As matrizes criadas para “A pé”, “Bike”, “Carro” e “PuT”.

As matrizes mostram a quantidade de tempo em minutos de um lugar a outro. Para cada conexão, os parâmetros da ida e volta devem ser iguais. Dessa forma:

37. Clique, para todas as matrizes, em “mirror upper triangle”  na barra acima da matriz.

A diagonal de cada matriz corresponde à resistência de uma célula. Dessa forma, devemos modificar manualmente a resistência de cada um dos meios de locomoção.

**38.** Para as diferentes matrizes inserir as seguintes resistências em suas diagonais:


	zona 1	zona 2	zona 3	zona 4	zona 5	zona 6	zona 7
Bike	5	5	2	5	5	2	2
A pé	7	7	4	7	7	4	4
Carro	2	2	2	2	2	2	2
PuT	15	15	10	15	15	10	10


Como no exemplo:

11 x 11	Name	1	2	3	4	5	6	7	100	200	300	400	
	Sum	104.00	96.00	91.00	96.00	97.00	98.00	94.00	263.00	272.00	199.00	306.00	
1	Área industrial	2.00	2.00	3.00	4.00	5.00	4.00	2.00	21.00	23.00	14.00	24.00	
2	Nordeste	2.00	2.00	2.00	1.00	3.00	3.00	1.00	21.00	22.00	14.00	25.00	
3	Centro	3.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	20.00	20.00	14.00	25.00	
4	Norte	4.00	1.00	2.00	2.00	1.00	3.00	2.00	19.00	22.00	14.00	26.00	
5	Noroeste	5.00	3.00	1.00	1.00	2.00	1.00	3.00	19.00	21.00	14.00	27.00	
6	Sudoeste	4.00	3.00	1.00	3.00	1.00	2.00	3.00	22.00	20.00	12.00	27.00	
7	Sudeste	2.00	1.00	1.00	2.00	3.00	3.00	2.00	21.00	22.00	13.00	24.00	
100	Área externa 1	263.00	21.00	21.00	20.00	19.00	19.00	22.00	21.00	2.00	41.00	33.00	44.00
200	Área externa 2	272.00	23.00	22.00	20.00	22.00	21.00	20.00	22.00	41.00	2.00	33.00	46.00
300	Área externa 3	199.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	12.00	13.00	33.00	33.00	2.00	36.00
400	Área externa 4	306.00	24.00	25.00	25.00	26.00	27.00	27.00	24.00	44.00	46.00	36.00	2.00

**39.** Salve as matrizes novamente.

- **Resistência de passageiros**

**40.** Será criada uma matriz de resistência de passageiros. Abra uma das matrizes de parâmetros editada (salva) e clique em  na barra acima da matriz. Em seguida, o valor **999999** deverá ser colocado em todas as células que envolvam as **áreas externas (1-4)**, pois considera-se a conexão de passageiros até áreas externas um trajeto de grande resistência.

**41.** Clique em “save as”  na barra acima da matriz e salve como “K\_Passageiros”.

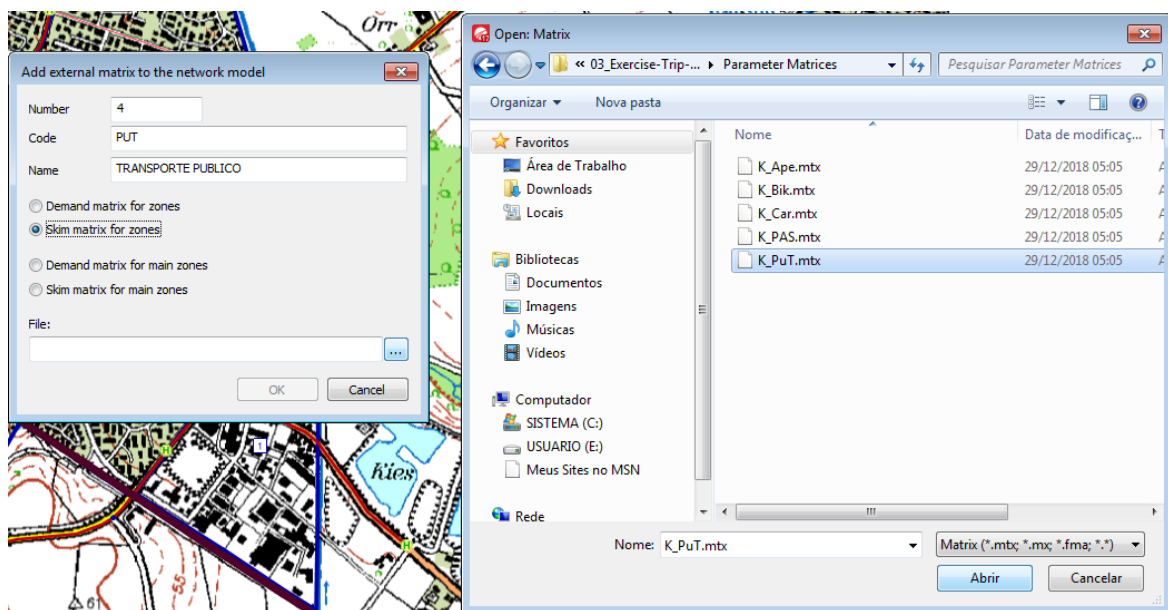
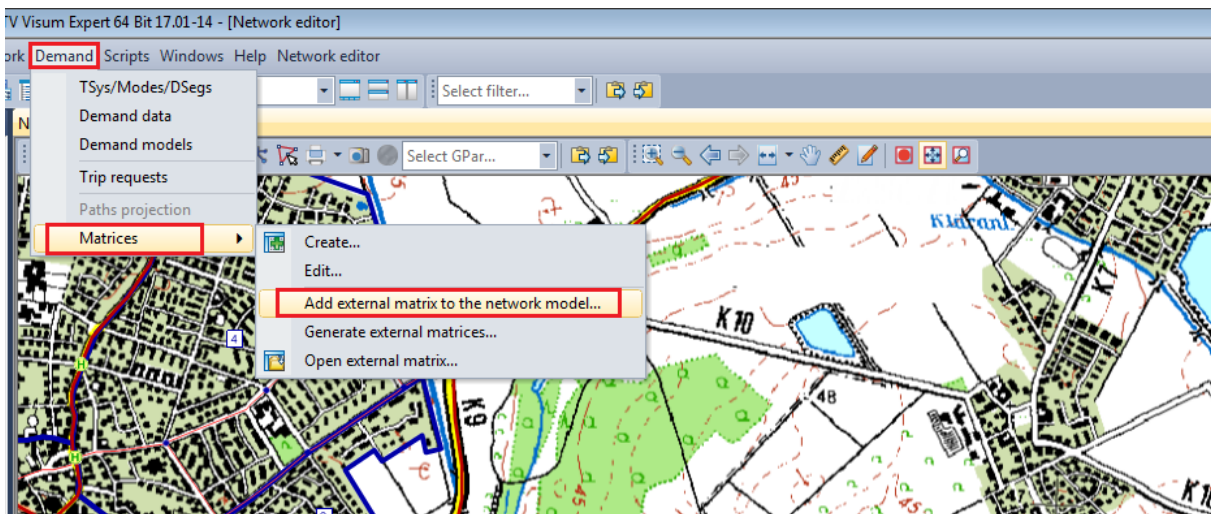
- **Cálculo da distribuição de viagens**

Para calcular a distribuição de viagens, serão necessários dados de geração e atração para cada segmento de demanda; matrizes de parâmetros e parâmetros da função utilidade.


42. Importe as matrizes de parâmetros através de Menu > Demand > Matrizes > Add external matrix to the network model e importe o arquivo da matriz na pasta "Parameter Matrices". Faça o mesmo procedimento para carro, bike, a pé, transporte público e passageiros.

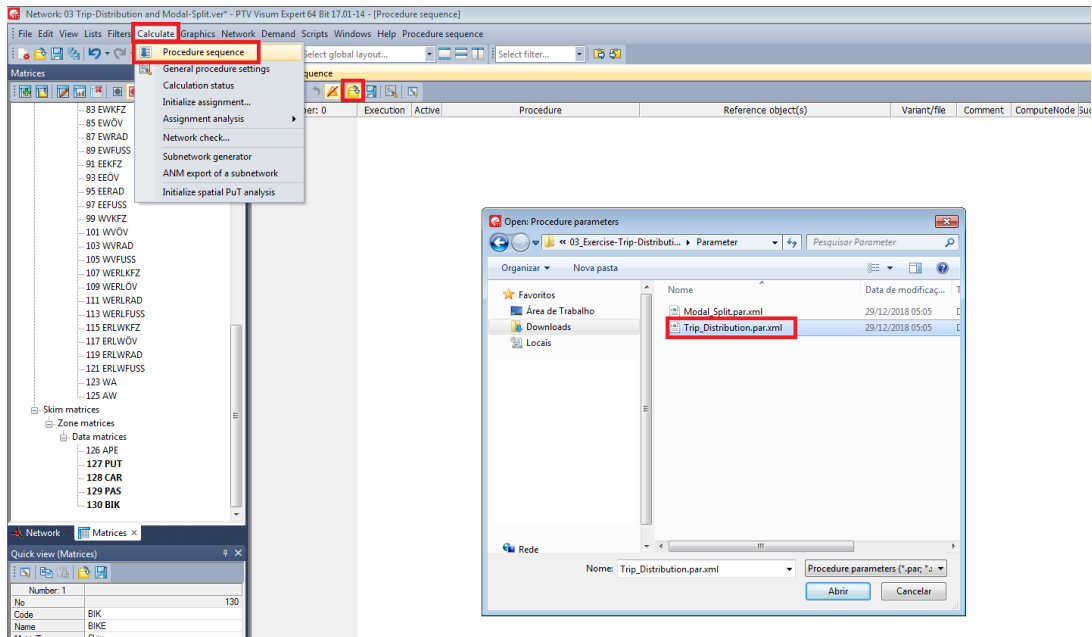
**Lembre-se de colocar os números corretos nas matrizes:**

- 2 – CAR – CARRO
- 4 – PUT – TRANSPORTE PÚBLICO
- 6 – PAS – PASSAGEIRO
- 8 – APE – A PÉ
- 10 – BIK – BIKE



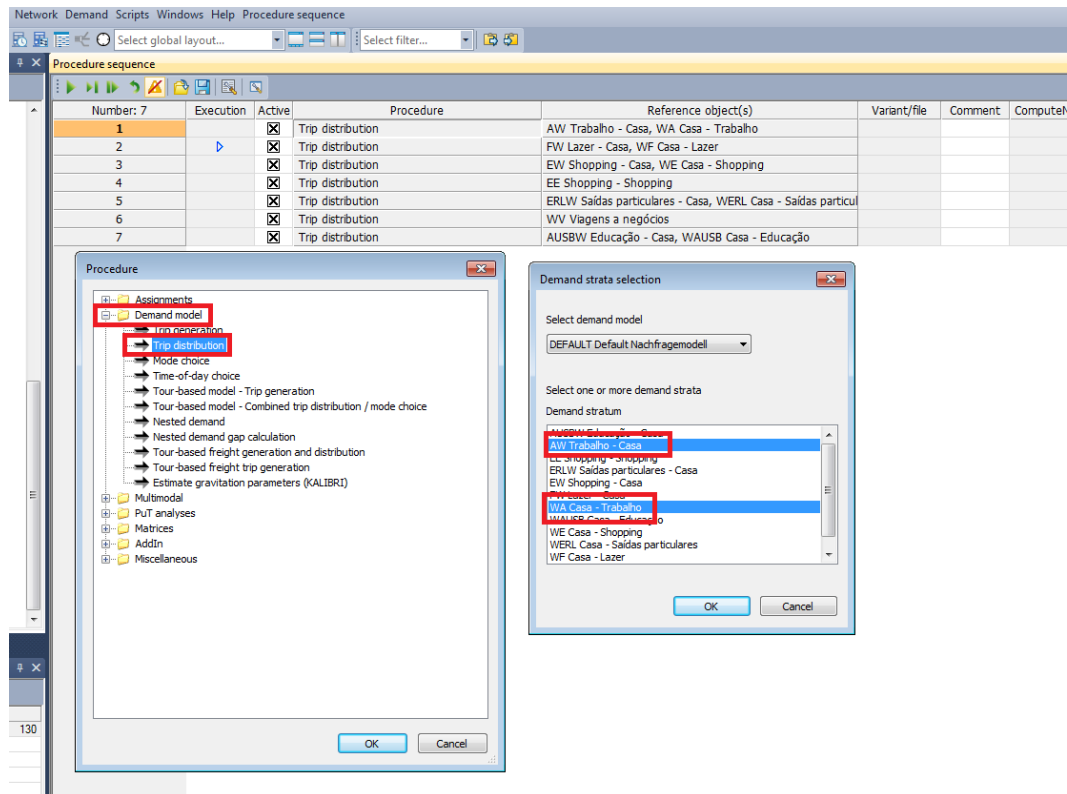
As matrizes origem destino devem ser calculadas para todos os segmentos de demanda. Todas as configurações e atributos para esses segmentos estão já configurados com um arquivo de sequência de procedimentos.

- 43.** Para acessá-los, vá em Menu > Calculate > Procedure sequence. Clique em open  na mesma janela, abra o arquivo “Trip Distribution.par” e vá em “ok”.



Defina os pares de atividade AW Trabalho – Casa e WA Casa - Trabalho da seguinte forma:

- 44.** Menu > Calculate > Procedure Sequences > Create
- 45.** Selecione Demand Model > Trip Distribution e OK
- 46.** Escolha os grupos de pessoas AW e WA clicando em “reference objects” e selecionando ambos com o Ctrl pressionado.



Enfim, para calcular a distribuição de viagens, precisamos definir a *utilidade* com base na *função utilidade* para os diferentes grupos/segmentos. A *utilidade* e *função utilidade* já estão definidas para todos os propósitos de viagem, menos para os grupos AW e WA recém-criados.

A função utilidade é definida como:

$$F_{ij} = k \cdot Q_i \cdot Z_j \cdot f(U_{ij})$$

Sendo:

- $U_{ij}$ : Valor da utilidade que é baseada na distância da viagem ou tempo de viagem entre as zonas;
- $f(U_{ij})$ : Função Utilidade;
- $Q_i$ : Zona de origem i
- $Z_j$ : Zona de Destino j
- $k$ : Fator de ajuste da impedância.

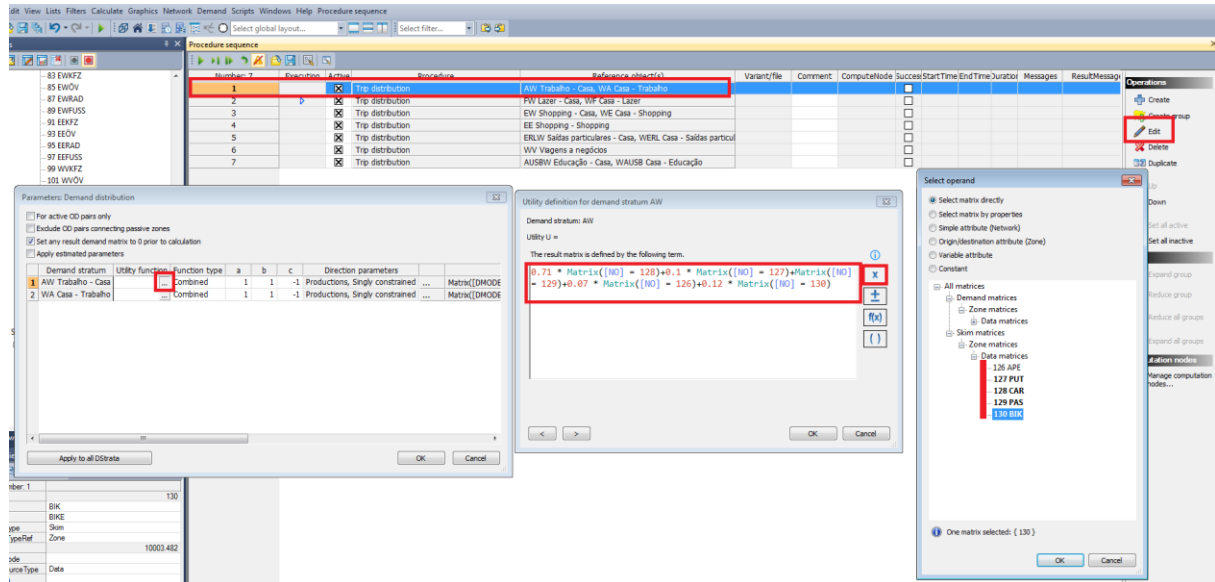
### Definição da Utilidade (U)

A utilidade é definida pela vantagem de cada modo de transporte individual, representada pela seguinte fórmula:

$$U = C * Car + C * PuT + PAS + C * Ape + C * Bik$$

Com C sendo o coeficiente determinado por cada tipo de viagem. Pode ser definido pela proporção do modal, que indica a importância ou a frequência de usuários. Calculemos:

**47.** Menu > Calculate > Procedure Sequences e então selecione a operação e clique em *Edit* no lado direito da janela.

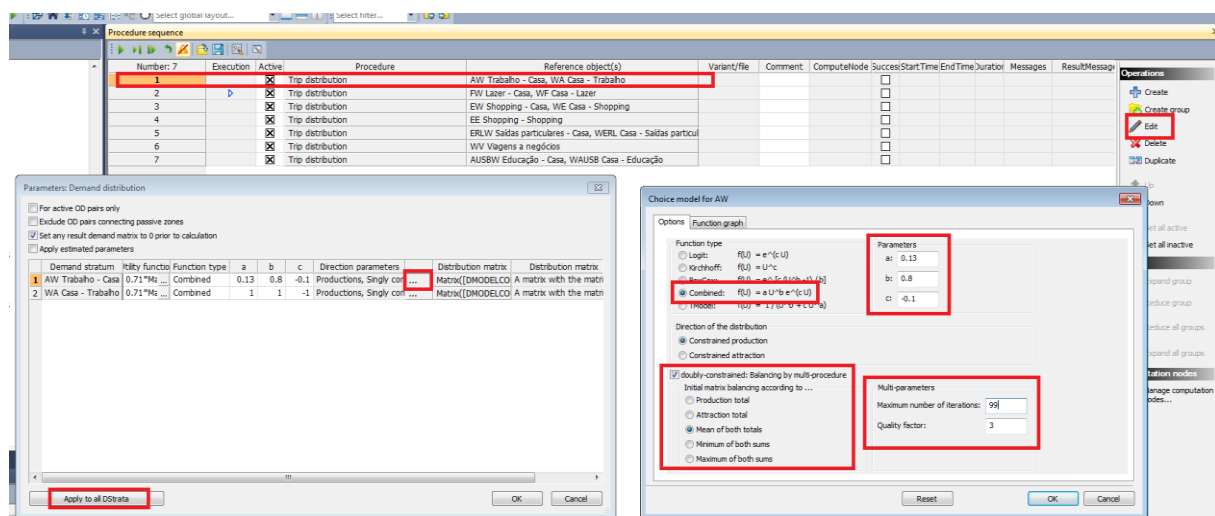



**48.** A fórmula a ser inserida no campo de definição da utilidade é:  
 $0.71 * \text{Carro} + 0.1 * \text{Transporte Público} + \text{Passageiros} + 0.07 * \text{A pé} + 0.12 * \text{Bike}$

**49.** Aplique a mesma fórmula para AW e WA.

### Definição da função Utilidade f(U)

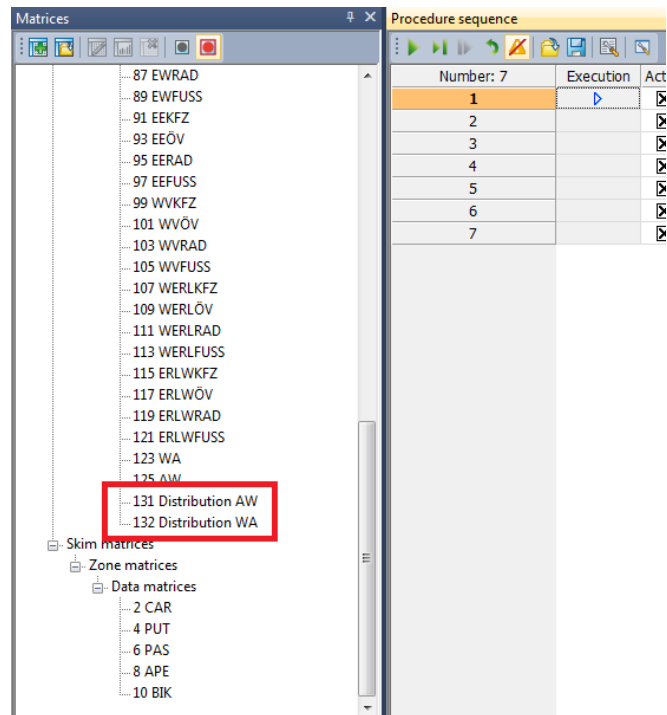
**50.** Deve-se configurar a função utilidade da seguinte forma:



**51.** Dê OK e comece a sequência de procedimentos clicando em .



52. Os resultados podem ser encontrados aqui:



53. Tente interpretar os resultados e explicá-los de uma forma lógica.

Matrix editor (Matrix '131 Distribution AW')

11 x 11			1	2	3	4	5	6	7	100	200	300	400
	Name		ea Industri	Nordeste	Centro	Norte	Noroeste	Sudoeste	Sudeste	ea externa	ea externa	ea externa	ea externa
	Sum	0.00	612.54	437.53	787.55	218.76	218.76	400.02	250.02	200.01	200.01		
1	Área Industrial	1045.14	0.00	135.62	90.36	171.35	167.03	44.68	44.02	140.63	75.00	83.59	92.86
2	Nordeste	174.19	0.00	19.49	15.56	24.78	30.97	8.10	6.89	26.89	15.87	13.07	12.57
3	Centro	696.76	0.00	83.88	43.03	109.90	106.99	21.01	27.87	112.36	88.30	51.61	51.81
4	Norte	174.19	0.00	18.14	14.92	25.07	28.17	7.61	7.80	36.40	15.34	11.09	9.66
5	Noroeste	174.19	0.00	22.06	14.13	27.40	24.41	7.14	7.53	34.74	17.38	11.14	8.26
6	Sudoeste	174.19	0.00	21.87	10.52	28.05	27.08	5.87	7.47	24.97	22.18	15.29	10.88
7	Sudeste	174.19	0.00	19.06	14.29	29.46	29.23	7.65	6.32	24.04	15.95	14.22	13.98
100	Área externa 1	299.98	0.00	49.14	38.07	90.84	89.12	16.92	15.88	0.00	0.00	0.00	0.00
200	Área externa 2	299.98	0.00	51.97	53.64	68.61	79.93	26.91	18.91	0.00	0.00	0.00	0.00
300	Área externa 3	499.97	0.00	101.63	74.44	118.01	121.80	44.10	40.00	0.00	0.00	0.00	0.00
400	Área externa 4	399.98	0.00	89.68	68.56	94.09	82.80	28.77	36.08	0.00	0.00	0.00	0.00

Matrix editor (Matrix '132 Distribution WA')

11 x 11			1	2	3	4	5	6	7	100	200	300	400
	Name		ea Industri	Nordeste	Centro	Norte	Noroeste	Sudoeste	Sudeste	ea externa	ea externa	ea externa	ea externa
	Sum	1045.14	174.19	696.76	174.19	174.19	174.19	299.98	299.98	499.97	399.98		
1	Área Industrial	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Nordeste	612.54	135.62	19.48	83.87	18.13	22.05	21.86	19.06	49.13	51.96	101.69	89.68
3	Centro	437.53	90.36	15.55	43.02	14.92	14.13	10.51	14.29	38.07	53.63	74.49	68.56
4	Norte	787.55	171.41	24.78	109.91	25.07	27.40	28.05	29.47	90.86	68.62	117.86	94.13
5	Noroeste	787.55	167.04	30.98	107.00	28.16	24.41	27.08	29.23	89.14	79.95	121.81	82.75
6	Sudoeste	218.76	44.69	8.10	21.01	7.61	7.14	5.87	7.65	16.90	26.92	44.10	28.78
7	Sudeste	218.76	44.01	6.89	27.86	7.80	7.53	7.46	6.32	15.89	18.90	40.02	36.08
100	Área externa 1	400.02	140.45	26.91	112.43	36.42	34.76	25.01	24.04	0.00	0.00	0.00	0.00
200	Área externa 2	250.02	75.01	15.87	88.30	15.33	17.38	22.17	15.96	0.00	0.00	0.00	0.00
300	Área externa 3	200.01	83.67	13.05	51.56	11.10	11.14	15.29	14.21	0.00	0.00	0.00	0.00
400	Área externa 4	200.01	92.87	12.57	51.80	9.65	8.26	10.88	13.98	0.00	0.00	0.00	0.00

Resultados podem variar.