

# Tutorial: Exemplos de aplicação passo a passo

<b>INTRODUÇÃO AO TUTORIAL .....</b>	<b>2</b>
<b>EXEMPLO A: SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO COM A DEMANDA EXÓGENA .....</b>	<b>3</b>
DESCRIÇÃO GERAL DO EXEMPLO A .....	3
ROTEIRO PELA BASE DE DADOS .....	4
CÁLCULO DO CENÁRIO BASE .....	16
RESULTADOS NA JANELA .....	17
UM CENÁRIO ALTERNATIVO .....	24
<b>EXEMPLO B: TRANSPORTE PÚBLICO E PRIVADO COM DUAS CATEGORIAS DOS USUÁRIOS....</b>	<b>31</b>
DESCRIÇÃO DO EXEMPLO .....	31
A BASE DOS DADOS .....	31
RESULTADOS DO CASO BASE .....	33
INCREMENTO DAS TARIFAS .....	38
FAIXAS EXCLUSIVAS PARA ÔNIBUS E TAXAS AOS ESTACIONAMENTOS .....	42
<b>EXEMPLO C: LOCALIZAÇÃO DE ATIVIDADES E USOS DO SOLO .....</b>	<b>47</b>
DESCRIÇÃO GERAL DO EXEMPLO .....	47
DESCRIÇÃO DA BASE DE DADOS.....	47
CENÁRIO ALTERNATIVO COM TRANSPORTE MELHORADO .....	59

## Introdução ao tutorial

O propósito deste documento e do material que o complementa é servir aos novos usuários ao Sistema de Modelagem Integrada de Usos do Solo e Transporte Tranus, como material introdutório. Para isso, produziram-se exemplos simples, e de maneira gradual incorporaram-se elementos adicionais. Este tutorial vai acompanhado dos arquivos que contêm o material de base aos exemplos, que indicam-se oportunamente.

Adicionalmente a este tutorial, serve de complemento a documentação do sistema Tranus, que consta de quatro documentos principais:

- Descrição Geral do Sistema Tranus, um guia introdutório ao sistema, de forma muito geral e conceitual.
- Formulação Matemática do Sistema Tranus.
- Operação da Interface Gráfica do Sistema Tranus (TUS).
- Operação dos Programas de Cálculo do Sistema Tranus.

Embora seja fornecido, nesse Tutorial, um amplo material para apoiar aos exemplos, tenta-se ser o mais auto-suficiente quanto seja possível. Os documentos mencionados são úteis para uma compreensão completa do sistema. A interface gráfica do sistema (TUS) inclui a sua própria e extensa ajuda em linha (Help).

O tutorial está organizado de acordo com exemplos simples, começando com o mais básico até um sistema completo. Os exemplos descritos nas seções a seguir são os seguintes:

**Exemplo A:** uma rede de transportes muito simples, com três zonas e duas rotas de transportes públicos. Consideram-se apenas os passageiros de transporte público em uma única categoria, com base em uma matriz de viagens dada exogenamente ao modelo.

**Exemplo B:** A mesma rede simples do exemplo anterior, acrescentando um modo de transporte privado e separando as categorias de viajantes em duas categorias: baixo e alto estrato. Para cada categoria fornece-se o modelo com matrizes exógenas de viagens.

**Exemplo C:** Com base no exemplo acima, introduzem-se atividades econômicas, população e solo. A localização dessas atividades, e do mercado do solo, deve ser simulada endogenamente pelo modelo. Desta forma, a demanda de viagens também é gerada endogenamente baseada em três categorias de passageiros: estratos altos e baixos, e viagens aos serviços.

Os exemplos são pequenos, mais não necessariamente simples. O tamanho reduzido dos exemplos facilita a transmissão de dados através da Internet e seu desenvolvimento em qualquer PC. A instalação do Tranus é um procedimento padrão que está documentado no manual de operação correspondente.

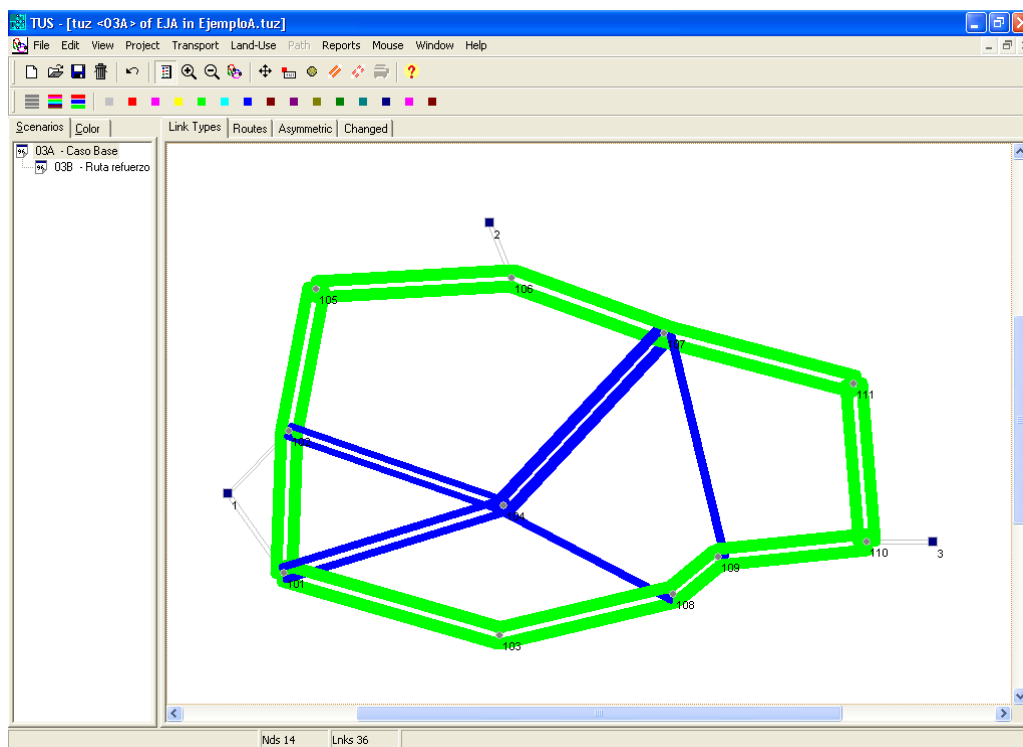
## Exemplo A: Sistema de transporte público com a demanda exógena

### Descrição geral do Exemplo A

Para seguir este exemplo fornecem-se os seguintes arquivos:

ExemploA.tuz	Base de dados Tranus
ExemploA.ini	Parâmetros de Configuração
Parametros Transporte.xls	Arquivo Excel com os dados e informações de interesse.

Para começar, copie os arquivos numa pasta, por exemplo, C:\Tranus\Tutorial\ExemploA. Active a Interface do Tranus (TUS) e abra o arquivo ExemploA.tuz mediante do comando *File → Open*. Como alternativa, clique duas vezes no arquivo ExemploA.tuz. A seguinte tela será exibida:



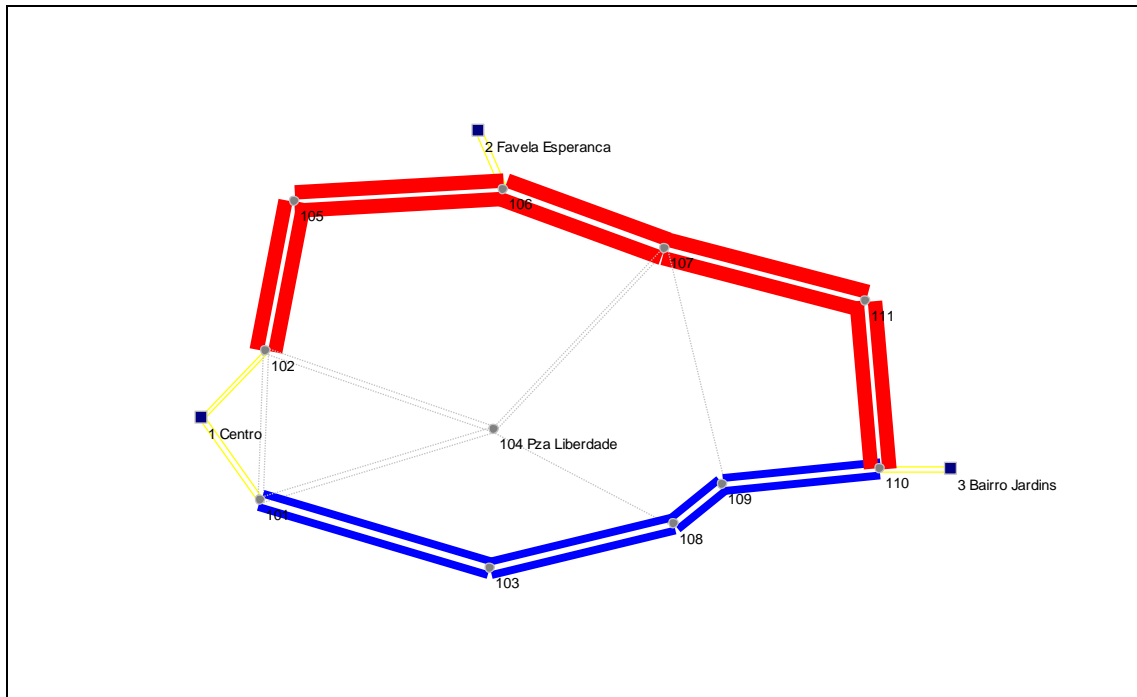
Apresenta-se a tela padrão do Tranus, com seus menus e ícones, a janela com a árvore de cenários à esquerda e a vista de rede na janela do lado direito. A rede exemplo consiste em três zonas (1, 2 e 3), 36 links e 14 nós. As maiorias das ligações são bi-direcionais, mas também há duas vias uni-direcionais (104-108 e 109-107). As ligações são classificadas em três tipos de via (ver abaixo) e a cada uma é atribuída uma cor. Para ver o código de cores, selecione *Colors* na janela da esquerda. Como a tela que você está vendo é para o *Link Types* (*tipos de ligações*), a lista dos tipos de via (três neste caso) e as cores atribuídas apresentam-se. Neste exemplo, podemos distinguir três tipos de vias: arteriais, locais e conetores. Nesta vista a largura de banda que representam as ligações é proporcional à capacidade de cada link.

Para apresentar as características de cada link, dê um duplo clique em qualquer um deles. Ele mostra uma janela com todos os dados associados com o link, conforme descrito no manual. Com o menu *View* você pode



mudar a escala de representação, visualizar os nomes e números de nós e zonas, nomes de rua, etc. Além disso, o menu principal lhe permite atribuir cores para cada tipo de estrada.

Na vista da rede podem-se apresentar outras modalidades. A mais importante neste primeiro exercício é a janela de rotas. Ao escolher a janela de rotas aparecerá a seguinte imagem:



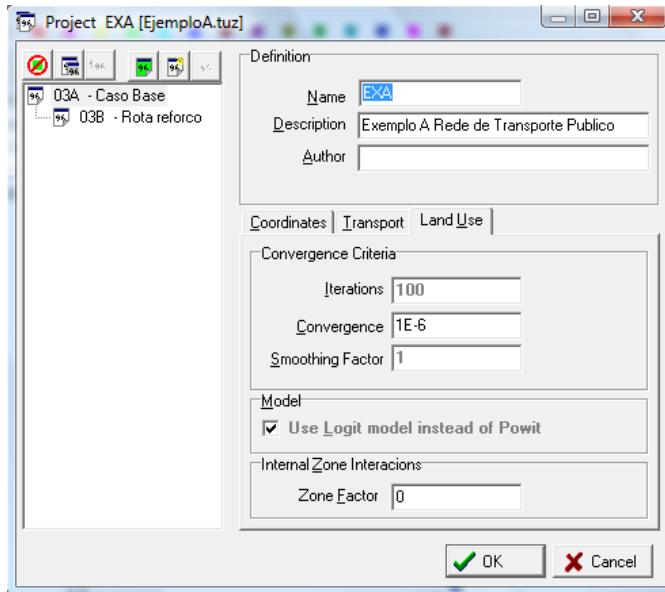
A figura mostra que neste exemplo existem duas rotas, cada uma representada por uma cor. No exemplo há uma zona chamada 'Centro', uma zona denominada 'Favela Esperança', e uma terceira chamada 'Bairro Jardins'. Para viajar desde cada uma dessas duas zonas até o Centro ficam disponíveis duas rotas a serem detalhadas posteriormente.

## Roteiro pela base de dados

Esta seção descreve os dados que definem o Exercício A, como uma aplicação do sistema Tranus. Este primeiro exercício não contém todas as informações que poderiam constituir um projeto, de fato somente descrevem-se os elementos a serem utilizados efetivamente. Nos exemplos a seguir serão incorporados elementos adicionais.

### As opções do projeto

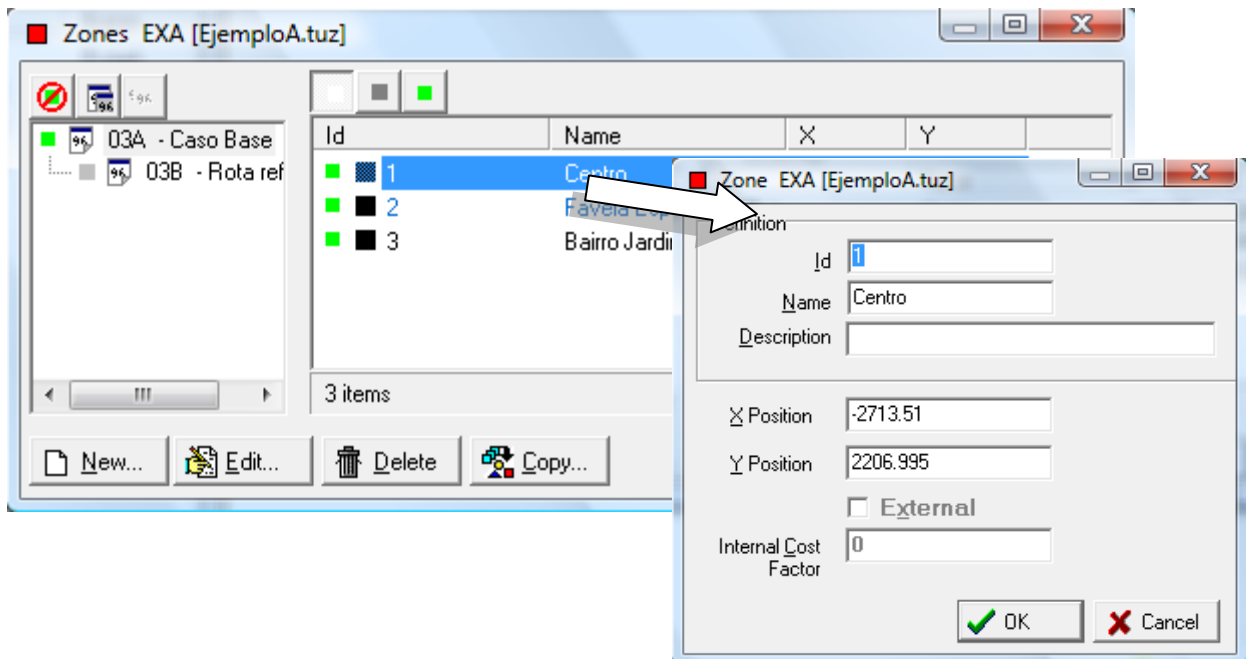
O ponto de partida para explorar o banco de dados é o menu que apresenta a tela abaixo. Observa-se que o nome chave do projeto, que deve ser composto de três caracteres é EXA (por Exemplo A), que explicitamente aparece descrito no campo . À esquerda aparece a Árvore de Cenários, que agora contém apenas dois nós chamados 03A, que representa o ano de referência 2003-A e 03B, descrito abaixo.



Nesta janela você também seleciona o sistema de coordenadas geográficas a ser utilizado no projeto, que neste caso corresponde às coordenadas UTM, o mais amplamente utilizado. Como de costume, as coordenadas são em metros e o comprimento das ligações é preferido em quilômetros. Então o fator multiplicador de comprimento (*Link Length Multiplier*) foi especificado em 0.001.

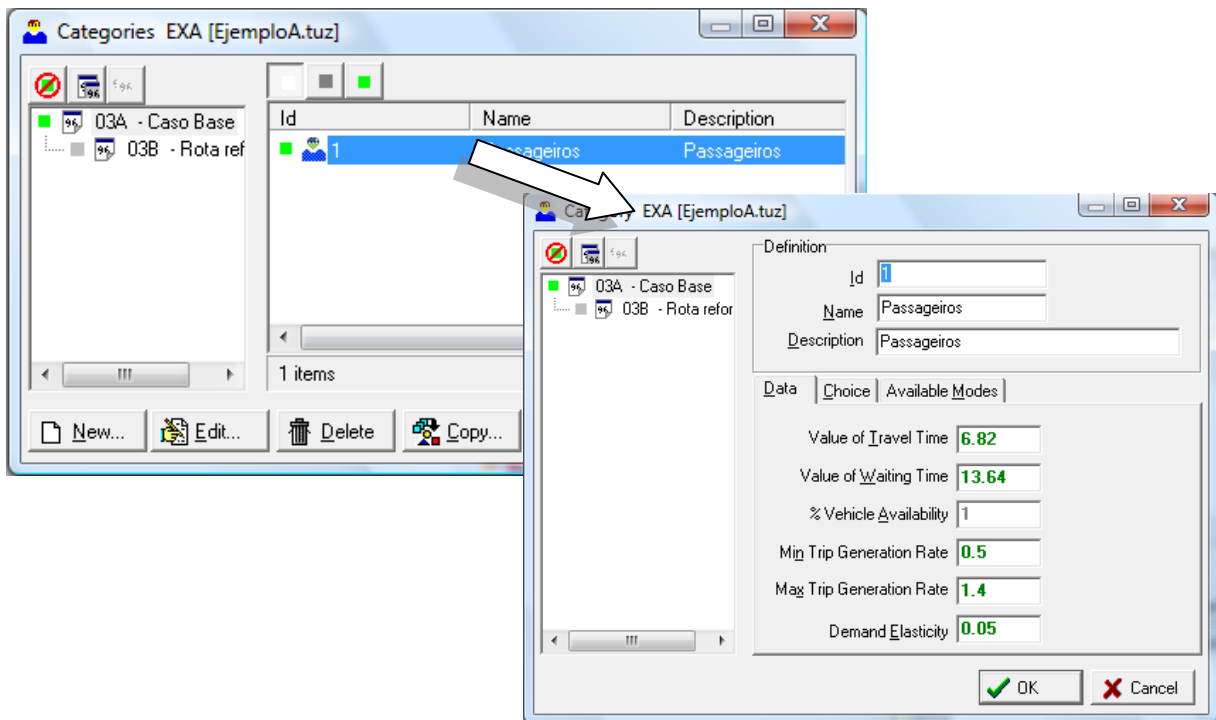
Se você clicar duas vezes no cenário 03A – Caso Base, ou selecione o botão de editar cenário (botão verde), aparece a janela da definição de cenários, onde você especifica o seu nome e precedência. Você também pode observar que há duas folhas: uma de Transporte (*Transport*) e outra de Uso do Solo (*Land Use*), que serão descritas mais adiante.

O menu abaixo para explorar neste primeiro exemplo é o *Project* → *Zones*, que especifica as zonas. Esta janela tem a forma de uma lista, com uma linha para cada zona, conforme indicado abaixo. Quando você selecionar a lista aparece outra janela para especificar as suas características, que simplesmente indicar um número de código, nome, uma descrição (opcional) e as coordenadas correspondentes. O resto não é relevante para este primeiro exemplo.



## Janela de dados do transporte

Primeiramente vamos apresentar a janela *Transport* → *Categories*, que define as categorias de usuários do sistema de transporte. Como é apresentado na figura abaixo, neste primeiro exemplo, há apenas uma classe de usuários, chamada 'Passageiros'. Quando você clicar duas vezes sobre essa única categoria aparece outra janela com as informações relevantes.

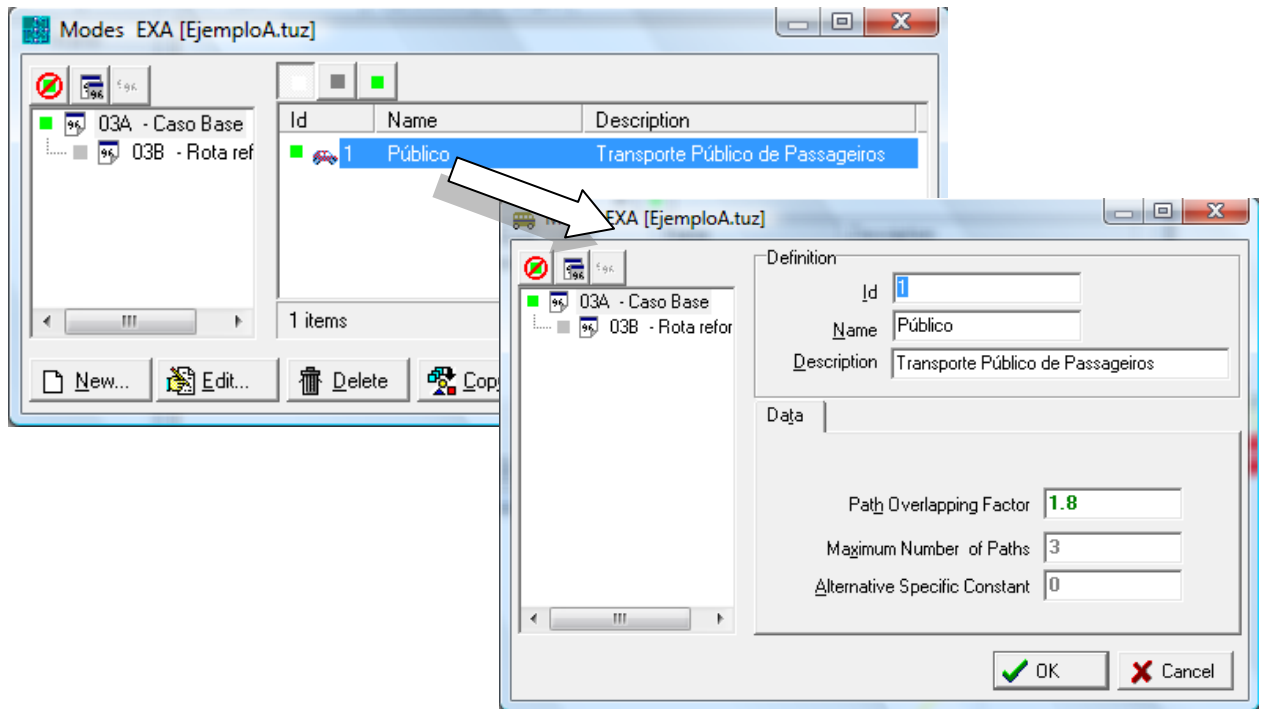


Os principais dados estão na primeira seção da janela, já que aqui os valores do tempo são especificados, assim como a disponibilidade de uso do veículo e as funções de geração de viagens. Neste primeiro exemplo, os valores do tempo são um parâmetro muito importante, pois afeta o comportamento da categoria *passageiros*. Na planilha *ParâmetrosTransporte.xls* mostra-se a forma como foi estimado o valor do tempo de viagem (um terço da renda média familiar por hora) e, normalmente, especifica-se o valor do tempo de espera como o dobro do valor do tempo de viagem.

Tal como foi esclarecido no Manual de Tranus, a percentagem de disponibilidade do veículo pode afetar a distribuição modal, mas não é recomendado para o seu uso. Esta possibilidade foi mantida para ser compatível com as outras versões anteriores. Finalmente, os três parâmetros que estão relacionados com a geração de viagens não têm efeito nenhum sobre este exemplo, pois o número de viagens a ser alocado é totalmente exógeno, como apresentar-se-á abaixo.

A seção Escolha (*Choice*) desta janela contém os parâmetros dos modelos de decisão, que pode ser a escolha dos modos e/ou a escolha dos caminhos. Neste exemplo, existe apenas uma modalidade de transporte: o transporte público, de modo que os parâmetros que regem a escolha modal não aplicam. Neste caso o parâmetro do modelo logit definiu-se num valor de 3.0 e o parâmetro de escala do logit especificou-se em 1.0, o que quer dizer que adota-se um modelo logit com utilidades completamente escaladas.

Uma vez definida a única categoria de usuários, a seguinte janela para rever é *Transport → Modes*, que define as modalidades de transporte. Mais uma vez, trata-se de uma lista que pode ter várias modalidades, mas neste primeiro exemplo só há uma modalidade de transporte:

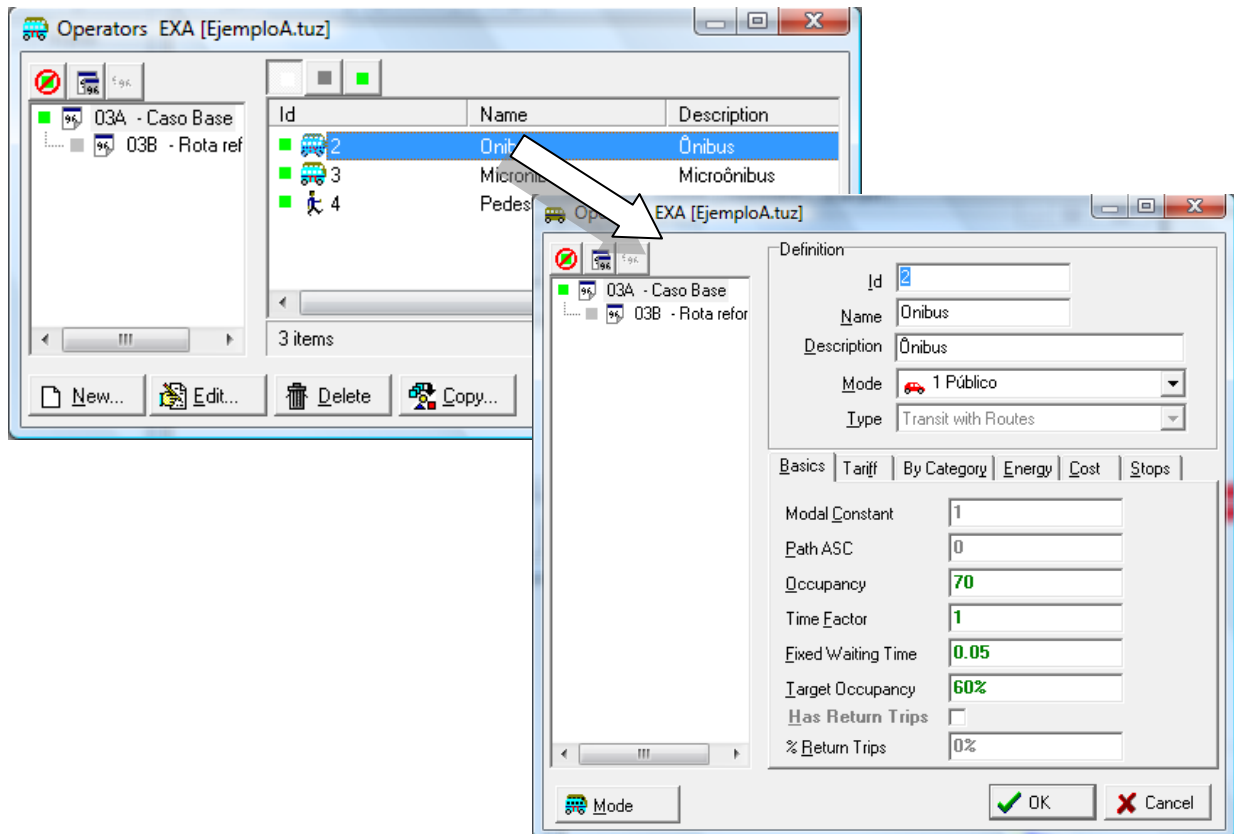


No momento, indicar-se-á apenas o número máximo de caminhos (*paths*), que neste exemplo foi definido em 3. Isto significa que o modelo pesquisará até três caminhos ou 3 formas de viajar de uma zona para outra.

Um modo de transporte pode ter vários operadores, que estão especificados no menu *Transport* → *Operators*, que também aparecem listados, tal como é apresentado a seguir. Quando você selecionar qualquer operador da lista, apresenta-se outra janela que contém os dados que o definem. Como demonstrado, três operadores foram definidos: ônibus, microônibus e pedestres, todos pertencentes ao modo de transporte público. Ao abrir a janela do operador ônibus, pode-se conferir que foi atribuído um número de código, um nome curto e uma descrição. Também especificou-se que este operador pertence ao modo Público, e que é do tipo denominado *Transit with routes*, o que dizer que tem uma ou mais rotas fixas e frequências.

Após o anterior, seguem várias seções de dados relativos a cada operador. Diz-se que o operador tem uma constante modal de 1, que afeta as probabilidades de eleição para concorrer com outros operadores. Em seguida, especifica-se que o operador tem uma taxa máxima de ocupação de 70, o que significa que a capacidade de uma linha de ônibus será definida pela frequência e por esse valor (capacidade = frequência x ocupação máxima). O  $\theta$  é também utilizado para calcular a capacidade de uma linha. Normalmente especifica-se a frequência dos serviços em termos de veículos por hora e podem ser feitas simulações para períodos superiores a uma hora, como um período de pico de duas horas, ou uma simulação diária. Neste exemplo o fator tempo é definido em 1.0, o que significa que a simulação abrange uma hora. Finalmente, especifica-se o tempo de espera fixo, neste caso, 0.05 de hora ou 3 minutos, o que significa que o tempo de espera mínimo desse operador será de 3 minutos, mais o tempo de espera que depende da frequência e de possíveis saturações.

O parâmetro *Target Occupancy* rege o modelo da oferta dos transportes públicos ao variar as frequências entre os limites máximos e mínimos. Um baixo valor desse parâmetro torna mais fácil para o operador de uma linha para variar a frequência, enquanto que um valor alto faz com que seja mais difícil.



A próxima seção de dados denomina-se *Tariff*, e especifica-se a função tarifária que se aplica às rotas do operador. A função tarifária pode ter um elemento fixo ou *tarifa de abordagem*, um componente pela distância e um componente pelo tempo. Neste exemplo foi adotada uma tarifa de abordagem de \$ 3, tanto para o operador ônibus quanto para o microônibus. É claro que o pedestre não tem tarifa a pagar.

A seção por categoria (*By Category*) apresenta uma tabela que especifica determinadas condições para cada categoria de usuário que possa usar um operador determinado. Nesta parte pode ser modificada a tarifa e/ou as penalidades, mas neste primeiro exemplo não são utilizados, porque existe uma única categoria só.

A seção Energia (*Energy*) refer-se a uma função de custo de operação relativa ao uso de energia. Na maioria dos casos trata-se de veículos de combustão interna, e, portanto, o papel dessa função refere ao consumo de combustível. Embora não existam restrições para representar os veículos elétricos e outros. Como pode ser observado na formulação matemática do modelo, o custo de operação relativo à utilização de energia varia de acordo com a velocidade de circulação.

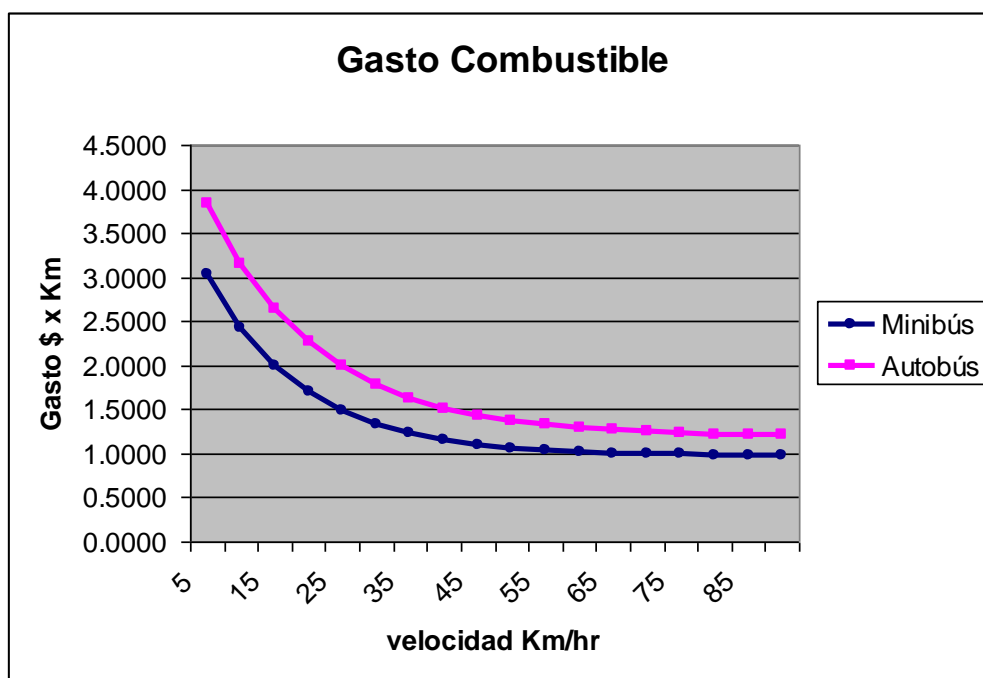
A equação é igualmente descrita na planilha de cálculo complementar a este exemplo, e possui a forma seguinte:

$$COpEner = min + (max-min) \exp(-par * Vel) * preço$$

Onde  $COpEner$  é o custo da operação relativo ao uso da energia (em \$ por km),  $min$  é o consumo mínimo de energia quando a velocidade de circulação é elevada e os veículos operam em condições ideais,  $max$  é consumo máximo quando a velocidade da operação é praticamente nula, e  $par$ , é um parâmetro que regula a forma da função.

O resultado desta função é multiplicado pelo *preço*, que é o preço de cada unidade de energia. Os valores dos parâmetros desta função são apresentados na planilha de cálculo anexa para ônibus e microônibus, onde se faz explícita a sua formulação. Graficamente, o resultado da função de gasto por km é o seguinte:





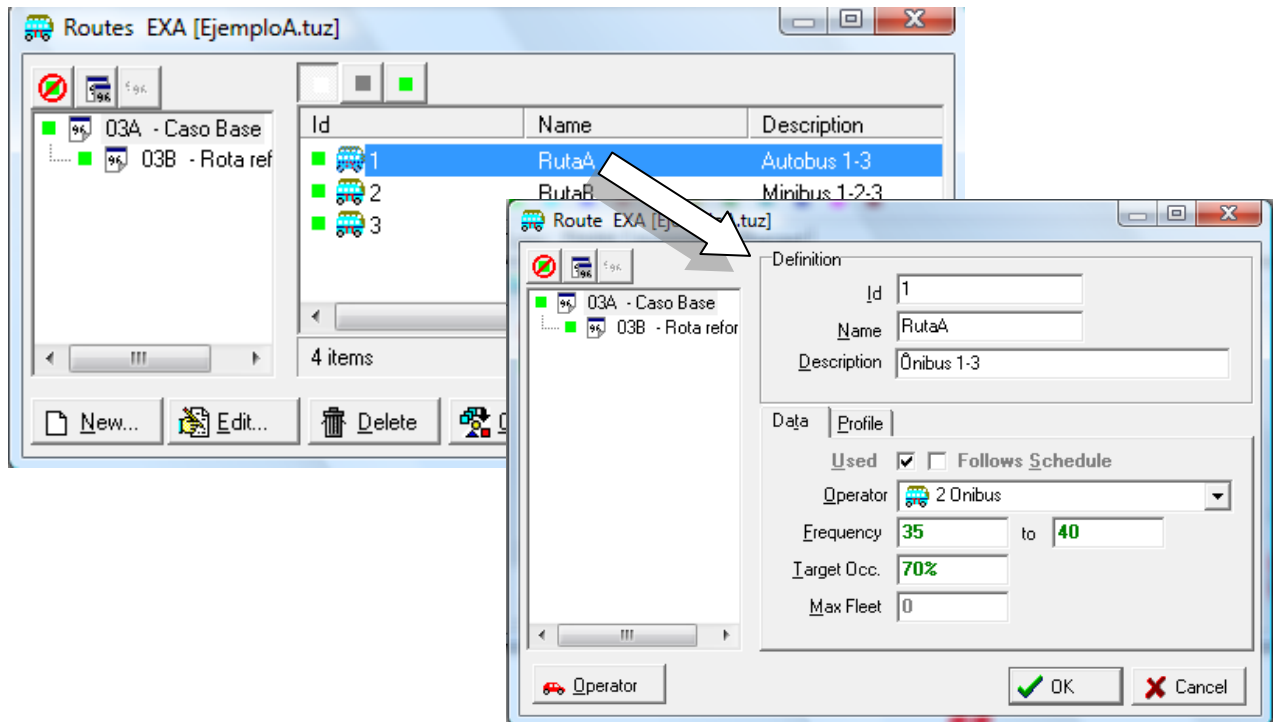
Como pode ser observado na planilha de cálculo, ParâmetrosTransporteExemploA.xls os parâmetros resultantes das funções do custo da energia são os seguintes:

Operador	Micro-ônibus	ônibus
Mínimo	0.125	0.167
Máximo	0.5	0.667
Parâmetro	0.07	0.06
Preço	7.8	7.15

Vide explicações sob a forma de comentários na planilha citada.

A seção Custo (*Cost*) utiliza-se para especificar outros custos operacionais adicionais à energia. Permite especificar um custo por unidade de tempo, neste caso \$ por veículo-hora. Como se explica na planilha, esse componente inclui o salário dos motoristas e a depreciação do veículo. O valor de % *Cost paid by user*, bem como a secção paradas (*Stops*), não é utilizado nesse exemplo, e, portanto será posteriormente explicado.

A seguir, definem-se as rotas a través do Menú *Transport* → *Routes*. Esse menu apresenta uma lista com as rotas que tenham-se definido no sistema, tal como é apresentado a seguir.

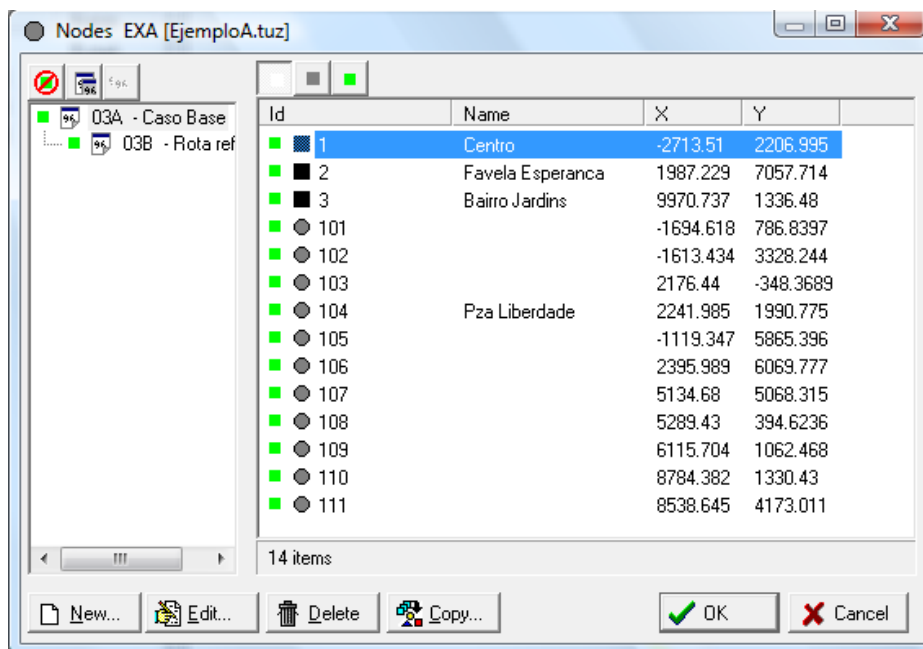


Ao escolher alguma dessas rotas é apresentada uma janela com os seus dados. Para cada rota é atribuído um número de identificação, um nome curto e uma descrição. Define-se o operador ao qual pertence a rota, que deve ter sido previamente definido, e uma faixa de frequência. O parâmetro Alvo de Ocupação (*Target Occupancy*) foi previamente estabelecido ao nível do operador, assim que surge o valor de todas as rotas que pertencem ao operador e, nessa janela pode ser modificado individualmente.

Da mesma forma que outras entidades no sistema, existe um botão *Used* (Usado). Isto significa que a rota que tem sido definida é utilizada neste cenário, mas que pode ser que não seja utilizada em outros cenários.

O botão *Follows Schedule* disse se a rota segue ou não um horário conhecido pelos usuários. Esta opção é utilizada para rotas com baixas frequências porém com horários conhecidos, de forma tal que o tempo de espera não é determinado pela frequência de serviço, mas apenas pela espera mínima, que foi estabelecida em *Transport* → *Operators*.

O menu *Transport* → *Nodes*, que é indicado abaixo, apresenta uma lista de nós que estão definidos. Cada nó tem um número de identificação, um nome e a descrição, além de coordenadas X e Y. Pode ser observado que alguns nós dizem respeito a zonas e diferenciam-se dos nodos normais pelo ícone quadrado. Note-se que dos nós normais apenas o nodo 104 possui nome.



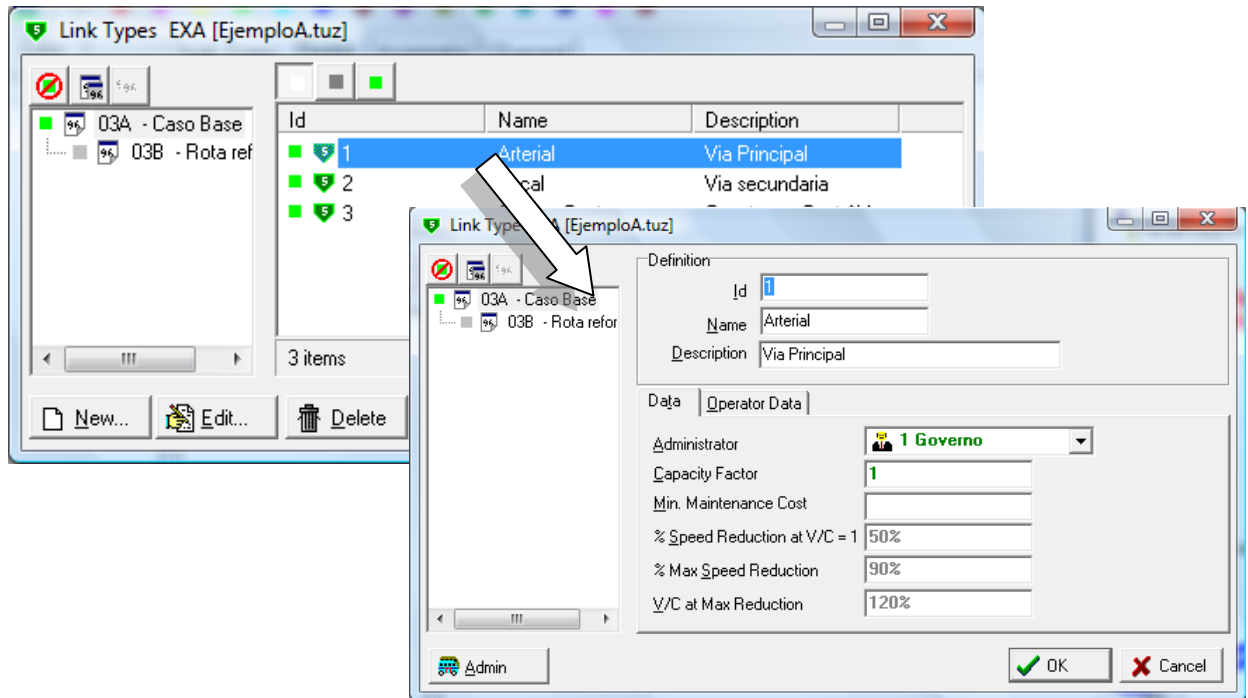
O menu *Transport* → *Link Types* são definidos tipos de vias nos quais serão classificadas as ligações em rede. Como pode ser observado, definiram-se vias arteriais, locais e ligações dos centroides. Ao seleccionar qualquer dos tipos na lista apresenta-se uma segunda janela com as suas características, organizada em duas secções: Dados e Dados do Operador (*Data y Operator Data*).

Na secção Dados (*Data*) começa pela identificação do tipo de via através de um número, nome e descrição. Além disso, deve definir o Administrador responsável por este tipo de via, e então definir os parâmetros da função de restrição de capacidade (ou função fluxo-demora) que regula as ligações deste tipo. Como descrito na formulação matemática, estas funções são determinadas por três parâmetros:

*% de Redução de Velocidade no V/C=1 (% Speed Reduction at V/C=1)*, ou seja, a percentagem em que se reduz a velocidade de fluxo livre quando a relação volume/capacidade é igual a 1.0.

*% Máxima Redução de Velocidade (% Max Speed Reduction)*, a percentagem máxima em que serão reduzidas a velocidade para qualquer relação V/C

*V/C na Máxima Redução de Velocidade*, ou seja a relação V/C na que aplica-se o parâmetro anterior



A seção *Operator Data* permite definir uma série de condições adicionais que afetam às combinações entre os operadores e tipos de via, como pode ser comprovado na ilustração seguinte. Os dados são organizados em forma de matriz, com filas para cada operador e colunas para as variáveis diferentes que estão sendo definidas.

- **Speed** é a velocidade a livre circulação de cada operador. Neste exemplo, foi decidido de que o operador de ônibus pode desenvolver uma velocidade comercial máxima de 22 km/h numa via arterial, enquanto o micro-ônibus pode desenvolver até 25 Km/h. Não é definida a velocidade para o operador Pedestre, o que significa que não circula através das vias arteriais.
- **Charges** é utilizado para identificar possíveis pedágios, taxas e ou outros cargos, porém não usados nesse exemplo.
- **Penaliz** é utilizada para especificar condições de circulação, que possam afetar a eleição dos usuários, tais como, por exemplo, as condições de segurança, sinalização, iluminação, etc.
- **Distance Cost** é o componente de custo de operação que faltava por definir, já que o resto dos componentes foi definido em *Transport* → *Operators*. Representa o custo de operação por unidade de distância, e indica-se, nessa parte da base de dados, porque pode variar por tipo de via para um mesmo operador. Neste caso definiu-se que o custo por distância é \$ 3 para o ônibus e \$ 2 para o microônibus, o qual também foi indicado na folha de cálculo complementar a este texto.
- **Equiv Vehicles** especifica o parâmetro de veículos padrão para a cada operador, geralmente em unidades de automóvel padrão (unidades PCU). Neste exemplo especifica-se que um ônibus equivale a 2.5 automóveis padrão.
- O **Overlapping Factor** não tem muita relevância neste exemplo, e o **Marg. Maintenance Cost** não se utiliza.



Operator	Speed	Charges	Penaliz.	Distance Cost	Equiv. Vehicles	Overlap Factor	Marg. Maint. Cost
2 Onibus	22		1	3	2.5	6	
3 Micronibu	25		1	2	1.8	6	
4 Pedestre			1			6	

**Transport** → **Links** apresenta a lista de todas as ligações que compõem a rede. O ícone que antecede cada arco da lista indica se foi definida como um arco em duplo-sentido ou em um sentido somente (que pode ser um arco de duas formas definidas como duas arcadas em um sentido).

Ao se selecionar qualquer ligação da lista apresenta-se uma janela com os respectivos dados, como é demonstrado embaixo. Cada arco é definido pelo nó de origem e nó de destino, e também pode ser atribuído um número de identificação (Id). Os dados propriamente ditos são especificados em diversas seções como descreve a continuação.

A seção Dados (Data) começa com dois botões. Como para muitas outras entidades, um arco pode ser utilizado ou não em um cenário. O segundo botão estabelece a condição via dupla (*Two-Way*) para a ligação, na qual os dados em um sentido ficam 'ligados' no outro sentido. Por exemplo, se você mudar o comprimento da ligação em um sentido e esse está declarado como Via Dupla (*Two-Way*), o comprimento em sentido contrário mudará automaticamente. A fim de verificar as características de um sentido ou outro é utilizado o botão Reversa (*Reverse*) ao pé da janela. O quadro cinza com uma seta amarela na parte superior, à direita da janela, indica o sentido do movimento do arco selecionado.

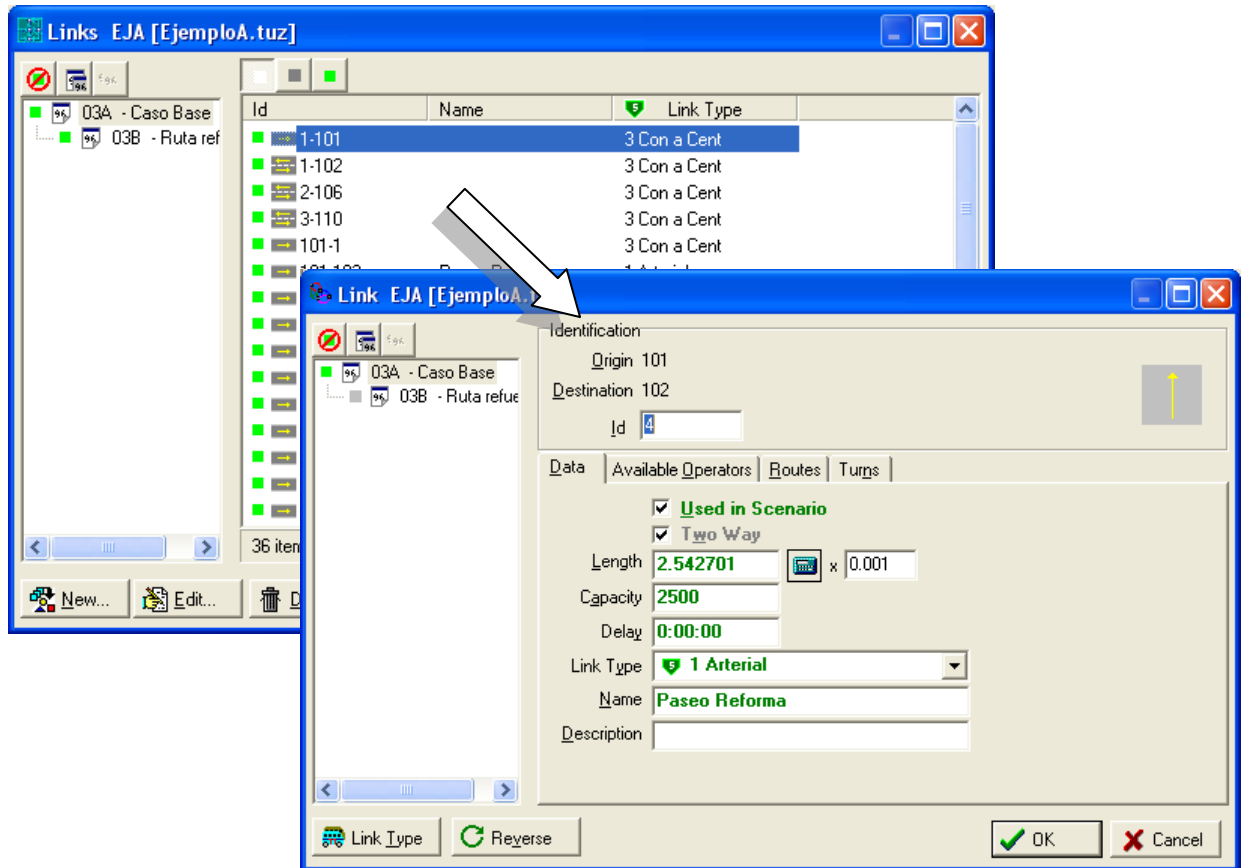
**Length.** Comprimento ligação, que neste exemplo é expresso em Km. Para calcular o comprimento da ligação com base nas coordenadas dos nós de origem e destino, deve se pressionar o ícone à direita sob a forma de uma calculadora. O valor numérico adjunto é o fator de escala que transforma as unidades que são as coordenadas (nesse exemplo em metros) e as unidades de comprimento das ligações (km). Esse valor é definido no *Project* → *Options* → *Transport*.

**Capacity** é a capacidade do trecho em unidades de veículos padrão. Em alguns casos, tais como os conectores de centroides, não se deseja especificar uma capacidade, introduz-se o texto 'INF' no campo da capacidade (capacidade indefinida ou infinita).

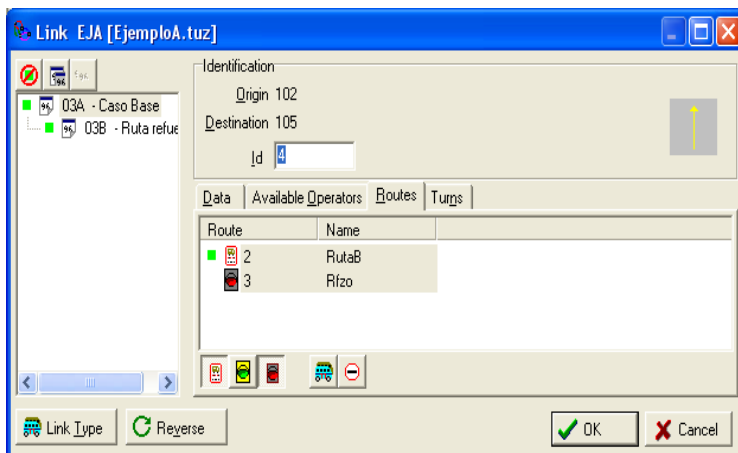
**Delay** é um valor que não é utilizado aqui, mas que é utilizado para representar as demoras possíveis nas ligações pelos diversos efeitos, tais como sinalização (tempo vermelho dos semáforos), obstáculos, etc.

**Link Type** define o tipo de via que pertence ao arco, que deve corresponder a um dos tipos previamente definidos. Para estes efeitos é fornecida uma lista.

Além disso, pode acrescentar um nome e uma descrição da relação. O nome pode ser incluído na gráfica da rede escolhendo a alternativa ligação do rótulo *Label Links* no menu *View* → *Options* → *Links*.



A secção *Available Operators* é meramente informativa, e indica quais os operadores que podem circular através deste arco em conformidade com as especificidades em Transport → Link Types → Operator Data.

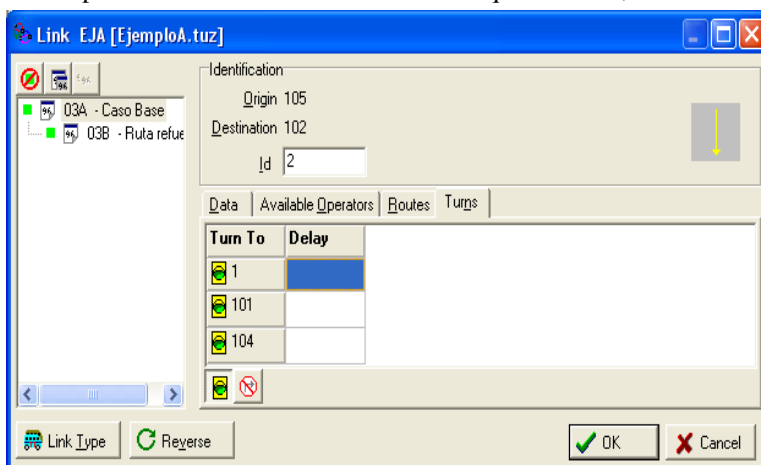


A secção *Routes* apresenta as rotas que têm atribuído à ligação e a sua condição. Na próxima figura apresenta-se um caso em que operam na ligação duas rotas: 2 e 3. Uma rota numa ligação pode ter uma das três condições identificadas com o ícone à esquerda de cada uma: passo-e-para, só-passa e não-passa. No primeiro caso a rota passa ao longo do link e tem uma parada (o caso da rota 2). O segundo caso a rota passa através do link, mas não tem parada, e no terceiro caso, nem passa nem para nesse cenário, mas pode fazê-lo em algum outro (o caso da rota 3). Essa condição pode ser

mudada seleccionando a rota e aplicando um dos três botões que apresentam-se embaixo da lista. Pode ser observado que também existe um botão com o ícone de um ônibus, que permite adicionar rotas da lista para o link, e mais outro botão que as elimina. Observa-se de que se for eliminada a rota da ligação, desaparece em todos os cenários. Se somente desejar-se que a rota não esteja presente em este cenário, deverá-se alocar a condição Não-passa.

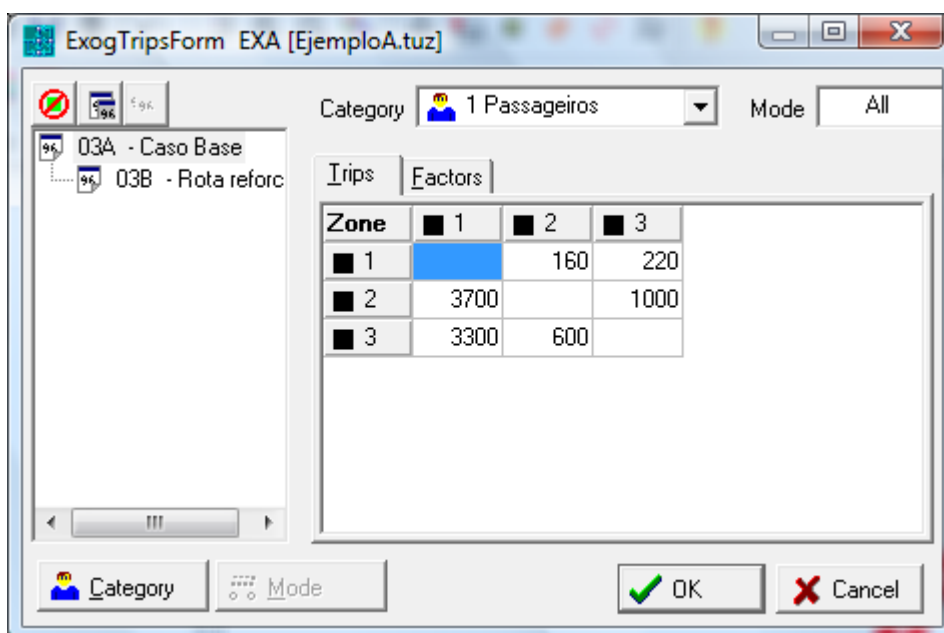
Observa-se de que as rotas que passam através do link podem ser diferentes num sentido do que no outro, embora a relação do link tenha sido declarada como em via dupla (*Two-Way*).

A última secção denomina-se *Turns*, e é chamada para especificar possíveis giros proibidos ou com as demoras. TUS gera automaticamente a lista de nós para que possam ter desenhos. No exemplo podemos observar que a ligação 105-102 tem ligações para os nós 1, 101 e 104. Para restringir um giro é suficiente seleccionar na lista e apertar um dos dois botões abaixo, ou no caso de demoras, especificar uma quantia (em horas). Neste exemplo, no entanto, não foi especificado giro proibido nenhum, nem atrasos.



Turn To	Delay
1	
101	
104	

O menu *Transport* termina com *Exogenous Trips* onde especifica-se o número de viagens a serem alocadas em forma de uma ou mais matrizes. Normalmente a demanda de transporte vem do modelo dos usos do solo, como se observará em outro exemplo mais adiante. Em aplicações integradas de usos do solo e transporte as matrizes exógenas podem-se utilizar para ingressar viagens não-modeladas ao sistema, ou quiçá viagens externas desde e para outras zonas. Neste exemplo não há modelo de usos do solo, de tal maneira que a totalidade da demanda deve estar representada nestas matrizes de viagens exógenas.



Zone	1	2	3
1	160	220	
2	3700	1000	
3	3300	600	

Na figura mostra-se a matriz utilizada neste exemplo. As viagens exógenas podem ingressar-se por categoria ou por categoria e modo.

Neste exemplo há somente uma categoria e um modo, de tal maneira que basta ingressar no lugar que assinala-se *Category = Passageiros*; *Mode = All*. A matriz pode ser copiada desde

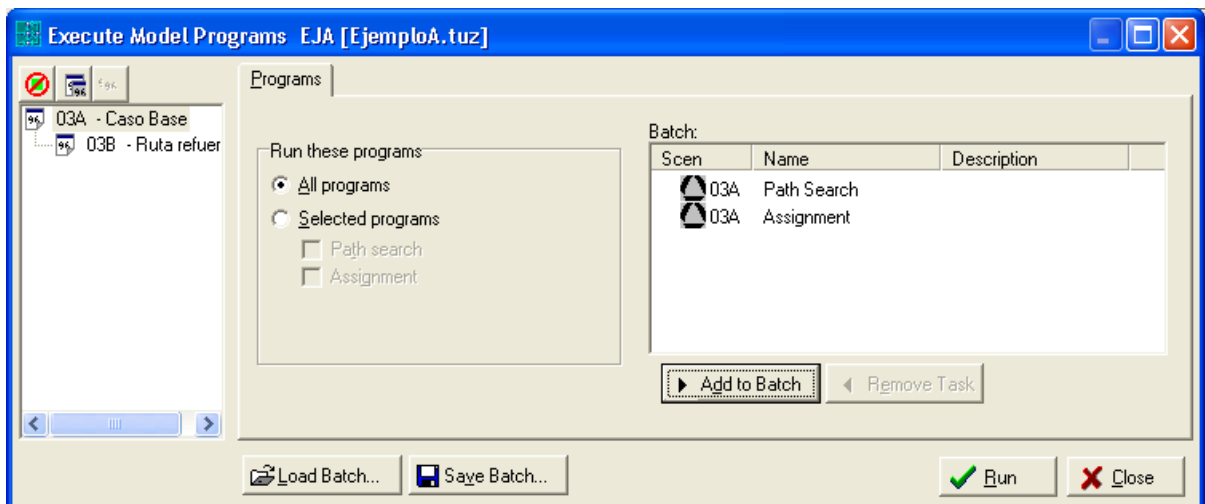
uma planilha de cálculo a essa matriz mediante o procedimento regular de copiar e colar. A matriz deste exemplo interpreta-se como segue: da zona 2 à zona 1 realizaram 3700 viagens, e assim por diante para os outros valores.

Para fechar esta secção vamos contar uma pequena história. Na nossa cidade os operadores de transporte público reuniram-se com o Secretário de Transportes para lhe solicitar um incremento das tarifas. Argumentaram que não conseguem obter ganhos com a operação e em muitos casos sofrem perdas. Acompanharam a solicitação com o estudo de custos correspondentes e dados sobre passageiros transportados. Esse é o procedimento que se costuma realizar para solicitar um ajuste nas tarifas. Nos casos anteriores o Secretário de Transporte verifica os dados apresentados e geralmente concilia um incremento das tarifas para evitar as perdas. Desta vez, os representantes dos operadores surpreenderam-se quando o Secretário de Transporte disse para eles que dessa vez o procedimento seria diferente “*porque nós agora temos o TRANUS*”. Com os dados disponíveis os técnicos da Secretaria procederam para calibrar o modelo de transporte. A descrição dos dados e parâmetros nos pontos anteriores apresentados corresponde aos resultados da calibragem e o Secretário ficou satisfeito de que o modelo representa adequadamente a realidade. Está pronto, então, para analisar o sistema com maior profundidade. Em primeiro lugar, verificar-se-á se os operadores têm razão quando dizem que sofrem perdas, e então utiliza-se o modelo para explorar outras políticas visando melhorar os resultados económicos da operação sem o aumento das taxas, devido a que isto vai prejudicar aos usuários. Além disso, as eleições do Prefeito ficam próximas, e neste momento um aumento das tarifas dos transportes públicos pode significar um alto custo político e, portanto a possibilidade de perder as eleições.

## Cálculo do cenário base

Depois de se observar a base de dados é momento de realizar as estimativas. Além da interface descrita na secção anterior, o Tranus tem uma série de programas que realizam algumas estimativas, tal como pode ser o modelo de transporte, a busca de caminhos ou o modelo de localização de atividades. O uso de tais programas é descrito no Manual de Operação dos programas do Tranus. Também existem programas que são utilizados para gerar relatórios dos resultados, mas eles serão estudados posteriormente.

Na interface do Tranus tem sido automatizado o funcionamento dos programas para que o procedimento seja mais fácil ao usuário. Para isso utiliza-se o menu *Project* → *Run*. Através desse menu é utilizada a seguinte janela.



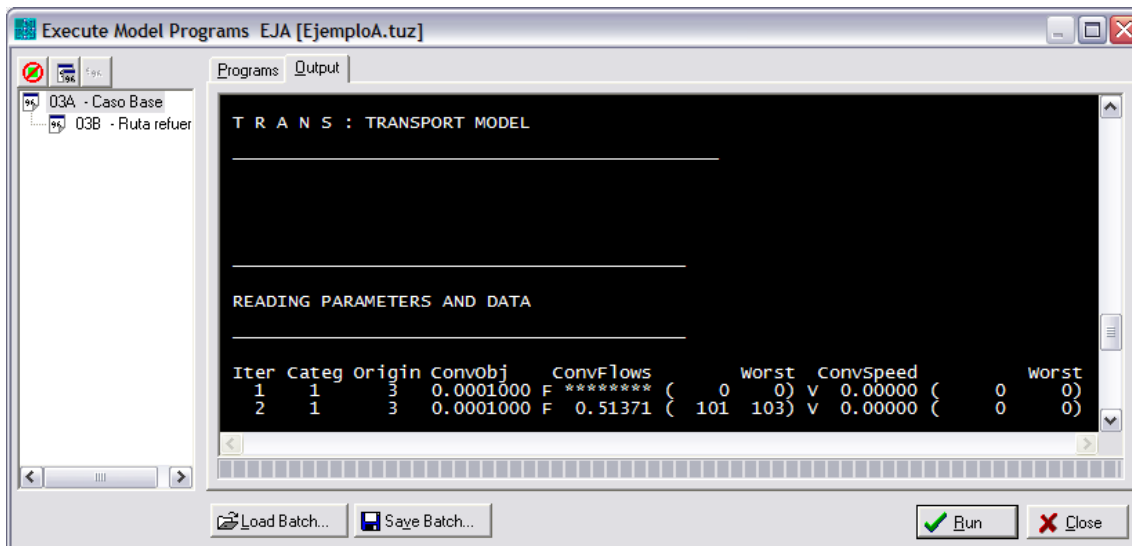
A tela mostra a árvore dos cenários e oferece a possibilidade de estimar o cenário todo com *All programs* ou programas específicos (*Selected programs*). Neste caso selecionamos todos os programas da cenário 03A – Caso Base, e pressiona-se o botão *Add to Batch*. Na janela da direita aparece a lista dos processos que o sistema realizará, neste caso é Busca de Caminhos (*Path Search*) e Alocação (*Assignment*).

Os botões *Add* e *Remove* permitem acrescentar mais tarefas para a lista ou remover as tarefas da lista. A lista pode-se salvar com o botão *Save Batch* para usar mais tarde mediante *Load Batch*. Quando se está





satisfeito com a lista é ativado o botão Run (correr) aparece uma janela com mensagens indicativas das estimativas que estão sendo feitas. No Manual de Operações dos programas são explicados essas mensagens em detalhe. Neste exemplo deve-se implementar os programas PASOS e TRANS, uma vez que não há os usos do solo, com os quais a tela aparece da seguinte forma, a seguir:



Podemos fechar a janela usando a botão *Close*. Pode-se observar que na pasta de trabalho haverá uma nova sub-pasta denominada 03A, e haverá novos arquivos na pasta de trabalho C:\Tranus\Tutorial\ExemploA.

## Resultados na janela

Os resultados dos cálculos residem na pasta C:\Tranus\Tutorial\ExemploA\03A. Com o comando *File* → *Open* você pode explorar os resultados para abrir um arquivo que encontrará lá denominado:

EXA03A.T3S

É possível que na primeira volta quando abrir o arquivo você não observe muito na janela. Para corrigir isto use o menu *View* → *All*, o *Ctrl.+A*. Com o menu *Windows* você pode observar que agora há dois arquivos abertos: *ExemploA.tuz* y *EXA03A.T3S*.

A vista da rede que se apresenta é muito similar a apresentada anteriormente, com algumas diferenças importantes:

- Embora se mostre a árvore de cenários, não é possível navegar neles. Só se mostrar o 03A.
- Todas as janelas dos dados estão ativas e mostram os valores utilizados para a simulação. Não é possível editar os dados
- Agora há muito mais janelas do que antes: *Paths*, *Equivalent Vehicles*, *Total Vehicles*, *Volume*, *Vol/Cap.*, *Demand/Cap*, *Service Level* e *Waiting Time*. Não aparece a janela *Changes*.

As janelas *Link Types*, *Routes*, e *Asymmetric* são idênticas as anteriores. Nós começaremos com a nova janela *Paths*.

### Janela *Paths*

O primeiro é atribuir cores aos operadores e rotas, usando ao botão '*By operators*'. Neste caso só as duas rotas e o pedestre, e a cada uma atribui-se uma cor por defeito. Visualizando melhor as cores, pode ser usado o menu *View* → *Options* e especificar uma largura maior para os links (por exemplo *Link Width* = 3), e também podemos pedir etiquetas com números e nomes em todos os nós. No novo menu *Paths* po-



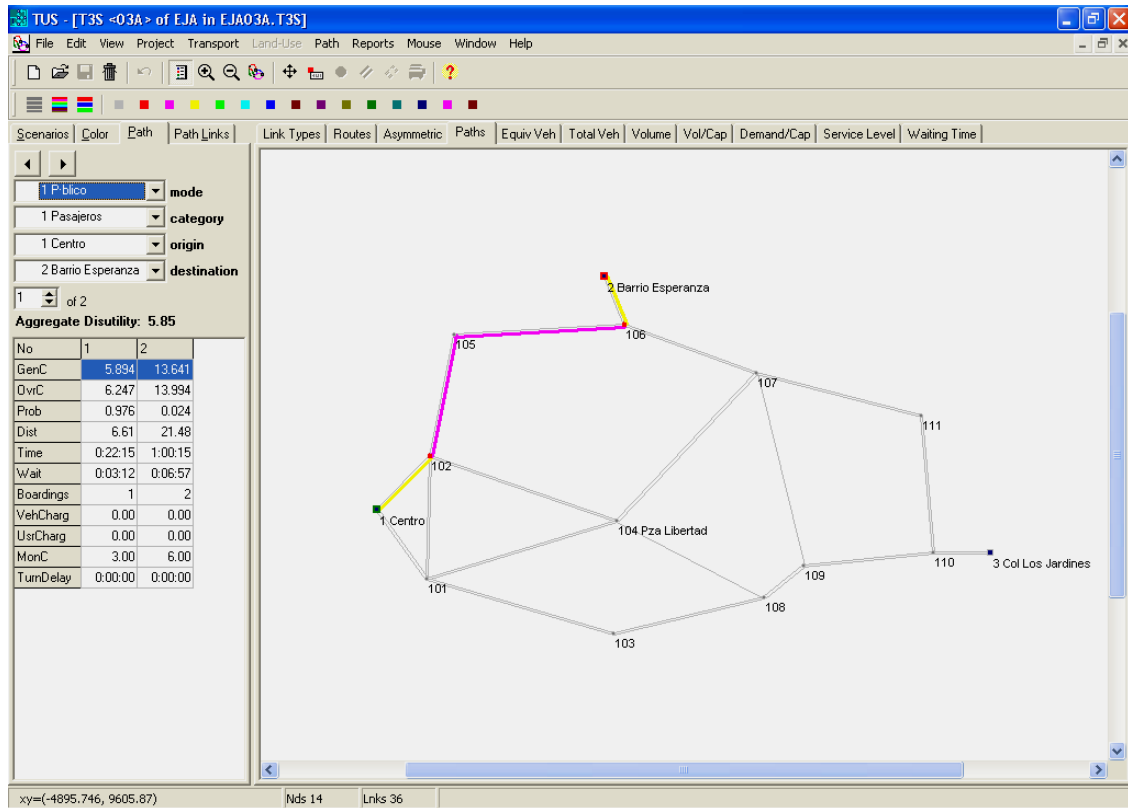
de-se escolher *Don't show reverse*, para olhar os caminhos do origem ao destino, mas não no sentido contrario. Além, na janela esquerda aparecem menus adicionais *Path* e *Path-Links*. Com tudo isto, a janela do Tranus apresentar-se-á como na figura abaixo.

Pode-se comprovar na vista da rede um caminho da zona 1 Centro à zona 2 Favela Esperança, com umas cores determinadas. Para conhecer o código de cores selecione o menu *Color* do panel esquerdo, e observará que o amarelo é para o pedestre, e o rosa para a rota 2 microônibus. Note que ao mudar de pedestre a microônibus apresenta-se um círculo pequeno para indicar uma abordagem.

Na janela *Path* do painel esquerdo podem-se observar alguns valores e uma tabela. Em primeiro lugar indica que se estão apresentando os caminhos do modo público (o único que há) para uma categoria média. Neste exemplo nós selecionamos a única categoria 1 passageiros. Logo se indica a zona de origem e de destino do caminho e se diz que corresponde ao caminho 1 de um total de 2. Em a seção anterior se explicou que no menu *Transport* → *Mode* se indicou que o programa deverá buscar hasta um máximo de 3 caminhos. Neste caso só encontrou dois caminhos. Para observar o caminho 2/2 podem-se usar as setas em forma do triângulo.

O primeiro resultado que se apresenta é o denominado *Agregate Disutility* = 5.85, que corresponde ao *log-sum* das probabilidades logit de escolha dos caminhos. O resto dos valores está na tabela que tem uma coluna para cada caminho. Os valores mostrados são:

- **GenC: Custo Generalizado.** Calcula-se como o custo monetário da viagem mais o valor do tempo da viagem mais os possíveis valores do tempo de espera e possíveis penalidades.
- **OvrC: Custo Generalizado com sobreposição (*overlapping*).** É o custo generalizado penalizado por possíveis sobreposições ou coincidências entre os caminhos. Neste caso o custo com sobreposição é um pouco maior do que o generalizado, desde a única coincidência entre os caminhos e o tramo pedestre para chegar ao centróide da zona 2.
- **Prob:** e a **probabilidade de escolha** de caminhos, que neste caso é 0.976 y 0.024, o que significa que um pouco mais de 2% dos viajantes escolhem o caminho 2, que tem um custo generalizado duas vezes a mais.
- **Dist: distância.** Neste caso em quilômetros (6.61 y 21.4)
- **Time: tempo de viagem.** 22 minutos para o caminho 1 e uma hora para o caminho 2
- **Wait: tempo de espera.** 3:12 para o caminho 1 e 6:57 para o caminho 2.
- **Boardings: numero das abordagens** no caminho, 1 e 2. Isto significa que no caminho 2 se usam duas rotas com uma transferência entre elas, como é fácil de constatar ao olhar o segundo caminho.
- **VehCharg:** possível cobros ou pedágios ao veículos, que neste exemplo não há.
- **UsrCharge:** igual ao anterior, mas dividido pela taxa de ocupação dos veículos e pela percentagem do custo que paga o usuário.
- **MonC: custo monetário** da viagem. No primeiro caminho é \$ 3 que é a tarifa de abordagem do microônibus, enquanto o segundo caminho é \$6 porque se abordam duas unidades (ônibus e microônibus)
- **TurnDelay:** demoras nos giros, que nesse caso não tem.



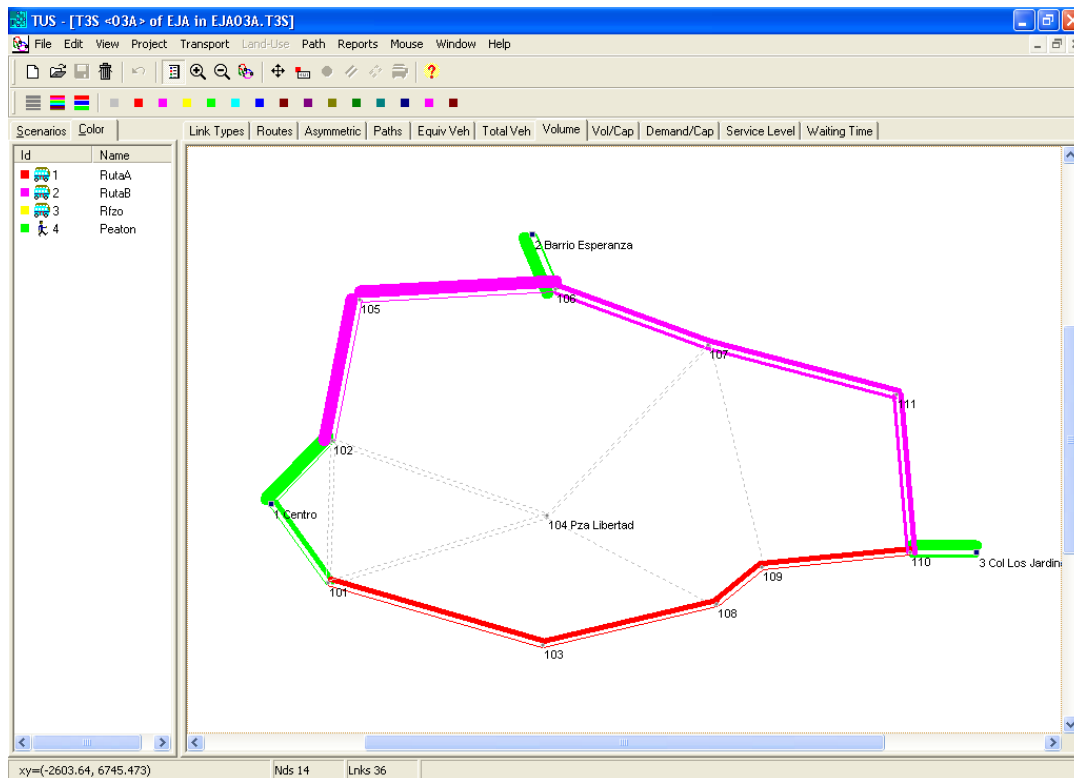
Na seção *Path Links* apresenta-se uma relação numérica do caminho percorrido, que neste caso é:

Scenarios	Color	Path	Path Links
Route	To-Node		
4 Peaton	102		
2 RutaB	105		
2 RutaB	106		
4 Peaton	2 Barrio...		

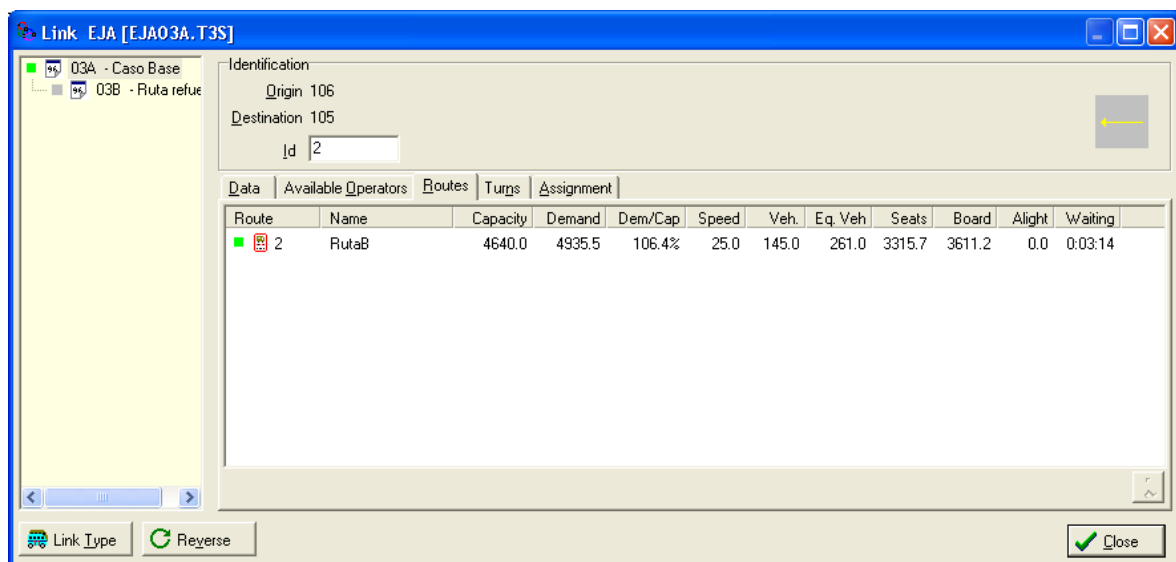
Esta tabela se interpreta da seguinte forma: o caminho começa na zona 1 e vai até o nó 102 como pedestre; de lá vai ao nó 105 na Rota B, continua para o nó 106 na mesma rota e finalmente chega à zona 4 como pedestre. Se você selecionar algum tramo, o link aparece destacado na vista da rede à direita.

## Janela Volume

A janela *Volume* mostra o volume localizado a cada link em unidades da demanda, neste caso, passageiros. Para apreciar o volume, nós atribuímos uma cor a cada operador/rota com o botão *different colors* da paleta de cores. Logo ajustamos a escala em *View* → *Options* assinando um valor de 400 em *Width Factor*. Como resultado deve-se obter:



O volume na Rota A aparece em vermelho, a rota B em cor rosa e os pedestres em cor verde. O volume de passageiros que vão para o centro é consideravelmente maior do que a direção contrária. O maior volume observa-se no link 106-105 para a Rota B. Para examinar o que acontece lá, fazemos clique no link e da janela que se apresenta escolhemos *Routes*. O resultado é o seguinte:



Neste tramo da rede há uma única rota (Rota B) que oferece uma capacidade de 4640 passageiros por hora-sentido, o resultado de multiplicar a frequência de 145 veículos-hora pela capacidade máxima de cada veículo que é de 32 ( $145 * 32 = 4640$ ). Porém a demanda é de 4935, o qual significa que a rota vai sobrecarregada aos 106.4%. Normalmente o modelo não sobrecarrega as rotas, mas neste caso não tem opções além do transporte público, e a demanda é dada exogenamente, sem elasticidade.

A janela também apresenta que a velocidade (*Speed*) é de 25 Km/hr, que é a velocidade máxima de fluxo livre para o operador de microônibus neste tipo de via (arterial), pelo qual no link não há demora nenhuma pelo congestionamento.

Também indica que neste link a rota tem 145 veículos (a frequência da rota) que equivalem a 261 veículos padrão. Este último calcula-se multiplicando os 145 micro-ônibus por sua equivalência neste tipo de enlace arterial, que foi fixado em 1.8 ( $145 * 1.8 = 261$ ). Pode-se verificar a equivalência com o botão *Link Type* do menu *Transport*.

O termo *Seats* (cadeiras) indica que o número de posições vazias ao início do enlace é de 3315, o qual significa que o enlace anterior 107-106 teve  $4640 - 3315 = 1325$  passageiros. No início do enlace abordaram 3611 (*Board*). Ou seja que vieram 1325 passageiros e abordaram 3611, o que dá ao total 4935. Pode-se observar que ao final do enlace não desce nenhum passageiro (*Alight = 0*), desde que todos estão forçados a continuar na rota. Finalmente indica-se que os passageiros que embarcarem ao início do enlace devem esperar 3:14 minutos.

Informação adicional sobre as condições do enlace mostra-se na seção *Assignment* desta mesma janela. Embora aqui não seja muito interessante por não ter congestão. Nós retornaremos a esta janela mais adiante em outro exemplo.

As janelas *Total Veh* e *Equiv Veh* são muito similares a que foi descrito, com os resultados da alocação em termos de Veículos Totais e Veículos Padrão respectivamente. Os restos das janelas mostraram-se em exercícios futuros.

## Resultados numéricos

O primeiro relatório dos resultados numéricos que se examinará denomina-se Indicadores do Transporte, e é obtido com um programa de consulta chamado IMPTRA. Há outras maneiras de obter relatórios numéricos que serão explicados mais tarde. O funcionamento deste programa de consulta é explicado em detalhe no Manual de Operações dos Programas Tranus. Para ativar este programa deverá abrir uma janela de comandos do Windows, e uma vez nesta janela, você deve localizar a pasta de trabalho, neste exemplo C:\Tranus\Tutorial\ExemploA. Uma vez colocado nesta pasta, ativar o programa para gerar um relatório dos indicadores de estágio 03A, como segue:

### IMPTRA 03A

O programa perguntará se você deseja inserir os pedidos de informações na tela ou através de um arquivo chamado IMPTRA.DAT.

```
IMPTRA : DISPLAY TRANSPORT RESULTS

Options to input data:
[0] Manually on-screen
[1] Read from file IMPTRA.DAT

Option --->
```

Dada a simplicidade da consulta que faremos, é preferível formulá-la na tela, para o qual é bastante com introduzir *Enter* ou digitar um zero. Em seguida, o programa perguntará onde deseja salvar os resultados, sugerindo um nome para o arquivo:

```
Suggested output file: EJA03A.TRA
Enter to accept or type new name <up to 32 chars>

----->
```

Introduzir *Enter* para aceitar que o programa vai salvar os indicadores num arquivo chamado EXA03A.TRA. Em seguida, o programa pede o tipo de relatório que deseja gerar:



```
Options to display assignment results:
(1) All links
(2) By link type
(3) By Demand/Capacity range
(4) Specified on-screen
(5) Table of indicators
(6) Cordons (only with IMPTRA.DAT)
(7) Transit Routes profiles
(9) Link-Route & Category profile
(10) Route profile, comma-delimited
(11) Indicators, comma-delimited
List of options ending with /
----->
```

Como estamos interessados no relatório dos indicadores, nós introduzimos 5 seguido de /. IMPTRA cria o arquivo com o nome indicado na pasta de trabalho, com texto formatado e os valores numéricos separados por tabuladores e com os pontos como separadores decimais. Excel pode ler o relatório imediatamente, desde que este seja preparado para pontos como separador dos decimais. Isso pode ser alterado nas configurações do Windows ou no seu próprio programa Excel (Opções). O Manual de Operação Tranus Programas fornece uma descrição detalhada do arquivo gerado com esta opção.

Quando você abrir o relatório com o Excel, observamos que ela contém uma série de tabelas. Um primeiro conjunto de tabelas apresenta indicadores relativos aos usuários, um conjunto refere-se aos operadores, um terceiro grupo de administradores e então há quadros suplementares. Dada a simplicidade deste exemplo, somente algumas dessas tabelas são de interesse.

O primeiro grupo mostra o número total de viagens por categoria e modo. Neste exemplo, existe apenas uma categoria e um único modo, o que resulta em:

TOTAL TRIPS BY CATEGORY AND MODE (Total de viagens por categoria e modalidade)			
CatId	CatName	Público	TOTAL
1	Pasajero (Passageiro)	8980	8980
	TOTAL	8980	8980

A tabela indica que os ‘passageiros’ geram um total de 8980 viagens na modalidade de transporte ‘público’. É fácil verificar que esse é o número total de viagens na matriz exógena, utilizando para ele o menu *Transport* → *Exogenous Trips*. Depois o relatório contém alguns indicadores globais para a categoria ‘passageiros’:

STATISTICS BY TRANSPORT CATEGORY (TOTALS) (ESTATÍSTICAS POR CATEGORIA DE TRANSPORTE)						
CatId	CatName	Distance	Cost	TravTime	WaitTime	Disutil
1	Pasajero (Passagei-ro)	91361	27218	4656	508	58818

A tabela indica que os passageiros percorrem um total de 91361 km, as pessoas gastam um total de \$ 27218, e utilizam 4656 horas de viagem e 508 horas de espera. A mesma também inclui uma medida de desutilidade, que corresponde à soma *dos log-sum* do modelo logit da escolha de caminhos. Um quadro semelhante a este, mas, em média, também está incluído, que é o resultado da divisão do total anterior pelo número de viagens no primeiro quadro:



STATISTICS BY TRANSPORT CATEGORY (AVERAGES)						
(ESTATÍSTICAS POR CATEGORIA DE TRANSPORTE-MÉDIAS)						
CatId	CatName	Distance	Cost	TravTime	WaitTime	Disutil
1	Pasajero	10.17	3.03	0.52	0.06	6.55

A distância média das viagens é 10.17 Km, com um custo médio de \$ 3.03 e uma duração média de 0.52 horas (31.2 minutos).

Finalmente apresenta-se uma tabela com indicadores para os operadores:

STATISTICS BY TRANSPORT OPERATOR (ESTATÍSTICAS POR OPERADOR DE TRANSPORTE)									
OperId	OperName	Trips	Units-Dist	Energy	Costs	Income	Revenue	VehKm	VehHrs
2	Bus	2200	23984	260	6428	6600	173	866	39
3	Minibus	6872	63228	898	22060	20617	-1442	4722	189
4	Peaton	17960	4148	0	0	0	0	0	0

Neste caso existem três operadores: ônibus, microônibus e pedestres. A primeira coluna (*Trips*) é o número de abordagens em cada meio, por exemplo, 2200 abordagens de ônibus. Predominam os pedestres, pois por cada abordagem de ônibus ou microônibus haverá duas viagens a pé. Se somarmos as viagens de ônibus e microônibus atingem um total de 9072, que é ligeiramente maior do que o total de 8980 da primeira tabela. Isso significa que alguns passageiros efetuam transferências numa taxa de  $9072/8980 = 1,01$  (1%). A segunda coluna (*Units-Dist*) indica que os passageiros de ônibus fazem 23984 km, e muitos mais nos outros meios. Neste caso, o total dos três operadores é 91360, exatamente como relatado na segunda tabela.

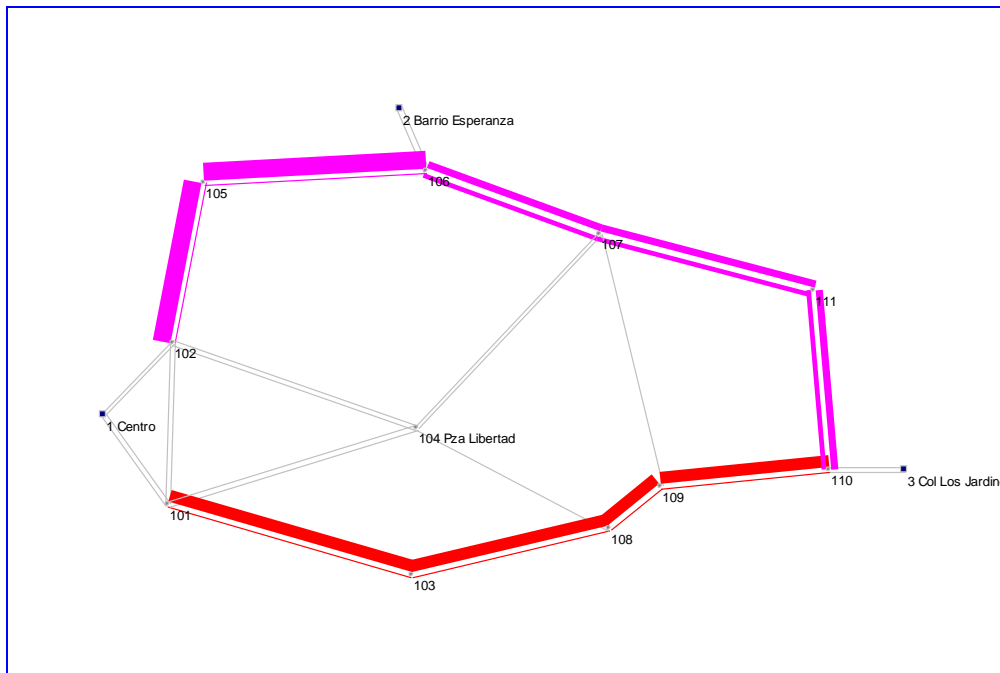
A coluna *Energy* relata o consumo de energia, neste caso, em litros de óleo diesel para ônibus e gasolina para microônibus. Estes valores são importantes para o cálculo das emissões. Coluna *Costs* mostra o custo operacional total, que apresenta que o microônibus tem um custo consideravelmente mais elevado de funcionamento do ônibus. *Income* é o ingresso por tarefas, e *Revenue* a diferença entre as receitas e despesas. Observa-se de que o ônibus tem um ganho muito menor, apenas 2% de receita, e o microônibus tem uma perda líquida porque as receitas são inferiores aos custos.

O quadro é completado com duas colunas adicionais: veículo-km e veículo-hora. Tomemos o caso do microônibus, que apresenta perdas na operação. Transporta 63228 passageiros-km em 4722 km de veículos, o que significa que, em média, carrega 13.4 passageiros-km/veículo-km. Se o microônibus estava sempre em 100% da capacidade, esse indicador seria de 32, o que significa que em média opera a um 42% da capacidade, que é muito baixo para o horário de rush está sendo simulado, e este seria o principal razão para explicar as perdas de operação. Para o ônibus, a razão dá 27.7, bem abaixo do máximo 70 passageiros, dando uma média de ocupação de 39.6%, ou seja, pior do que o microônibus. A razão não pode dar perdas deve-se à sua maior eficiência operacional. Ao total, entre ônibus e microônibus perdem \$ 1271.

A principal conclusão desta análise é que a operação de perda, porque os transportes públicos têm níveis de eficiência muito baixos. A solução, portanto, não é para aumentar as tarifas, que prejudicariam aos usuários, mas é para melhorar a eficiência da operação. Para isso precisamos primeiro examinar com cuidado o porquê de uma operação ineficiente e, em seguida, desenvolver uma alternativa que melhore a eficiência, e assim verificar se a operação pode gerar ganhos em lugar de perdas, sem prejudicar os passageiros.

Como este é um problema da relação entre a demanda e a capacidade dos serviços, podemos apresentar a janela *Demand/Cap*, o que mostra claramente essa relação para cada linha do sistema. Comece por atribuir uma cor para cada rota e então ajustar o nível de representação para obter uma boa expressão do que está acontecendo. A figura a seguir foi obtida com *Link Width* = 14 e *Width Factor* = 1. Para

introduzir a gráfica nesse relatório, simplesmente se faz *Ctrl+C* na janela e, em seguida, *Ctrl+V* nesse documento.



A rota do microônibus (rosa) aparece com um fator de carga muito bom nos links 106-105-102, mas muito baixo na direção oposta. Então, em ambos os sentidos das seções 110-111-107-106 o fator de carga é baixo. Por sua parte, o ônibus (vermelho) tem uma taxa de ocupação razoável em todo o caminho até o centro, mas muito baixo na direção oposta. Se você clicar duas vezes sobre o link verá que o 106-105 microônibus tem uma taxa de ocupação de 106%, mas na direção oposta é apenas 5,3%. Então, nos tramos entre a Zona 2 e 3 é de 41% para o centro e 25% no sentido oposto. Em outras palavras, a maior parte do percurso tem uma taxa de ocupação muito baixa, mas a frequência dos serviços deve ser a mesma durante todo o percurso em ambos os sentidos. A ineficiência é criada ao oferecer uma elevada capacidade nos tramos mais carregados. Por outro lado, o ônibus possui uma taxa de ocupação de 74% em direção ao centro, e apenas 4,9% no sentido oposto. Neste caso, o ônibus está oferecendo mais do que o necessário.

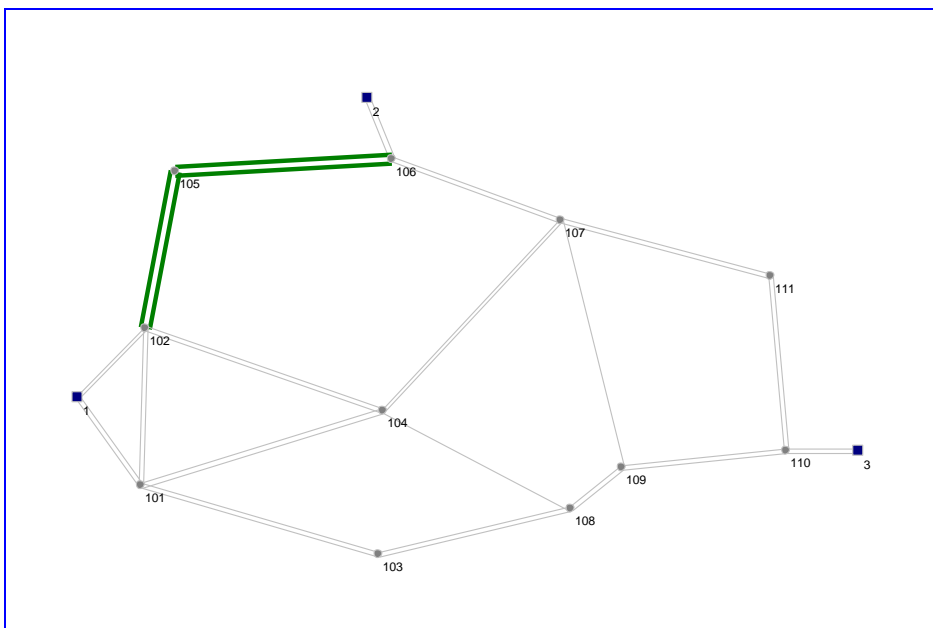
Voltando à nossa historinha, o Secretário de Transportes constatou que, de fato, a operação do transporte público não é rentável. Mas também tem sido identificado com o modelo que há ineficiências significativas no serviço. Encontrou-se com os operadores, e expos os resultados do modelo. "Não parece justo que os usuários paguem mais pelo fato de que você estão mal organizados", diz ele, em seguida, acrescentou: "Vamos estudar melhor a situação e vamos levar o modelo para projetar uma operação mais eficiente, e desta forma tentar garantir que vocês não percam dinheiro, sem elevar a tarifa."

## Um cenário alternativo

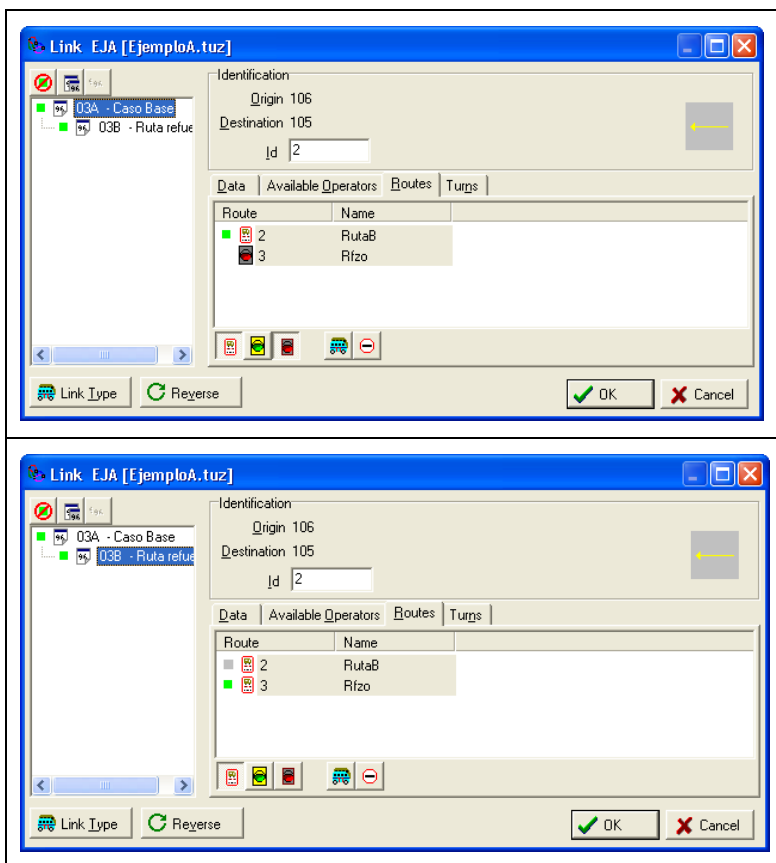
Para tentar resolver o problema acima descrito, nós criaremos um cenário alternativo. Há muitas soluções possíveis, mas neste exemplo vamos escolher uma das alternativas mais simples. Para evitar que a oferta na Rota B seja muito alta só por causa dos poucos trechos de alta demanda, vamos introduzir uma 'rota de reforço' para cobrir apenas as seções de maior carga, ou seja, entre as zonas 2 e o 1. Isto significa que a operação dos ônibus será organizada com base numa rota longa e outra curta. Naturalmente, para tal, os operadores devem-se organizar melhor, colocando as unidades com mais eficiência. Pelo seu turno, o ônibus simplesmente reduz a frequência para alcançar o equilíbrio com a demanda.



O banco de dados já conta com este cenário, definido como Cenário 03B. Normalmente para definir um cenário utiliza-se o menu *Project* → *Options* o qual faremos num futuro exercício. Para ver as alterações contidas no Cenário 03B em relação ao 03A, voltamos para o *Window* banco de dados. Primeiro, selecione a vista da rede *Link Types*, e no painel da esquerda selecione Cenários. Com o *mouse* pode passar de um cenário para outro para ver se ocorrem alterações na rede, o que não acontece. Aparentemente, não há mudanças na rede viária. No entanto, se você selecionar vista da rede, chamada *Changed* no Cenário 03B quatro links aparecem com as alterações destacadas em verde:

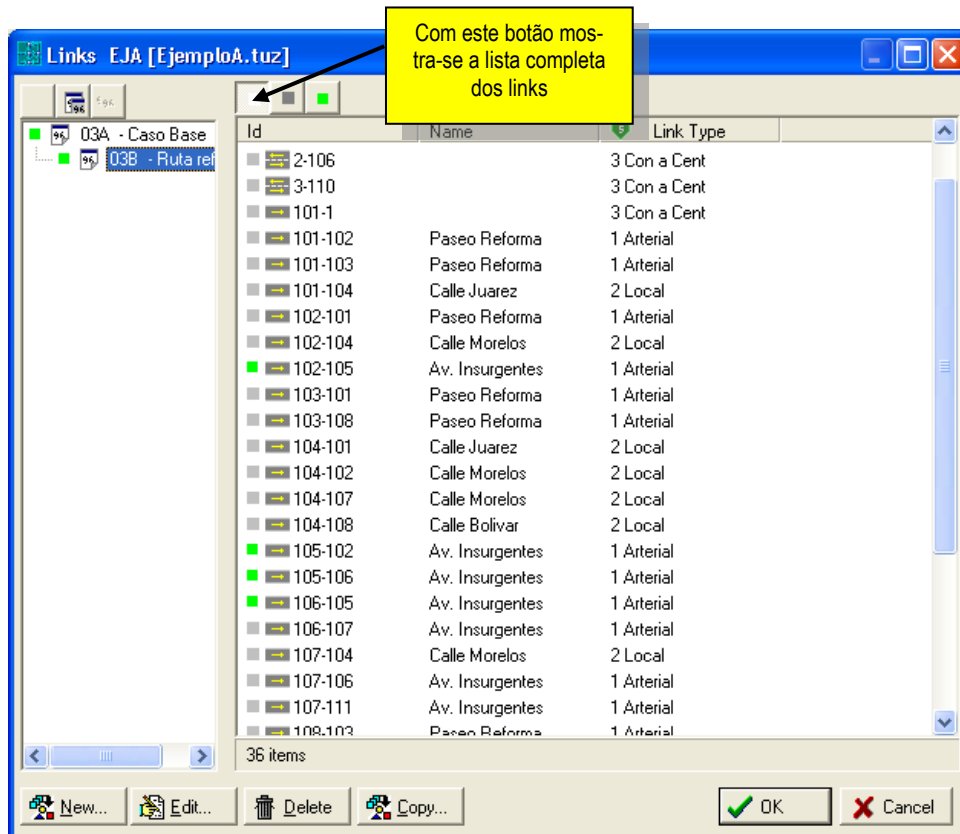


Isto significa que nestes quatro ligações há umas mudanças. Para saber quais as alterações, clique duas vezes em qualquer uma delas, como o 106-105. A janela mudará ao passar do cenário 03A para o 03B, como segue:

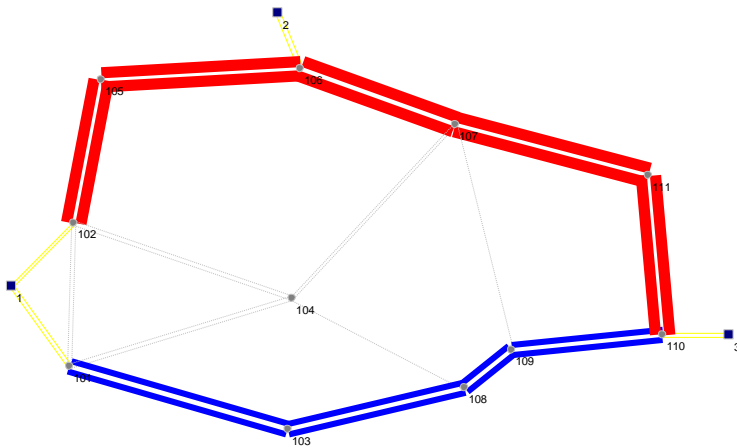
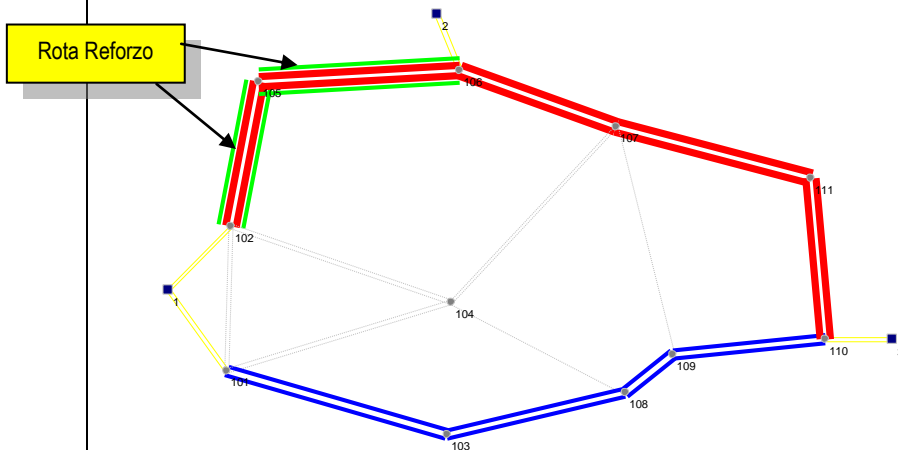


No primeiro caso o cenário 03A é seleccionado, e a seção *Routes* pode-se observar que o *RutaB* é declarada como “vai-e-para” a ligação, enquanto uma rota chamada *Rfzo* é declarada como “não-vai”. Ao seleccionar o cenário 03B as duas rotas são relatadas como “vai-e-para”. Observa-se que no cenário 03B o painel esquerdo apreenta um quadrinho verde para indicar que há uma mudança, e da janela de rotas o Rota 3 também aparece com mais outro quadrinho verde para indicar que esta é a mudança.

Informação semelhante aparece na lista de links, que está obtido com o menu Transport → Links mostrado abaixo. Pode-se observar que a seleção da cenário 03B na lista de links estão quatro com o quadrinho verde para indicar que estas ligações tem mudanças. Se você escolher qualquer uma delas vai aparecer a mesma janela, como descrito acima. Você também pode solicitar que a lista contém apenas os links com alterações, o que é feito com o botão verde que está liderando a lista e destaque na figura. A lista tem apenas quatro links que mudam, como mostrado na figura abaixo.



Isso deixa claro que as mudanças estão relacionadas com a rota de reforço. Isso é mais palpável à luz das rotas da rede, que vão mudar quando mudarem de um cenário fase para outro, da forma como for mostrado na figura abaixo.


**Cenário 03A Caso Base**

**Cenário 03B Rota Reforzo**

Também é mostrado na figura de que o rotas A e B mudam da capacidade. O detalhe das mudanças podem ser observadas no *Transport* → *Routes*. Pode –se comprovar de que as rotas adotam as características mostradas na tabela abaixo. Você pode observar de que a soma da capacidade de dois microônibus é maior, nos links que correspondem, assim como a frequência da RutaB que atingiu o valor de 145, enquanto agora são 100+60

Rota	Frequência em 03A	Frequência em 03B
1 RotaA ônibus	35-40	25-30
2 RotaB microônibus	135-145	90-100
3 Rfaazo microônibus	-	50-60

## Simulação e comparação dos resultados

Para os cálculos deste cenário alternativo, o procedimento é muito semelhante ao que foi feito no 03A *Base Case Scenario*. Basta utilizar o menu *Project* → *Run*, escolher o cenário 03B com opção *All programs*. Clique em Adicionar ao lote e (*add to batch*), finalmente, ativa o botão *Run*. Nós também gerar um relatório de indicadores, usando o programa IMPTRA opção 5, desta vez para o cenário 03B, a saber:

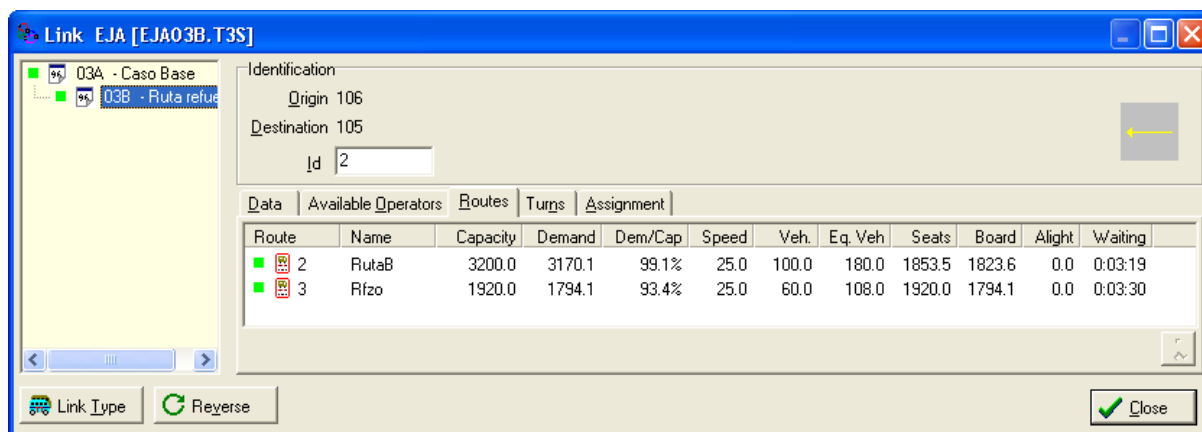
### IMPTRA 03B

Isso irá gerar um arquivo que é chamado agora EJA03B.TRA. Tal como o anterior, podemos abrir no Excel e tabelas comparativas podem ser formadas com o cenário acima 03A. O número total de viagens será o mesmo em ambos cenários, desde que a matriz exógena de viagens é dada e não seja alterada. Os indicadores dos usuários têm mudado muito pouco. As maiores mudanças serão visíveis nas estatísticas dos operadores, que estão resumidas abaixo.

Indicadores dos operadores						
	03 <sup>a</sup>			03B		
Operador	Receitas	Custos	Saldo	Receitas	Custos	Saldo
ônibus	6600	6428	172	6511	4857	1654
microônibus	20617	22060	-1443	20686	18637	2049
<b>Total</b>	<b>27217</b>	<b>28488</b>	<b>-1271</b>	<b>27197</b>	<b>23494</b>	<b>3703</b>

A tabela mostra que no cenário 03B o custo operacional de ambos os ônibus e os microônibus têm diminuído, enquanto as receitas se mantiveram a um nível semelhante, de modo que o equilíbrio ou a diferença entre as receitas e os custos têm aumentado significativamente, tornando-se positivo, bem no caso dos microônibus. No caso dos ônibus, os ganhos são mais de 30%, enquanto o microônibus chegar a 11%.

Se agora clicar duas vezes sobre o link 106-105 ver que agora aparecem duas rotas de microônibus, ambas operando quase em sua capacidade. Se você fizer o mesmo para a ligação 103-101, na rota de ônibus também parece operar em sua capacidade, portanto, ambos têm otimizado suas operações.





O Secretário de Transportes mostra os resultados na próxima reunião com os operadores, e explica que aqueles que operam a rota de micrônibus devem dedicar uma parte da frota numa rota mais curta de reforço entre a Favela Esperança e do Centro.

*"Como podemos decidir qual dos nossos parceiros trabalha no percurso de menor comprimento, o que irá produzir mais ganho, e qual o percurso de maior comprimento?", perguntou o operador.*

O diretor respondeu *"Por que eu lhes disse que vão ter que ser melhores organizados? Vai ter que criar um mecanismo no qual cada membro da associação de microônibus tome a rota curta, por sua vez, de maneira equitativa. Agora você vão ser regidos por um plano operacional, não de qualquer maneira como o fazem agora."*

Depois os operadores de ônibus exigiram *"Que vai acontecer com os ônibus que temos que tirar? Haverá alguns que vão perder seus empregos."*

O Secretário lembrou de que não se pode pedir aos usuários pagarem a frota em excesso que não se requer. Os operadores também devem se organizar para estabelecer um sistema alternado de dias de parada, ou operar em períodos menores, e, alternativamente, ter que vender as unidades e encontrar outra atividade.

## Exemplo B: Transporte público e privado com duas categorias dos usuários

### Descrição do exemplo

Esse segundo exemplo de aplicação baseia-se no exemplo anterior, mas acrescenta alguns elementos, a seguir:

- Em lugar de uma única categoria de passageiros, agora existem duas categorias para representar dois estratos socioeconômicos: os estratos de alta e baixa renda.
- Além do transporte público, que foi trabalhado no exemplo anterior, agora há também um modo de transporte privado de carro.

Isso é para demonstrar como se representam as diversas categorias de passageiros no modelo, e como ele funciona em conjunto com os veículos privados e públicos. Os carros também tendem a gerar congestionamento, de modo que se ilustrará a forma como isto é representado no modelo.

Este exemplo é acompanhado pela planilha Excel ParametrosTransporteB.xls.

O Secretário de Transportes foi surpreendido ao reparar a volta dos representantes dos operadores de ônibus e microônibus para o seu escritório.

*"Estudamos as estimativas que você nos apresentou, e há algo importante que você não tomou em conta", disse ele só para entrar e depois continuou "este é o congestionamento. Você fez todos os cálculos como se fôssemos os únicos veículos na estrada, mas há muitos carros que entopem tudo. Como resultado, nossos ônibus não estão indo a 22-25 km/h, mas são muito mais lentos, por isso o custo operacional é maior, e precisamos de mais unidades."*

*"É verdade", disse o Secretário de Transporte, com um ar resignado, "temos que repetir os cálculos."*

*"E além disso, vão ser aumentadas as tarifas", acrescentaram os operadores.*

### A base dos dados

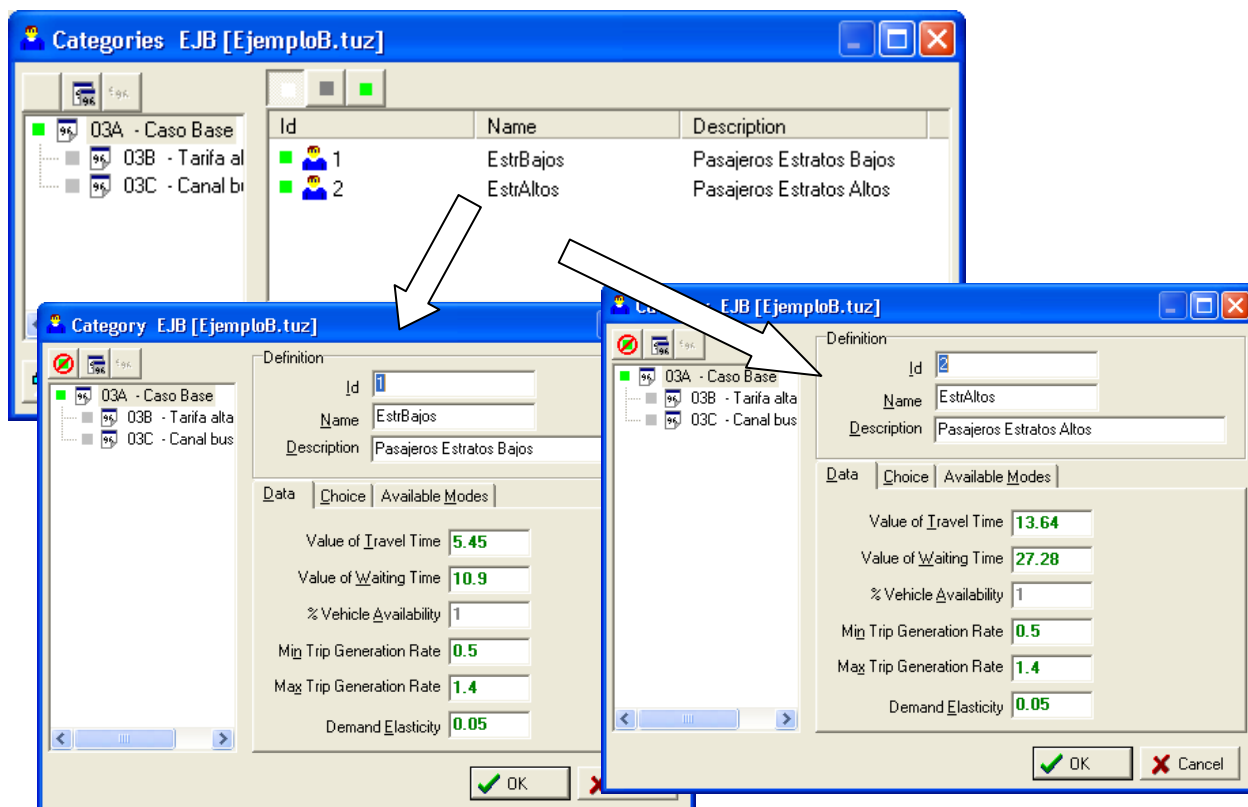
Esta seção descreve apenas os elementos centrais de dados que mudam a partir do exemplo anterior.

#### Categorias dos usuários

Como pode ser observado na figura abaixo, o menu *Transport* → *Categories* apresenta agora duas categorias de passageiros: Estratos Altos e Estratos Baixos.

Os valores estimados do tempo de viagem e do tempo de espera são apresentados na tabela a seguir, e a planilha que acompanha este exemplo. O procedimento foi assumir uma renda média das famílias de estratos baixos e altos, de \$ 3200 e \$ 8000 por mês. Nesta base, foi calculado um ingreso equivalente por hora (dividido por 22 dias por mês e 8 horas por dia). O valor do tempo de viagem foi estimada em 30% da renda familiar por hora, e então o valor do tempo de espera foi estimado como o dobro desse montante.

Estrato	mes	hora	x 0.3	x 2
Bajos	3200	18.18	5.45	10.91
Altos	8000	45.45	13.64	27.27



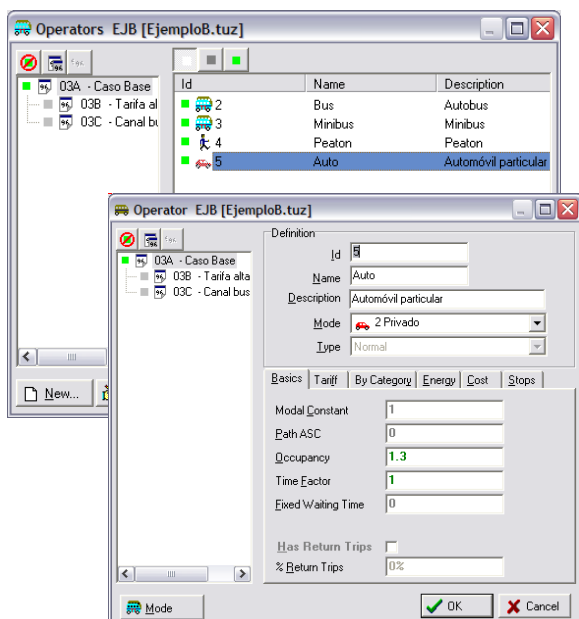
## Modos e operadores

A janela do menu *Transport* → *Modes* apresenta o novo modo privado que foi adicionado nesse exemplo.

Simplesmente definiu-se o novo modo para adicionar na lista e especificou-se que, assim como para o modo público, o modelo deve buscar até três caminhos.

O operador do veículo também deve ser adicionado à lista de operadores, como mostrado na figura. Na primeira janela *Basics* especifica-se que a taxa de ocupação média é de 1.3. Na seção *Energy* especificam-se os parâmetros da função de energia, como descrito na planilha Excel, e na seção *Cost* especifica-se o custo por hora. O carro não tem tarifa, mas especifica-se que os usuários devem pagar 100% do custo de operação. O modelo divide automaticamente o custo de operação por taxa de ocupação média dos automóveis.

Ao ter dois modos e ao especificar que as duas categorias de viajeros podem escolher entre as mesmas, é necessário estabelecer parâmetros de preferências, que são indicados em *Transport* → *Operators* → *By Category*. A categoria dos passageiros nos estratos mais baixos, normalmente preferem o





transporte público, pois tem menor custo monetário, porém mais devagar, o que se reflete em valores de tempo menores. No entanto, existem elementos adicionais a considerar, especialmente o fato de que os viajantes provenientes dos estratos baixos têm menos renda disponível para comprar um carro. Por outro lado, os estratos superiores são influenciados na sua escolha por considerações de prestígio social e outros fatores que fazem evitar o uso de transportes públicos. Para representar o efeito combinado desses fatores, estabeleceu-se aos fatores de penalização como se indica na tabela seguinte:

<b>Categoria</b>	<b>ônibus</b>	<b>Microônibus</b>	<b>Pedestre</b>	<b>Automóvel</b>
Estratos Baixos	1	1	1	2.4
Estratos Altos	2	2	1.8	1

Estes valores indicam que para os estratos baixos o valor do tempo do viagem é multiplicado por um fator de 2.4 se a viagem é de automóvel. Da mesma forma, o valor do tempo de viagem de ônibus e microônibus é multiplicado por 2 para os estratos altos, e 1.8 no caso das seções de viagens a pé.

Além disso, deve-se especificar a velocidade da circulação dos carros nos diversos tipos da via, o que é indicado no menu Transport → Link Types. Também deve-se indicar o custo operacional por distância detalhada na planilha Excel. As velocidades adotadas foram: 60 km/h nas vias arteriais, a 40 km/h nas vias locais e 30 km/h nos conectores dos centróides. Naturalmente, o fator de carro equivalente é de 1,0 em todos os casos.

## Demanda

A demanda, neste exemplo é inteiramente exógena, e deve ser especificada em duas matrizes, uma para cada uma das categorias de viajantes. As matrizes adotadas para este exemplo são:

<b>Categoria Estratos Baixos</b>			
<b>Zonas</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>1</b>		150	250
<b>2</b>	4750		1050
<b>3</b>	2200	300	

<b>Categoria Estratos Altos</b>			
<b>Zonas</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>1</b>		120	100
<b>2</b>	1800		300
<b>3</b>	5350	900	

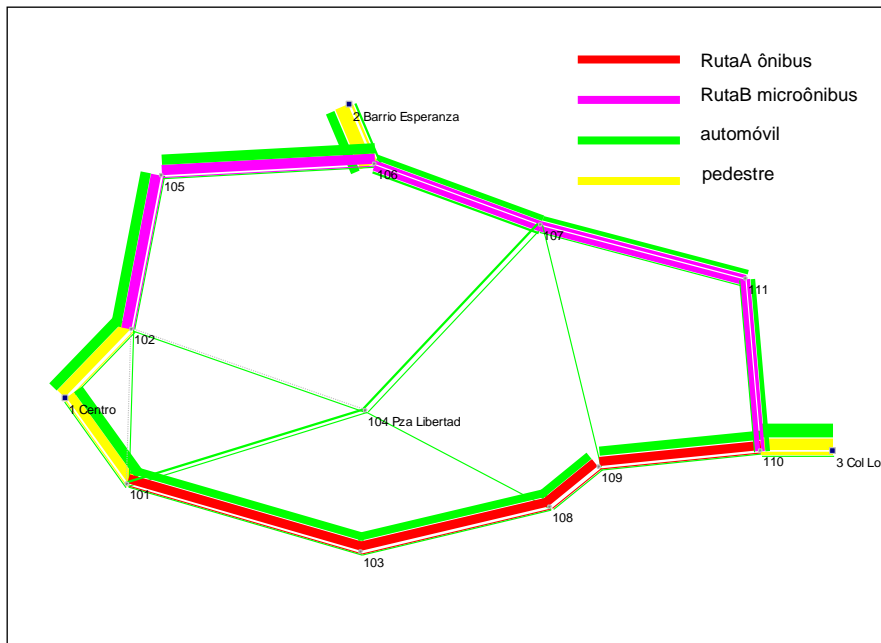
Como pode ser visto, o maior numero das viagens dos estratos baixos está entre a Zona 2 e o centro, enquanto no estrato alto domina as viagens entre a zona 3 e do centro.

## Resultados do Caso Base

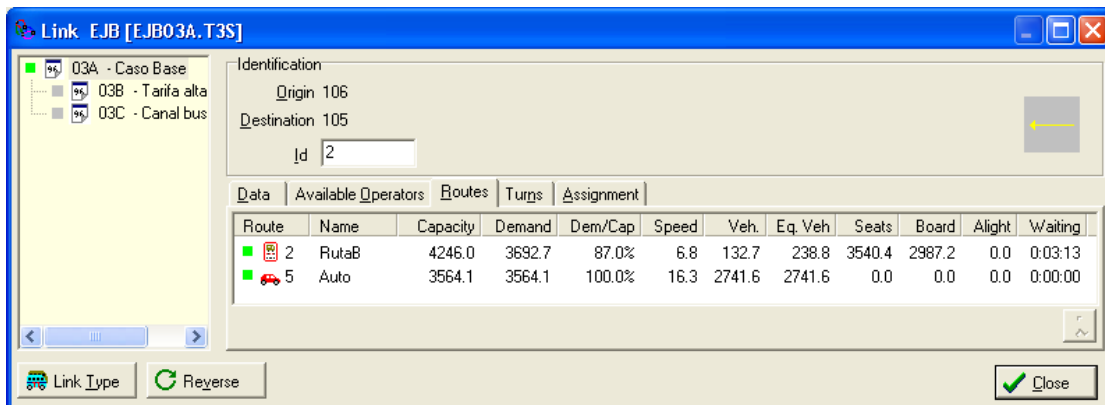
Tal como no exemplo anterior, fazemos o cálculo do Caso Base com o menu *Project* → *Run*, escolhendo o cenário 03A. Depois disso, poderemos abrir o arquivo de resultados com o menu *File* → *Open* e olhando na pasta EjemploB\03A o arquivo EXB03A.T3S.

Primeiro exploramos a vista *Paths*, onde nós achamos que há agora dois modos: público e privado, além das duas categorias de usuários. Os caminhos para o modo público são iguais ao exemplo anterior, mas agora você pode mostrar os caminhos para o modo privado, com base no automóvel. Na planilha Excel que acompanha este exemplo inclui a verificação dos cálculos para um caminho específico do carro.

Agora, se você selecionar a janela de volume, atribuir cores e ajustar o operadores em *View → Options* aparecem passageiros nas rotas de transportes públicos, automóvil e pedestres, como mostrado na figura abaixo.

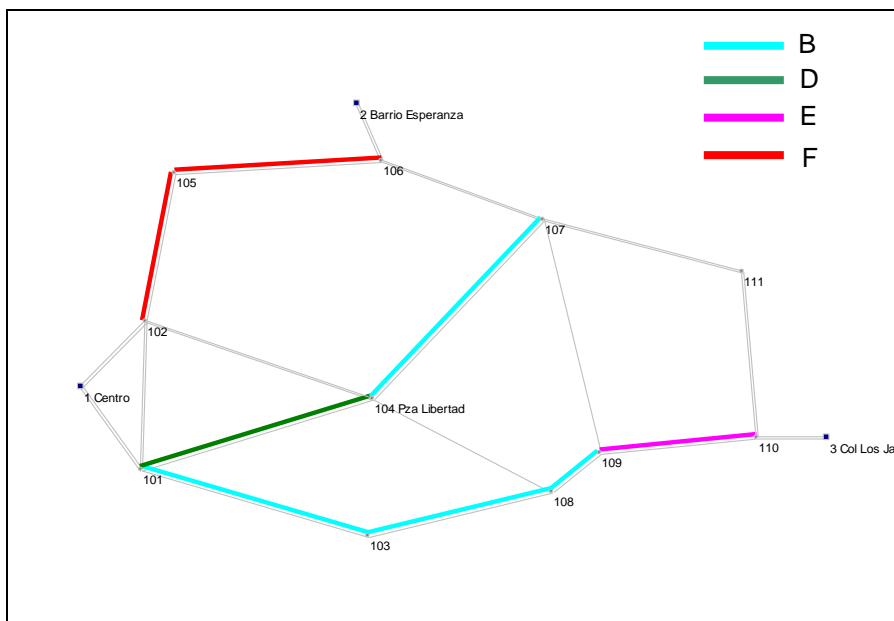


Como no exemplo anterior, o link 106-105 parece ser o mais carregado, tanto para passageiros de microônibus quanto para os de carros. Para verificar isso mais de perto, clique duas vezes sobre o link, e selecione a seção de rotas, obtendo-se a janela de dados a seguir:



Estes valores diferem daqueles obtidos no Exemplo A de várias maneiras. Em primeiro lugar, além da Rota B aparece o Auto carregando um número de passageiros praticamente igual ao microônibus Rota B. Neste caso Rota B, neste caso, há menos demanda ao passar do mais de 4900 passageiros a 3692, o que significa que os carros tomaram uma parte na demanda. Mas este não é o único efeito que os carros têm causado. A velocidade dos ônibus, que anteriormente era de 25 km/h, agora é só de 6.8 km/h devido ao congestionamento. Sem dúvida, o congestionamento foi causado pelos carros, porque os microônibus transportam 3692 passageiros em 238,8 veículos padrão, enquanto os automóveis transportam 3564 passageiros em 2741 veículos padrão, ou seja, em média de 15.46 para 1.3 (a taxa de ocupação média do carro).

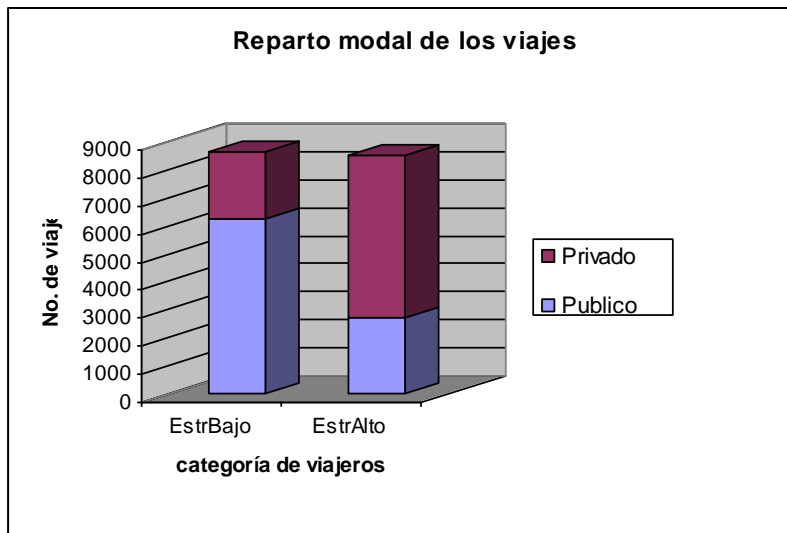
O congestionamento também afeta outros links. Para verificar isso, selecione a vista *Service Level*, selecione a paleta de cores padrão e selecione *Link Width = 4* em *View → Options*. O resultado é apresentado na gráfica abaixo. Você pode conferir que há dois links a nível F e um a nível E. Nesta situação, a microônibus é o mais afetado.



Vamos agora examinar os indicadores resultantes dos transportes. Para isso, abra a janela de comandos do Windows, posicione-se na pasta C:\Tranus\Tutorial\EjemploB, execute o comando IMPTRA 03A e escolha a opção 5. Com o Excel você pode abrir as tabelas a serem armazenadas no arquivo EXB03A.TRA.

Como agora existem duas categorias de viajeros e dois modos, a tabela de todas as viagens é mais interessante, como é mostrado abaixo. Você pode ver que no total são mais de 17 mil viagens, quase igualmente entre as duas categorias de viajeros. 72% das viagens dos estratos inferiores são feitas em transportes públicos, enquanto que para os estratos superiores essa proporção é de apenas 32%. O modelo estimou essas proporções em função dos tempos de viagem e de espera, os valores de tempo para cada categoria e os parâmetros de preferência. Em aplicações reais, esses parâmetros são ajustados de forma que o modelo reproduz as proporções que existem na realidade.

CatName	Publico	Privado	TOTAL	% publico
EstrBajo	6267	2433	8700	72.0%
EstrAlto	2734	5836	8570	31.9%
TOTAL	9001	8269	17270	52.1%



Em seguida, apresentamos aos indicadores médios das duas categorias de viajeros. No caso do tempo de viagem, os valores originais foram multiplicados por 60 para obter o resultado em minutos. A categoria baixa deve viajar por mais tempo, já que eles usam o transporte público, que é mais lento do que o carro. A distância percorrida pelos estratos mais baixos é menor do que a alta porque vivem predominantemente na Zona 2, que está mais perto da zona Centro, em comparação com a zona 3.

### Indicadores dos usuários

Categoria	Distância (Km)	Custo (\$)	Tempo viagem (mins)	Tempo espera (mins)
EstrBaixo	10.23	7.27	46.8	0.04
EstrAlto	11.67	14.77	32.4	0.02

Então, podemos analisar a situação dos operadores através dos indicadores mostrados na tabela abaixo. A primeira coluna refere-se ao número de abordagens. Você pode ver que o número de abordagens do carro é igual ao número de viagens particulares como a tabela acima (8269). A soma dos ônibus e microônibus é 9748, que é maior do que o número total de viagens por transporte público anterior (9001). As 947 viagens adicionais correspondem aos viajeros que fizeram transferências, perto de 10%.

A próxima coluna representa os passageiros-quilômetro que leva cada operador. Na coluna chamada energia pode ser observado que, embora haja menos passageiros no transporte público (em relação ao Exemplo A), consomen-se mais litros de combustível, devido ao congestionamento. Em seguida, vêm as colunas dos custos operacionais, receitas e a diferença = ganhos. Lá você pode conferir que o custo operacional de ônibus (8564) é maior do custo que tinham no Exemplo A, sem congestionamento (6428). Mas eles também têm renda mais elevada (10425 em lugar de 6600), e que o ganho é um pouco maior (1861 em lugar de 172). Isto deve-se ao fato de que o congestionamento afeta aos microônibus, e conseqüentemente um maior numero de pessoas utilizam o ônibus. O micro ônibus, entretanto, é fortemente afetado pelo congestionamento, com uma perda estimada de -1443 no Exemplo A, agora muito maior de -5023. No final a tabela, comprova-se que a velocidade do microônibus é menor do que a do ônibus.

## Indicadores dos operadores

Operador	Abordagens	Pax-km	Energia	Custos	Receitas	Ganhos	Veh-Km	Veh-Hrs	Velocidade
Bus	3475	37881	347	8564	10425	1861	1025	60	17.1
Minibus	6273	55903	960	23843	18820	-5023	4321	260	16.6
Peaton	18002	4032	0	0	0	0	0	0	
Auto	8269	91166	6630	147822	160543	12722	70127	2378	29.5
Trans.Púb.	9748	93784	1307	32407	29245	-3162	5346	320	
<b>Total</b>	<b>18017</b>	<b>184950</b>	<b>7937</b>	<b>180229</b>	<b>189788</b>	<b>9560</b>	<b>75473</b>	<b>2698</b>	

Por ter duas categorias de viajeros, as tabelas finais dos indicadores são mais interessantes. Entre eles estão destacados aqui duas: abordagens por categoria e operador, e custo monetário por categoria e operador. A tabela destaca as abordagens por cada operador para cada um dos estratos sócio-econômicos. Por exemplo, dos 6273 passageiros embarcando ao microônibus, 4930 são de estratos baixos, e 1343 são de estratos altos. Observa-se que a distribuição de abordagens no ônibus é muito mais equilibrada, que é principalmente devido ao fato de que o ônibus atende a zona 3, onde domina o estrato superior. Pelo seu turno, a tabela de custo monetário diz o quanto gasta cada categoria de viajeros em cada operador. Como neste caso aplicam-se tarifas de abordagem, mantêm-se as mesmas proporções.

### Abordagens por categoria e operador

Categoria/operador	ônibus	Microônibus	Pedestre	Auto	Total
Estratos Baixos	1953	4930	12534	2433	21850
Estratos Altos	1522	1343	5468	5836	14169
<b>Total</b>	<b>3475</b>	<b>6273</b>	<b>18002</b>	<b>8269</b>	<b>36019</b>

### Custo monetario por categoria e operador

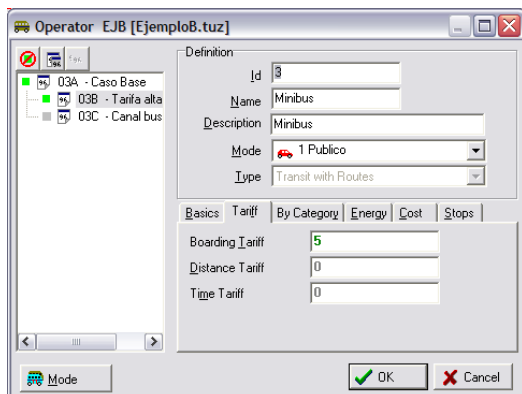
Categoria/operador	ônibus	Microônibus	Pedestre	Auto	Total
Estratos Baixos	5860	14790	0	42573	63222
Estratos Altos	4565	4030	0	117971	126566
<b>Total</b>	<b>10425</b>	<b>18820</b>	<b>0</b>	<b>160543</b>	<b>189789</b>

O Secretário de Transporte ficou pensativo analisando os resultados do modelo.

*"Eles estavam certos de que o congestionamento afeta os custos operacionais", disse a si mesmo. "Mas se eu deixar subir as tarifas, o prefeito vai perder a próxima eleição, mesmo se eu não permitir a aumento das tarifas, os operadores vão à guerra e fariam greves, o que poderia ser ainda pior."*

Ele pensou que, antes de ter uma nova reunião com os operadores, era preciso fazer dois testes com o modelo. Na primeira análise, estudar-se-ão os efeitos de aumentar as tarifas, e estima-se como afetarão aos usuários e operadores. A segunda análise, provaria o contrário, de como proteger os veículos de transporte público no congestionamento. *"Isso! Vou tentar introduzir um canal exclusivo para microônibus!"*

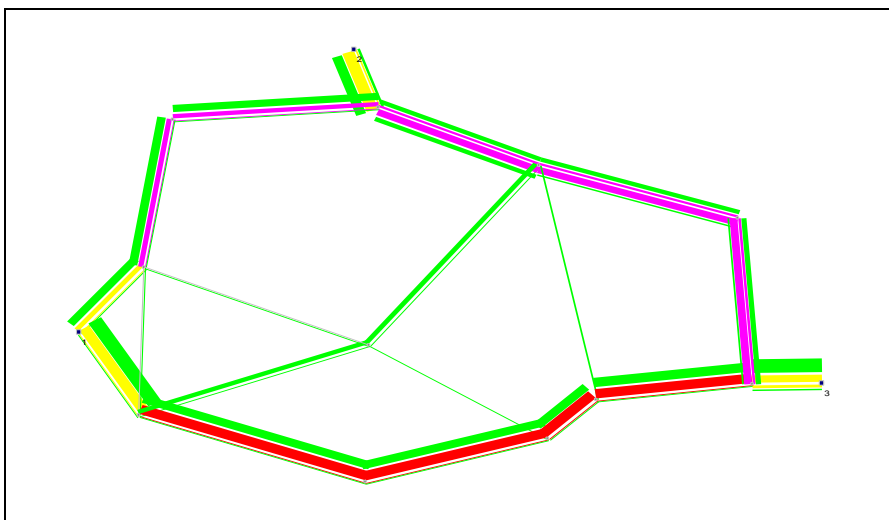
## Incremento das tarifas



Neste primeiro cenário alternativo ao cenário base, simular-se-á o efeito de aumentar as tarifas dos transportes públicos, na tentativa de resolver o problema financeiro evidente no caso base. Este cenário já está incluído na base de dados como o Cenário 03B Tarifa Alta. Tudo o que você tem a fazer é aumentar o preço dos ônibus e microônibus, que neste exemplo sobe de \$ 3 a \$ 5. Esta mudança pode ser localizada no menu *Transport* → *Operators*, conforme descrito na figura anexa. Como é familiar, no quadrinho verde na árvore dos cenários indica que há uma mudança no cenário 03B. A partir daí, podemos conferir que a tarefa da abordagem é agora 5, que também está indicado em verde. Uma mudança semelhante está prevista para o ônibus

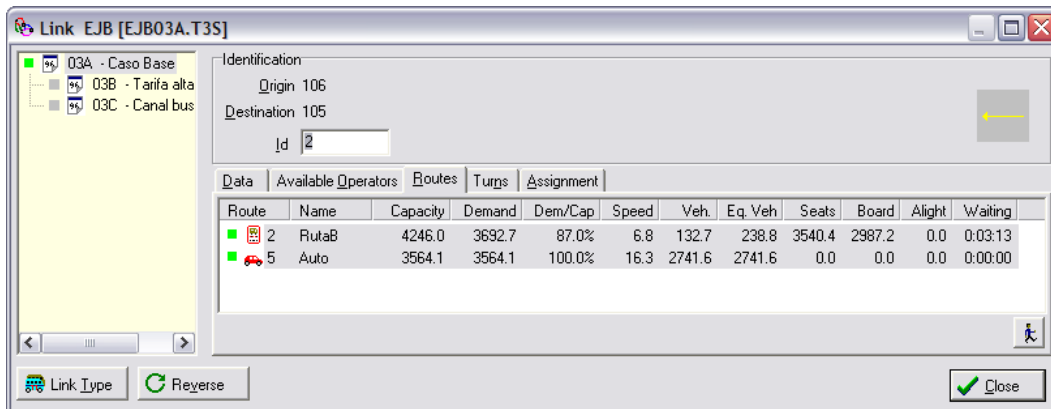
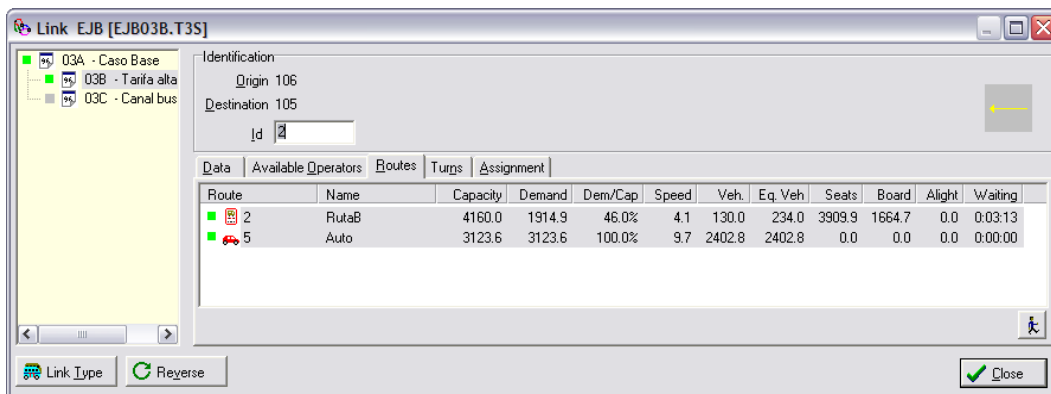
Só resta ‘rodar’ o cenário para analisar os resultados. Para isso, usamos o menu *Run – All programs* do cenário 03B.

Com o *File-Open* pode começar a explorar os resultados graficamente. Na pasta 03B abra o arquivo EXB03B.T3S. Após o ajuste de cores e escalas, podemos observar a vista *Demand*, que ficará como mostrado na figura abaixo. Você pode perceber que aumentou o volume de passageiros por carro e transportes públicos, nos enlaces que conectam a zona 3 com 1 abaixo. Os passageiros do microônibus são poucos. Certamente, algo estranho aconteceu ao aumentar as tarifas.

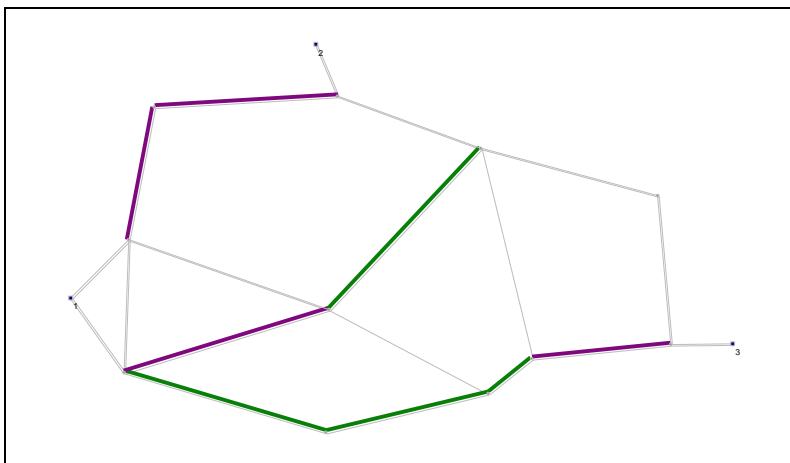


O primeiro é rever o que tem acontecido nos links problemáticos 106-105 e 105-102. Para isso, fazer click duplo em qualquer um deles para analisar os resultados da alocação. A figura abaixo mostra os resultados para o link 106-105.

Você pode palpar que, em comparação com o Cenário Base, a demanda no microônibus tem sido bastante reduzida. Para facilitar a comparação, a tabela do cenário base foi incluída abaixo da anterior. Para descobrir qual é qual, basta olhar para a árvore de cenários. A Rota B tem 3692 passageiros transportados no Cenário Base (87% da capacidade), enquanto com o aumento da tarifa tem apenas 1914 passageiros (46% da capacidade). Curiosamente, a demanda por automóveis também diminuiu, mas em menor grau (3564-3123). Mas o que é surpreendente é que a velocidade de circulação caiu para ambos os microônibus e o carro.



O que aconteceu é que ao aumentar as tarifas dos transportes públicos aumento o congestionamento. Para verificar isso rapidamente, selecionar a vista *Service Level*. Lá você pode perceber que o panorama é desolador. No link 106-105 o nível de serviço era ruim o suficiente no Nível D, mas agora está praticamente paralisado Nível H, daí que as velocidades são tão baixas. No resto da rede, a base não tinha grandes problemas, agora tem níveis D e H em todas as partes.



Certamente o fato de aumentar as tarifas não parece uma boa idéia. Mas antes de que nós possamos estabelecer o fato, é necesario analisar os resultados numéricos em termos de indicadores, e os indicadores podem ser comparados aos obtidos antes de aumentar as tarifas. Nós usamos o programa para gerar tabelas IMPTRA para gerar a tabela comparativa mais abaixo. O primeiro é verificar a percentagem modal de viagens para comprovar a elasticidade da demanda, com relação a tarifas mais elevadas, o que é registrado na tabela embaixo. Você pode palpar claramente que as duas categorias de passageiros reduziram significativamente a proporção de viagens de transporte público, deixando cair uma média de 52,1% para 43,7%. Como o número total de viagens neste exemplo é fixo (dado pelas matrizes exógenas), a consequência é que na mesma proporção aumentou o número de viagens de carro, e é isso que o congestionamento aumenta.

### Efeitos dos incrementos das tarifas sobre o reparto modal

Categoria	Tarifas normais				Tarifas altas			
	Público	Privado	Total	% público	Público	Privado	Total	% público
Estr. Baixos	6267	2433	8700	72.0%	5549	3151	8700	63.8%
Estr. Altos	2734	5836	8570	31.9%	2002	6568	8570	23.4%
<b>Total</b>	<b>9001</b>	<b>8269</b>	<b>17270</b>	<b>52.1%</b>	<b>7551</b>	<b>9719</b>	<b>17270</b>	<b>43.7%</b>

Os incrementos das tarifas têm seu efeito sobre os indicadores de usuários, como apresenta a tabela abaixo. Você pode conferir que tanto o custo como o tempo aumentaram de forma significativa, ao aumentar as tarifas dos transportes públicos. Enquanto que os estratos mais baixos são os mais afetados, embora os estratos altos também paguem o preço. Observa-se que o tempo de viagem do estrato baixo é de 80 minutos, mais de uma hora.

Categoria	Tarifas base		Tarifas altas	
	Custo	Tempo	Custo	Tempo
Estr. Baixos	7.27	46.8	11.95	80.4
Estr. Altos	14.77	32.4	19.31	50.4

Vamos observar se os operadores se beneficiaram das tarifas mais altas. Para isso, construíremos a tabela comparativa dos principais indicadores econômicos, os quais são apresentados a seguir, incluindo os resultados do Cenário Básico com as taxas normais (03A) para facilitar a comparação.

Recorde-se que os ônibus, no caso base, receberam um retorno razoável de aproximadamente 21% do custo de operação. O microônibus, recebeu uma perda líquida (-5023). Ao aumentar as tarifas de \$ 3 a \$ 5, os ônibus estão aumentando significativamente as suas receitas a mais de 90% do custo de operação e, como observaremos, em troca de um nível muito ruim de serviço. O microônibus, no entanto, continuam recebendo uma perda líquida (-3906), apesar do aumento nas tarifas, e como será comprovado, têm um excesso de oferta significativa. Outro efeito importante nestes resultados é que, aumentando as tarifas dos transportes públicos aumenta consideravelmente o custo operacional dos veículos do transporte privado, na ordem de 22%, embora o número de viagens tenha aumentado apenas 17% . Isso significa que o aumento do congestionamento também aumentou os custos operacionais de cada viagem de carro.



Operador	Tarifas normales (03A)			Tarifas altas (03B)		
	custos	renda	ganho	custos	renda	Ganho
Ônibus	8564	10425	1861	10199	19834	9635
Microônibus	23843	18820	-5023	29802	25896	-3906
Automóvil	147822			208755		
<b>Total</b>	<b>180229</b>	<b>29245</b>	<b>-3162</b>	<b>248756</b>	<b>45730</b>	<b>5729</b>

As tabelas relativas aos operadores podem ser utilizadas para calcular o custo médio por km-veículo de cada operador. Se fizermos isso (dividindo-se o custo operacional por veículo-km) podem achar que o carro passou no caso base \$ 2.10 a \$ 2.48 ao subir as tarifas de transporte público.

Para explorar mais sobre as condições de funcionamento das rotas, pode-se usar a opção 10 do programa IMPTRA. O procedimento é muito semelhante à obtenção de indicadores. Uma diferença a considerar é que a opção 10 produz os resultados a um arquivo de texto delimitado por vírgulas, ao invés de tabulações. Para evitar sobre-escrever os arquivos, vamos dar um nome diferente ao arquivo de saída, como RUTAS03B.CSV (csv é a extensão padrão de arquivos separados por vírgula, tornando-os mais facilmente lidos pelo Excel). O arquivo resultante é apresentado abaixo. Por conveniência, foram removidos alguns dos campos das informações apresentadas na tabela, a seguir:

Oper	Freq.	Dist total	Tempo total	Pax-km	Veh-km	Veh-hrs	Pax-km/Veh-hrs	Veloc. média km-hr	Flota	Volum Crítico	% ocup critica	Abordagens	Ocup media
ônibus	47	21.8	2:01:09	43243	1025	95	455.6	10.8	94.9	3842	1.17	3967	60.3
Microônibus	130	32.6	2:33:25	47418	4234	332	142.6	12.7	332.4	2569	0.62	5179	35

**Dist. Total.** É a distância percorrida para realizar uma volta completa na rota

**Tempo total.** o tempo que percorrem os veículos em culminar uma volta completa na rota

**Pax-km.** São os passageiros-km que transporta a rota

**Veh-km.** veículos-km que oferece a rota

**Veh-hrs.** veículos-horas que deve ter em operação a rota

**Pax-km/Veh-hrs.** Relação entre passageiros-km e veículos-hrs, uma medida da eficiência da rota

**Velocidade média** de operação, que como se pode observar, é muito baixa para ambos os operadores

**Frota.** É o número de veículos que estima o modelo, sobre a base da frequência e o tempo de percurso. Pode ver que a frota requerida por os microônibus (332) é muito alta, o que eleva os custos de operação

**Volume crítico** e o número de passageiros que transporta a rota ao ponto de maior demanda

**% ocupação crítica** e a relação entre o volume crítico e a capacidade da rota. Por sua vez, a capacidade da rota é o produto entre a frequência e a capacidade máxima de cada veículo. O ônibus está claramente sobrecarregado em um 17%, mas os microônibus mostram uma sobre oferta, desde que ainda no ponto de maior carga os passageiros só transportam o 62% da capacidade ofertada.

**Abordagens** e o número de pessoas que embarcam as unidades da rota

**Ocupação média** e a relação passageiros/capacidade média em todos os tramos. Pode ser conferido que o ônibus, ainda com sobrecarga ao tramo crítico, só tem uma ocupação média de 60%, e que o microônibus está numa situação ainda mais grave, com apenas 35% de ocupação média. Esse é o principal fator que condiciona as perdas do operador

Em síntese, o incremento das tarifas do transporte público só beneficiou aos operadores de ônibus, mas prejudicou a todos os demais atores, incluindo aos usuários do transporte público, aos usuários do automóvel e aos operadores de microônibus. Além disso, apresenta-se uma sobrecarga nos ônibus, e os operadores deverão aumentar a capacidade, o que fará com que a rentabilidade da operação seja reduzida para níveis mais razoáveis. Por outra parte, os operadores de microônibus deverão reduzir a frota para reduzir as perdas operacionais, com o qual uma boa quantidade de motoristas e o pessoal de operação ficarão desempregados. Por tanto, aumentar a tarifa do transporte público é altamente inconveniente para a cidade.

Sugere-se como uma prática: modificar este cenário, aumentando a frequência dos ônibus e reduzindo a frequência dos microônibus para equilibrar a demanda com a oferta. Em seguida, compare os resultados.

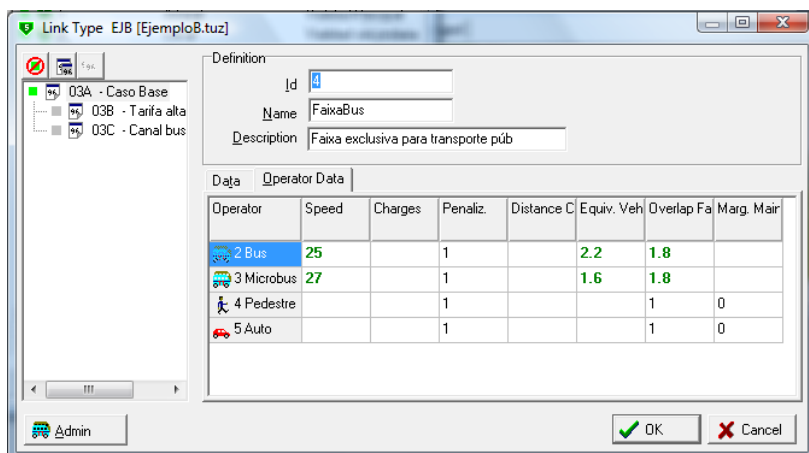
## Faixas exclusivas para ônibus e taxas aos estacionamentos

Dado o fracasso completo da opção de aumentar as tarifas dos transportes públicos, nessa secção explora-se uma alternativa. Ao invés de aumentar as tarifas, criam-se faixas exclusivas para transporte público como forma de garantir que a operação é realizada em condições favoráveis. Neste exercício, a implantação das faixas é planejada no curto prazo, mediante a utilização da capacidade rodoviária existente para gerar as faixas, em detrimento da capacidade viária disponível para automóveis. Além disso, a fim de tornar ainda mais eficaz a medida, introduz-se uma taxa sobre os estacionamentos no centro da cidade, com o objetivo de desestimular o uso desta modalidade e recuperar algumas das externalidades que são geradas. Aparentemente, essas medidas vão prejudicar os usuários de automóveis dado que a capacidade da estrada será reduzida e devem também pagar mais para estacionar no centro. Porém, antes de afirmar isto é preciso aguardar aos resultados.

### Mudanças na base de dados

Como nos casos anteriores, este novo cenário já está definido no banco de dados do Exemplo B num cenário chamado 03C. Se seleccionarmos esse cenário em qualquer uma das vistas da rede, aparecerão novas ligações. Apesar que você já tem o cenário definido, os parágrafos seguintes descrevem brevemente o processo necessário para definir esse cenário.

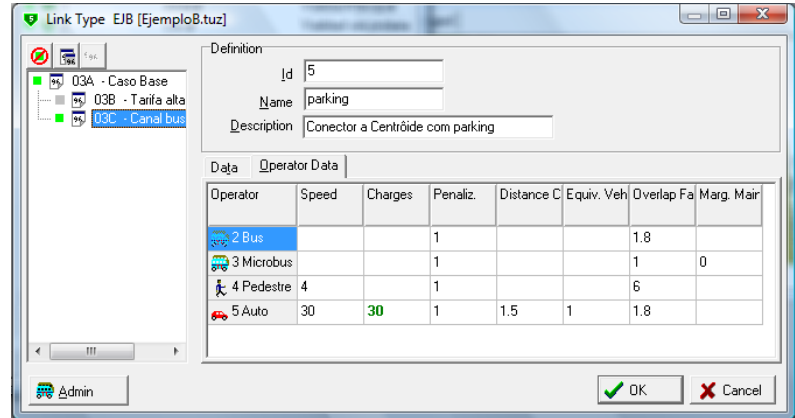
Para definir as faixas exclusivas deve-se começar por declarar um novo tipo de estrada, que chamaremos FaixaBus. Da mesma forma, para entrar na taxa do estacionamento no centro deve-se criar um novo tipo de via chamado *parking*. O tipo de via para a FaixaBus é diferente de qualquer um dos existentes, de modo que nós criamos com o botão *New*. O novo tipo *parking* vai substituir os conectores de centróide para acessar à zona 1, de modo que possamos seleccionar o conector normal e pressionar o botão *Copy*. Este último irá criar um novo tipo de via com as mesmas características da anterior, de tal forma que se pode modificar facilmente.



A figura apresenta as características do novo tipo de faixa exclusiva de ônibus. Pode ser observado que só os ônibus e microônibus podem circular neste novo tipo de via, e eles fazem a uma velocidade um pouco maior do que se eles fizeram na via arterial. Isso foi feito neste exemplo, para representar o fato de que, quando as unidades de transportes públicos circulam em faixas exclusivas, a operação torna-se mais ordenada e sem interferências de outros veículos,

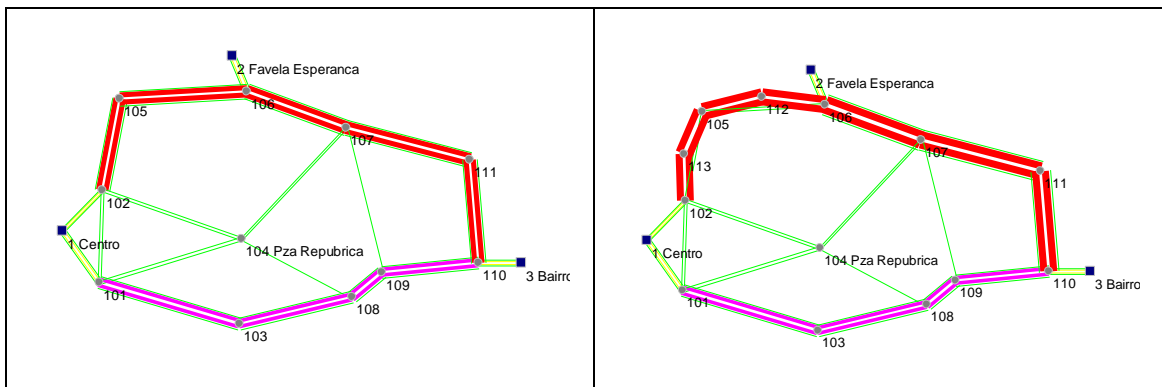
com o qual a velocidade de exploração é maior. Pelo mesmo motivo, o fator do veículo padrão para ambos os operadores é um pouco menor do que em ligações arteriais. Outros dados e parâmetros permanecem inalteráveis. Pedestres e os automóveis não podem circular neste tipo de via.

No caso do tipo de via *Parking*, só os pedestres e os carros podem circular através dela, como no caso dos conectores centróide normais. A velocidade dos pedestres é 4 km/h e o carro é de 30 km/h. Além disso, agora o carro deve pagar \$ 30 por km, que está indicado na coluna *Charges*. Isto significa que o valor a ser pago vai depender do comprimento das ligações do conector *Parking*. A gráfica da rede apresenta que no acesso à zona 1 existem duas possibilidades: o arco 1-101 e 1-102. No primeiro caso, o comprimento é de 0.2 km e no segundo caso é de 0.3. Isto significa que em 1-101 cada carro deve pagar  $0.2 \times 30 = \$ 6$ , enquanto que no outro link deve pagar  $0.3 \times 30 = \$ 9$ . Esses pagamentos são por veículo, e o modelo divide automaticamente pela taxa de ocupação dos veículos, ou seja, 1.3.



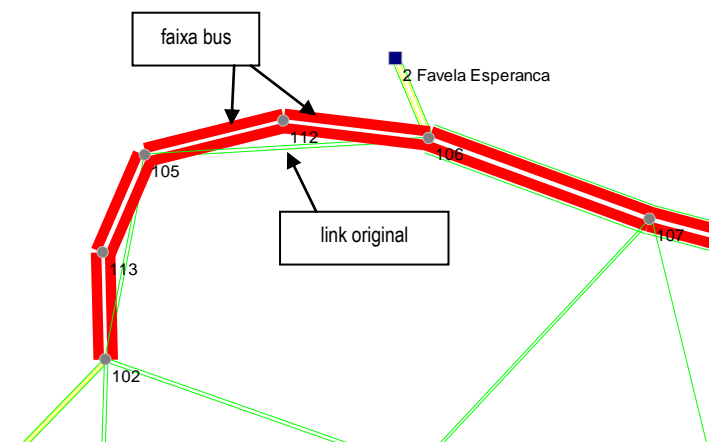
Operator	Speed	Charges	Penaliz.	Distance C	Equiv. Veh	Overlap Fa	Marg. Mair
2 Bus			1			1.8	
3 Microbus			1			1	0
4 Pedestre	4		1			6	
5 Auto	30	30	1	1.5	1	1.8	

Para criar os links para faixas exclusivas de ônibus criam-se dois novos nós com a ferramenta *Create Nodes* numerados automaticamente como 112 e 113. Após os arcos serem criados com a ferramenta *Create Links* (vide manual). Faremos isso para que as faixas exclusivas fiquem paralelas aos links mais carregados, ou seja, os links 106-105-102. Finalmente mudamos à RotaB, da via arterial às novas faixas exclusivas, usando a ferramenta *Define Route*. Como explicado no manual da interface TUS, o botão *Define Route* serve tanto para desativar a rota existente como para ativar os novos links. A figura a seguir apresenta a situação do antes e depois.



Na figura à direita apresenta-se um detalhe na codificação, em que as faixas exclusivas assemelham-se a uma zig-zag, e contêm a rota do microônibus. Mais outro detalhe é que a capacidade atribuída às novas pistas foi fixada em 800 veículos padrão, a ser extraída dos links arterial 102-105-106. Estas ligações, que no caso base 03A tem uma capacidade de 2800, neste cenário terá apenas de 2000.

Para representar a cobrança da taxa de estacionamento para carros, tudo que você deve fazer é mudar o tipo de ligações a os links 1-101 e 1-102 para o novo tipo de via *Parking*.

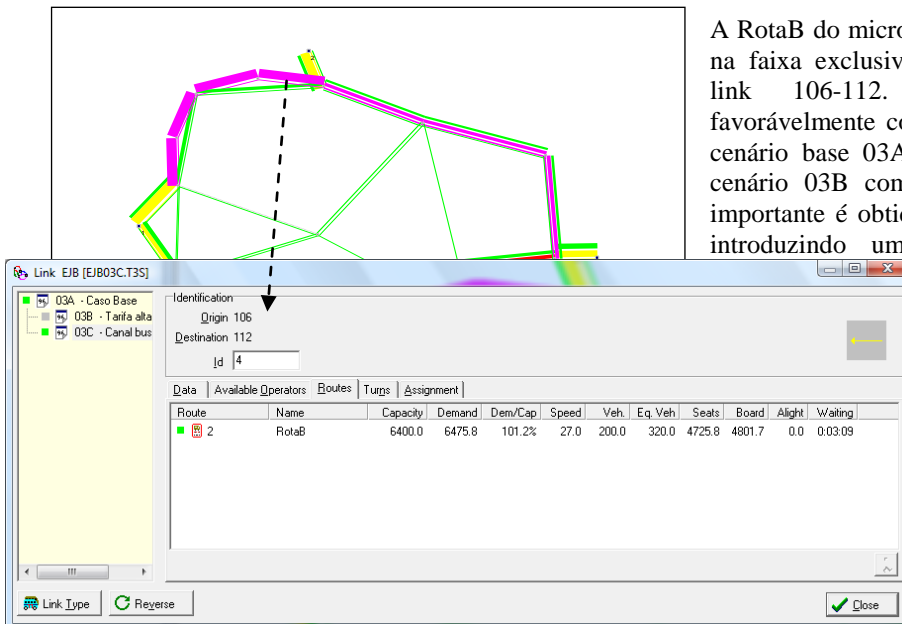


Para executar o cenário só há que usar o menu *Proyect-Run* da forma habitual para o cenário 03C. Na análise dos resultados pode-se verificar que a demanda da rota de microônibus aumentou, de forma tal



que é necessário aumentar a frequência para equilibrar a demanda com a oferta. Na base de dados isso foi feito, e a frequência dos microônibus foi aumentada de 160 até 200 veículos por hora. Naturalmente esta é uma frequência muito alta, e está dizendo que deve mudar o tipo de microônibus para o ônibus de maior capacidade, mas este aspecto não é coberto aqui.

Primeiro, começamos observar os resultados graficamente. Para fazer isso abra o arquivo EXB03C.T3S que foi gerado na pasta 03C. Escolha a vista da rede *Demand* e escolha e escalas adequadas, para obter um resultado como a figura a seguir. Você pode observar que a faixa de ônibus tem sido muito bem sucedida em captar a demanda da RotaB microônibus. Para verificar a extensão da demanda captada clicamos duas vezes no link 106-112, o que corresponde a uma seção do faixa exclusiva.



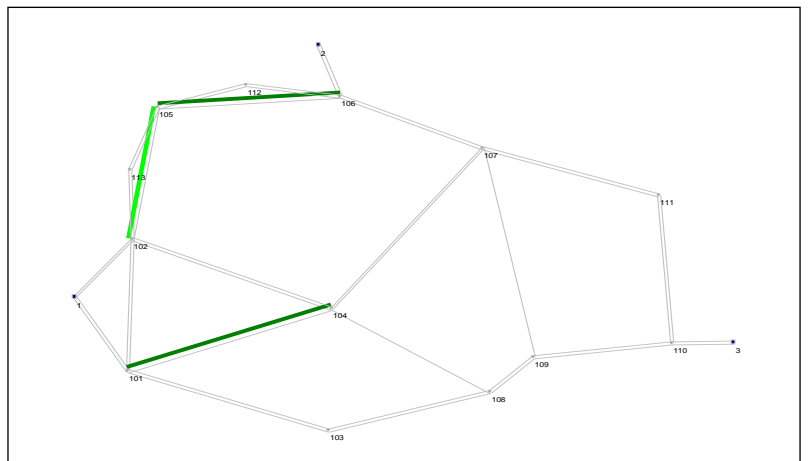
A RotaB do microônibus, que é a única presente na faixa exclusiva, capta 6476 passageiros no link 106-112. Isto compara-se muito favoravelmente com aproximadamente 3700 no cenário base 03A e com 1900 que captou no cenário 03B com tarifas altas. Esse aumento importante é obtido sem alterar a tarifa, apenas introduzindo uma medida de baixo custo consistente numa faixa dedicada aos microônibus para protegê-los do congestionamento causados pelos carros. Pode-se observar que a velocidade na faixa exclusiva é de 27 km/hr.

A pergunta óbvia que surge é se retirar 800 veículos padrão da capacidade da via arterial para criar a

faixa exclusiva não causa problemas para os motoristas? Para analisar isso ative-se a vista *Service Level* para observar o nível de congestionamento. O resultado é um mapa como apresenta-se na figura. O congestionamento diminuiu consideravelmente, caindo para apenas três links e níveis toleráveis entre C e D. O restante da rede aparece completamente no Nível A.

A combinação de uma faixa exclusiva e uma taxa sobre o estacionamento para carros, parece ter sido muito bem sucedida. A pergunta é: haverá alguém prejudicado, por exemplo, os usuários de automóveis de estratos altos? Para responder isto, foram analisados os indicadores numéricos obtidos com o programa IMPTRA opção 5. Os resultados são comparados com o cenário base.

A primeira tabela apresenta a distribuição das viagens por categoria de usuário e modo. Evidencia claramente que as medidas impulsionam a distribuição em favor aos transportes públicos. Por exemplo, as viagens de transportes públicos dos estratos baixos foram 72% do total no cenário base, e introduzindo a faixa exclusiva e a taxa aos estacionamentos aumentou para 83.3%.



### Viagens por categoria de usuário e modo

Categoria	Tarifas normais				Faixa exclusiva + parking			
	Público	Privado	Total	% público	Público	Privado	Total	% público
Estr. Baixos	6267	2433	8700	72.0%	7247	1453	8700	83.3%
Estr. Altos	2734	5836	8570	31.9%	3894	4676	8570	45.4%
<b>Total</b>	<b>9001</b>	<b>8269</b>	<b>17270</b>	<b>52.1%</b>	<b>11141</b>	<b>6129</b>	<b>17270</b>	<b>64.5%</b>

Com certeza se percebe um importante cambio a favor do transporte público. Analisamos agora os indicadores dos usuários para fazer uma idéia do efeito das alterações nos dois grupos socioeconômicos. Isto se registra na tabela seguinte.

### Indicadores dos usuários

Categoria	Tarifas normais		Faixa exclusiva + parking	
	Custo	Tempo	Custo	Tempo
Estratos Baixos	7.27	46.8	6.17	26.4
Estratos Altos	14.77	32.4	14.75	25.2

Para os estratos baixos, a faixa exclusiva e a taxa aos estacionamentos reduz o custo médio de viagem, e também representa uma redução considerável no tempo de viagem (de 46 a 26 minutos). Os estratos altos são menos favorecidos, porque o custo da viagem é aproximadamente o mesmo, porém o tempo diminuiu de 32 a 25 minutos. O custo não caiu ainda mais porque os usuários de automóveis têm que pagar para estacionar no centro.

Vamos observar o que aconteceu com os operadores, que se reflete na tabela de indicadores abaixo. As políticas implementadas reduziram o custo operacional dos veículos, apesar da taxa sobre o estacionamento no centro. Isto é devido a uma redução no número das viagens de carro e ao aumento da velocidade de circulação. O ônibus também possui uma redução de custos, que é principalmente devido à redução na frequência, mas a receita caiu porque perdeu passageiros, favorecendo aos microônibus. Os custos da operação dos microônibus aumentaram com o incremento da frequência e também aumentaram significativamente as receitas, mas não o suficiente para cobrir os custos operacionais. Embora a perda tenha se reduzido, em relação ao cenário base, não desaparece completamente e não se torna um negócio rentável.

### Indicadores dos operadores

Operador	Cenário Base			Faixa exclusiva + parking		
	custos	receita	saldo	custos	receita	saldo
Ônibus	8564	10425	1861	6865	8471	1607
Microônibus	23843	18820	-5023	25391	24952	-440
Automóvil	147822			137305		
<b>Total</b>	<b>180229</b>	<b>29245</b>	<b>-3162</b>	<b>169561</b>	<b>33423</b>	<b>1167</b>

O relatório inclui uma tabela relativa ao único administrador neste exemplo, onde o mesmo apresenta uma receita de \$ 28500, que corresponde ao valor pago pelos motoristas para estacionar no centro.



Como exercícios complementares sugere-se calcular outros cenários. Um deles pode ser o mesmo cenário acima descrito, mas sem a taxa sobre os estacionamentos, para separar o efeito da mesma do efeito da faixa exclusiva. Para equilibrar o saldo do microônibus pode se fazer um cenário com uma rota de reforço, o que foi feito no exemplo A. Você também pode explorar a possibilidade de substituir microônibus pelo ônibus para melhorar a eficiência da operação.

*"O que foi decidido quanto ao aumento da tarifa?", perguntou o representante dos operadores na seguinte reunião.*

*"Os resultados seriam desastrosos para a cidade", disse o Secretário de Transporte, "e você ainda obteria pouco lucro. Apenas o ônibus poderia ganhar um pouco." Ele continuou: "A solução é a implementação de uma faixa exclusiva para transporte público na Avenida Tiradentes a partir da altura da Favela Esperança para o centro. Além disso, vamos impor uma taxa sobre o estacionamento no centro. Ainda mais, você terá que mudar pelo menos parte dos microônibus para ônibus para cobrir os custos e produzir um lucro razoável."*

*"Mas onde é que vamos conseguir o dinheiro para comprar os ônibus?", perguntou o representante dos empresários.*

*"Não se preocupe com isso", disse o Secretário, "Com as taxas aos estacionamentos eu vou ter dinheiro suficiente para empréstimos com juros subsidiados".*

## Exemplo C: Localização de atividades e usos do solo

### Descrição geral do exemplo

Este exemplo inclui a localização das atividades e usos do solo. Assim, a demanda de transporte é estimada de forma endógena e não dada exogenamente ao modelo, como nos exemplos anteriores. A introdução do uso do solo pode também representar a demanda de transporte com base em categorias mais específicas.

Neste exemplo, os dados de transporte são praticamente iguais aos do Exemplo B. Esse exemplo se complementa com a planilha Excel UsosSuelo.xls.

Desta vez foi o Secretário de Planejamento Urbano que entrou no gabinete do Secretário dos Transportes, com um ar de preocupação.

"O que o traz aqui, caro colega?", perguntou o Secretário dos Transportes.

"Eu vejo que a faixa exclusiva que você tem feito na Avenida Tiradentes tem sido muito bem sucedida", iniciou falando o Secretário de Planejamento, "e as pessoas gostaram muito dos novos ônibus, e tudo isso sem aumento das tarifas."

"É verdade," disse o Secretário de Transporte, "e também o nosso prefeito foi reeleito sem problemas."

"O que tem-me inquietado um pouco", disse o urbanista, "é que agora estão recebendo muitos pedidos de licenças de construção na periferia. Se continuar assim, temos que expandir a rede de água potável e esgotos. Além disso, o Plano de Gestão Urbana não previa este crescimento."

O Secretário de Transporte respondeu: "Você não estará pensando de que o culpado é a faixa exclusiva, certo? Além disso, haverá um crescimento, tanto no centro quanto na periferia."

Após pensar um tempo o Secretário de Planejamento disse: "Eu acho que a faixa de ônibus tem muito a ver", e então perguntou: "Você já analisou quais são os efeitos destas medidas de transporte no uso do solo?"

"O que acontece e que eu não inclui a localização das atividades e os usos do solo no modelo" diz o Secretário de Transporte. "Isso pode ser feio com o Tranus, sem dúvida, e isso é o que eu pretendo fazer agora. Mas para isso você tem que me ajudar com dados sobre a população, empregos e os usos do solo, bem como os lotes de terra vacantes no futuro."

"Eu tenho esses dados", disse o Secretário de Planejamento, "com prazer podemos trabalhar juntos sobre isso e, se for necessário, podemos modificar o Plano de Gestão Urbana."

### Descrição da base de dados

#### Atividades e usos do solo

O primeiro é definir os setores econômicos no modelo de uso do solo. Para isso o menu *Land Use* → *Sectors* é usado, como descrito na figura a seguir. Pode ser observado que os setores identificados são: Emprego Básico, Emprego de Serviço, População dos estratos altos e baixos e Solo Urbano. Neste exemplo assumiu-se que o emprego básico é totalmente exógeno e gera aos outros setores da economia: Emprego de Serviço, população solo que são setores induzidos. Todos os setores consomem solo, que é tratado como um sector não-transportável.





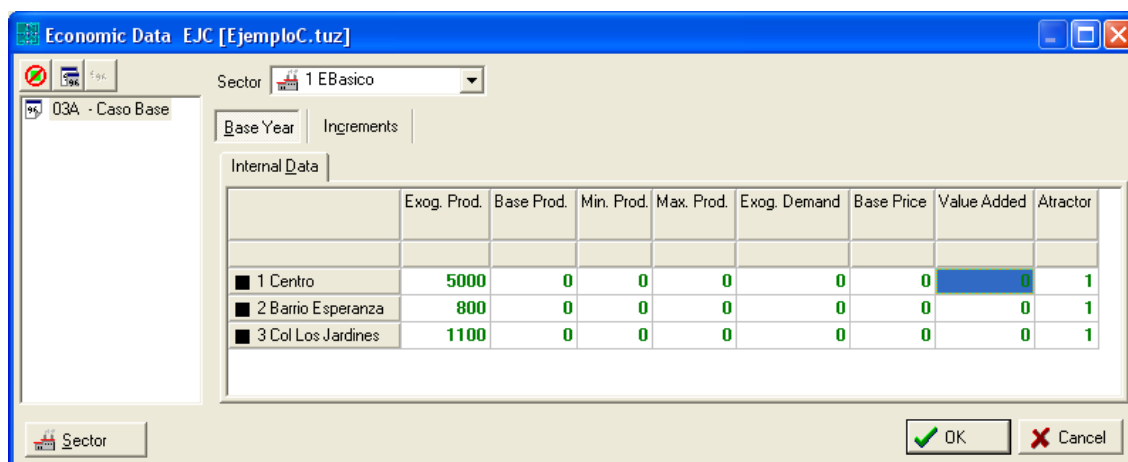
O principal parâmetro a ser especificado para cada um dos setores é o parâmetro de dispersão do modelo logit da distribuição espacial. Como o emprego básico é totalmente exógeno, nenhuma distribuição será feita na produção, e, portanto, o parâmetro é zero. Para os setores induzidos, ou seja, emprego de serviço e os dois estratos da população, o parâmetro é maior do que zero (fixado em 1.0). O solo é considerado um setor não transportável, e portanto o parâmetro de dispersão é zero.

Após a definição dos sectores, você pode inserir os dados respectivos, como é indicado na planilha Excel. As atividades em cada zona são os seguintes:

### Dados de atividades e solo

Zona	Emprego Básico	Emprego Serviço	Estratos Baixos	Estratos Altos	Solo	Renda
1	5000	3500	4000	1500	66.0	250000
2	800	700	13000	3000	110.0	130000
3	1100	900	5000	11500	128.0	180000
<b>Total</b>	<b>6900</b>	<b>5100</b>	<b>22000</b>	<b>16000</b>	<b>304.0</b>	
<b>Unidades</b>	<b>empregos</b>	<b>Empregos</b>	<b>habitantes</b>	<b>habitantes</b>	<b>Ha</b>	<b>\$ x Ha mes</b>

No final da tabela também estão incluídas as unidades de cada setor: população, emprego e hectares. No caso dos solos a tabela também especifica o preço do aluguel mensal por hectare. Estes dados são introduzidos diretamente do Excel para o Tranus, usando copiar e colar à tabela que apresenta o menu *Land Use* → *Economic Data*. Como o Emprego Basico é exógeno, a tabela de dados para este setor fica como mostrada abaixo, onde os dados do emprego estão localizados na coluna de produção exógena:



No caso dos setores induzidos (emprego de serviço e população) a produção deve ser indicada na coluna denominada *Base Prod.*, que na realidade corresponde à produção induzida:





	Exog. Prod.	Base Prod.	Min. Prod.	Max. Prod.	Exog. Demand	Base Price	Value Added	Atractor
1 Centro	0	4000	0	0	0	0	0	1
2 Barrio Esperanza	0	13000	0	0	0	0	0	1
3 Col Los Jardines	0	5000	0	0	0	0	0	1

Finalmente, no caso do solo, devem-se indicar, além da produção induzida, as restrições mínimas e máximas, e o preço.

	Exog. Prod.	Base Prod.	Min. Prod.	Max. Prod.	Exog. Demand	Base Price	Value Added	Atractor
1 Centro	0	66	66	66	0	250000	250000	1
2 Barrio Esperanza	0	110	110	110	0	120000	120000	1
3 Col Los Jardines	0	128	128	128	0	180000	180000	1

## Relações intersetoriais

As relações definidas entre os setores significam que o emprego básico é exógeno e gera todos os outros que seriam induzidos. Portanto, este sector consome as pessoas e a terra. Por sua vez, a população consome emprego de serviços e a terra. Nenhum setor consome emprego básico, uma vez que é totalmente exógeno. Além disso, o setor do solo não consome qualquer outro setor, embora seja consumido por todos os outros setores.

Input Sector	Min. Demand	Max. Demand	Elasticity	ASC
1 EBasico				
2 EServ				
3 EstrBajos	1.998969			
4 EstrAltos	1.248126			
5 Suelo	0.004	0.01	7E-6	

Para representar essas relações no modelo, nós usamos o menu *Land Use* → *Intersectors*. Pode ser observado na figura que o setor do emprego básico consome os dois tipos de população e solo. Os consumos da população pelo emprego básico são constantes, e conseqüentemente, não tem um parâmetro de elasticidade e basta especificar o mínimo consumo. Os valores são interpretados da seguinte forma: cada unidade de emprego

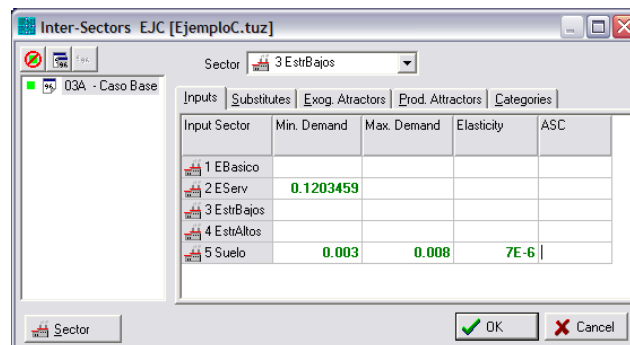


básico consome 1.998969 unidades da população do estratos baixos, e 1.248126 unidades da população do estratos altos.

O consumo de solo é do tipo elástico, e conseqüentemente se especifica um mínimo, um máximo e o parâmetro de elasticidade. As unidades do solo neste exemplo, são hectares. Assim uma unidade de emprego básico consome pelo menos 0.004 ha (40 m<sup>2</sup>) e um máximo de 0.01 ha (100 m<sup>2</sup>) de solo. O parâmetro de elasticidade é 7E-6 (0,000006), e seu uso é explicado na planilha Excel.

O emprego no setor de serviços tem uma estrutura similar, já que também consome população e solo, embora seja nem quantidades diferentes. O setor residencial consome emprego de serviço e solo, como mostrado na figura. No exemplo, cada habitante de estratos baixos consome 0.1203459 empregos de serviço e pelo menos 0.003 hectares de solo e um máximo de 0.008 hectares

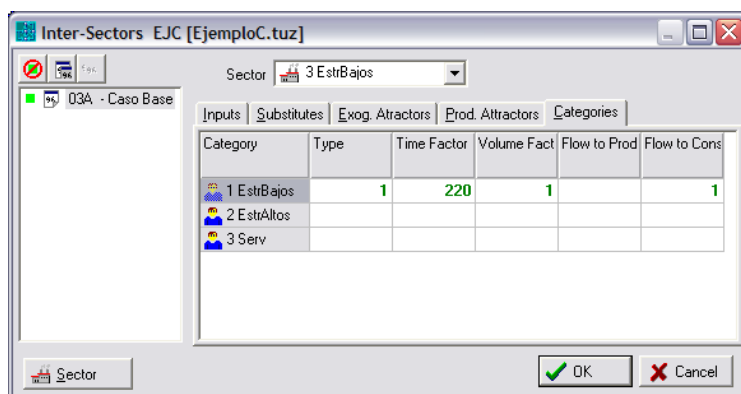
Finalmente, o setor do solo não consome nenhum outro setor. Na planilha UsoSuelo.xls descreve em detalhe como esses parâmetros foram calculados.



## Geração das categorias de transporte

Nos exemplos A e B a demanda de viagens é exógena, mas neste exemplo é gerada endogenamente

a partir da interação entre as atividades. Para definir quais categorias de uso do solo geram quais tipos de transporte, usa-se a seção *Categories* do menu *Inter-Sectors* que é exibido ao lado. A janela exibe a lista de categorias de transporte que foram identificadas, quais sejam: 1 EstrBajos (viagens ao trabalho no estratos baixos), 2 EstrAltos (viagens ao trabalho estratos altos) e 3 Serv (viagens ao serviços). O exemplo dado é para o setor estratos baixos e, como indicado, gera uma categoria de transporte 1. Os valores dos parâmetros são os seguintes:



**Type.** Só há dois tipos de fluxos: 0 Normal y 1 *Commuter* ou viagem habitual, que se repete regularmente (por exemplo, casa-trabalho). Nesse caso todos os fluxos são de tipo habitual.

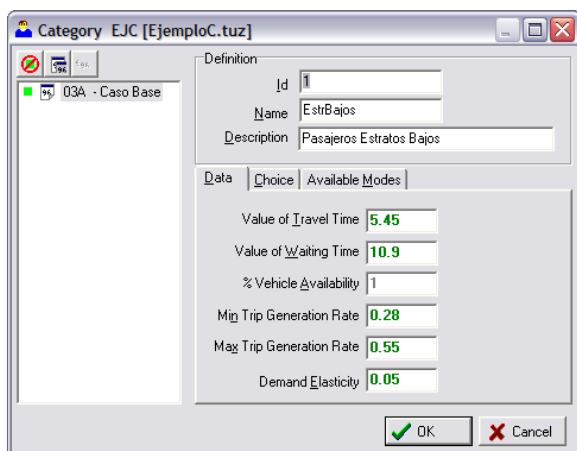
**Time Factor.** Este fator é usado para transformar as unidades de tempo no modelo de usos do solo em unidades de tempo do modelo de transporte. Neste exemplo, as atividades são representadas em termos mensais, enquanto o modelo de transporte representa uma hora pico. Se assumirmos que o pico representa 10% do total das viagens diárias, que ocorre 22 vezes por mês, então o fator é de  $22 \times 10 = 220$ .

**Volume factor.** É usada para transformar as unidades de valor ao volume (\$ por tonelada). Neste exemplo não é necessário.

**Flow to Production – Flow to Consumption.** Esses fatores são usados para transformar a direção dos fluxos. As matrizes de fluxo no modelo de uso do solo são geradas a partir do setor produtivo para o setor de consumo. Neste caso, o setor de consumo é o emprego e o setor produtivo é a população. Na hora do rush da manhã este é o caminho certo, que é indicado em 1 (100%) na direção ao consumo, e zero na direção à produção. Isto é repetido como no caso dos estratos superiores, mas, no caso de serviços a direção deve ser invertida. No caso do emprego de serviços, o consumo quem faz é a população, e a produção quem faz é o emprego do serviço, mas considerando que é a população que viaja para o seu serviço no rush da manhã, então o fator de produção é 1, enquanto que o fator para o consumo deve ser zero.

## Funções de geração de viagens

O modelo de uso do solo vai gerar três matrizes de fluxos: 1) a relação estratos baixos com o emprego, 2) estratos altos com o emprego e 3) emprego de serviço com ambos os estratos. Estas matrizes são obtidas

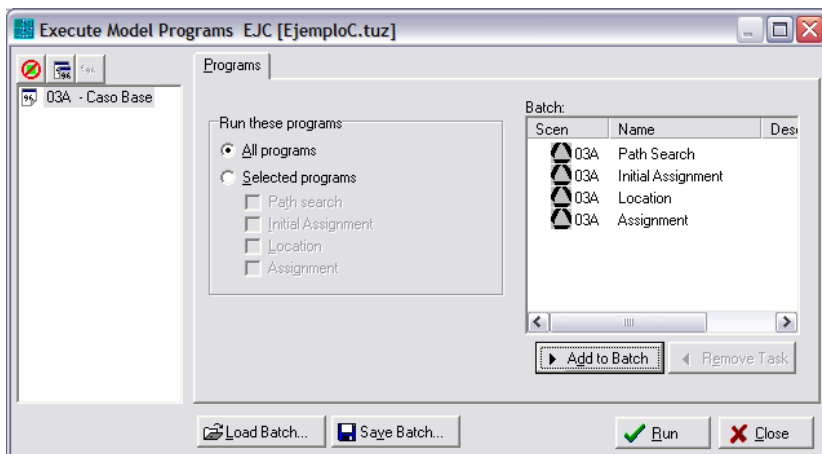


apartir da geração e interação entre as atividades, o produto de uma distribuição espacial. Portanto a primeira dessas matrizes soma ao total da população da estrato baixo, a segunda para os estratos altos, e a terceira soma para o total de emprego de serviços. Estes fluxos devem ser transformados em matrizes de viagens utilizando funções de geração de viagens para cada categoria, que em Tranus são do tipo elástico. Isso significa que, enquanto as zonas de origem-destino estão mais próximas, mais viagens serão geradas. Os parâmetros das funções de geração estão especificados no menu *Transport* → *Category*, como apresentado na figura. Neste exemplo, cada interação da população dos estratos baixos irá gerar um mínimo de 0.28 viagens de hora de ponta, com um máximo de 0.55 e um parâmetro de elasticidade de 0.05. Da mesma forma especificam-se as

outras duas categorias de transporte.

## Cálculos

Os cálculos se realizam com o menu *Project* → *Run*. Como esse exemplo inclui o modelo do uso do solo, o menu apresenta automaticamente a sequência correta, incluindo a localização. Se você selecionar *All Programs* e clicar no botão *Add to batch*, se gera a sequência das tarefas na figura. A busca de caminhos é realizada primeiro. Depois faz uma alocação inicial para calcular custos e desutilidades de transporte 'a rede vazia'. Depois roda o modelo de localização e uso do solo, e finalmente faz uma alocação com as viagens carregadas à rede de transporte. Para realizar esta sequência de cálculo, clique no botão *Run*.



## Resultados

Primeiro vamos explorar os resultados de transporte de forma gráfica e, em seguida, vamos exibir as tabelas de indicadores e outros resultados numéricos. Também vamos gerar tabelas de resultados numéricos de uso do solo. Infelizmente ainda não há resultados gráficos dos usos do solo em Tranus, embora sejam muito fáceis de gerar um SIG.

Para visualizar graficamente os resultados do transporte, proceda como de costume. Procure *File-Open* e abra na pasta 03A o arquivo EXC03A.T3S. Ajuste as cores e a escala para olhar as vistas da rede *Volume* e *Service Level*, que são muito semelhantes ao Cenário Base no exemplo anterior (B).

Em seguida, analisamos os indicadores de transportes, utilizando o programa IMPTRA. De novo descobrimos que os resultados são semelhantes aos do Exemplo B, tanto no número de viagens quanto de distribuição modal e indicadores dos operadores. Isto foi feito à vontade, para demonstrar que é possível gerar os resultados de transporte a partir das atividades e uso do solo e obter resultados semelhantes, embora seja com muitas vantagens.

Para gerar tabelas de resultados das atividades e do uso do solo, use o programa IMPLOC. Este programa funciona de maneira semelhante ao IMPTRA. Abra uma janela de comandos do Windows, procure a pasta de trabalho C:\TRANUS\tutorial\ExemploC, e digite o comando **IMPLOC 03A**. O programa mostrará um menu de opções para escolher a Opção 1: *All Information by sector and zone*. Os resultados



serão salvos num arquivo que chama-se EXC03A.LOC. Ao abri-lo com o Excel temos a tabela de resultados que é apresentada a seguir. Você pode conferir que para cada setor há valores para cada zona e ao total. As colunas na tabela representam o seguinte:

**TotProd (Total Production):** produção total de cada setor em cada zona, que é a soma da produção exógena mais a induzida. No caso de emprego básico, toda a produção é exógena, então tudo o que o modelo está fazendo é repetir os dados que foram digitados. O resto dos setores de produção são totalmente induzidos, e, portanto, são simulados pelo modelo. Estes resultados podem ser comparados com os dados originais, para verificar que o modelo há reproduzido os dados de perto. Neste exemplo, foram reproduzida com exatidão.

**TotDem (Total Demand):** demanda total de cada setor em cada zona. No caso do Emprego Básico não pode ter a demanda, porque nenhum outro setor demanda a produção deste setor. O Emprego de Serviço, no entanto, é demandado pela população de estratos altos e baixos. Na Zona 1, os dois estratos da população demandam 711 empregos de serviço, mas a produção é de 3500. Isto significa que na Zona 1 Centro a produção de serviços é muito maior do que a demanda. Nas áreas residenciais 2 e 3, no entanto, a demanda é maior do que a produção, o que significa que são áreas residenciais. No caso do solo, este setor não é portátil, o que significa que toda a produção deve ser consumida na mesma zona, daí a produção e a demanda são sempre iguais.

**ProdCost (Production Cost):** É o custo de produção. Para os setores não-restritos (todos exceto o Solo) o preço é calculado pelo modelo, como a soma dos custos dos insumos, adicionando o valor agregado (*value added*), e adicionando os custos de transporte (vide Formulação Matemática). Assim, por exemplo, produzir um emprego básico na zona 1 tem um custo de produção de \$ 13568 mensuais. Esse custo depende do que o emprego básico consome nessa zona, neste caso ambos os estratos da população e o solo, em quantidades determinadas.

**Price:** Para os setores não-restritos, o preço é igual aos custos de produção. Para os setores com restrições no ano-base e só no ano-base, o preço é um dado e, portanto, é igual ao custo de produção. Em períodos futuros, como veremos, o preço do solo pode estar mudando com relação aos valores do ano base.

**Adjust (Adjusting Factor):** Para lograr que os resultados do modelo sejam o mais similar possível com os dados no ano base, o modelo do uso do solo estima uma série de fatores de ajuste aos preços. Se o modelo fosse perfeito, todos os fatores de ajuste seriam zero. No caso de Emprego Básico, toda a produção é exógena e, portanto, o modelo não tem que calcular os ajustes. No caso dos setores induzidos transportáveis, não é tanto o valor absoluto dos fatores de ajuste o importante, desde que é uma distribuição. O que importa é que os fatores sejam similares uns aos outros, pois caso contrário a distribuição seria dominada pelos fatores de ajuste e não pela função de utilidade. Você pode ver que em todos os casos os fatores de ajuste são semelhantes. No caso do solo, não há uma distribuição e, portanto, cada fator de ajuste é independente e, idealmente, o seu valor deve se aproximar a zero. Neste caso variam entre 8 e 23%, o que é razoável.

**Resultados da localização de atividades e usos do solo**

Sect 1 Emprego Básico					
Zona	TotProd	TotDem	ProdCost	Price	Adjust%
1	5000	0	13568	13568	0.00%
2	800	0	12084	12084	0.00%
3	1100	0	12131	12131	0.00%
<b>TOT</b>	<b>6900</b>	<b>0</b>			
Sect 2 Emprego Serviço					
1	3500	711	13124	13124	-51.00%
2	700	2024	11836	11836	-47.50%
3	900	2364	11600	11600	-45.70%
<b>TOT</b>	<b>5100</b>	<b>5100</b>			
Sect 3 Estratos Baixos					
1	4000	15627	2615	2615	-47.40%
2	13000	2726	2335	2335	-61.20%
3	5000	3647	2571	2571	-64.40%
<b>TOT</b>	<b>22000</b>	<b>22000</b>			
Sect 4 Estratos Altos					
1	1500	11311	3747	3747	-28.40%
2	3000	2013	3197	3197	-38.90%
3	11500	2677	3600	3600	-55.10%
<b>TOT</b>	<b>16000</b>	<b>16000</b>			
Sect 5 Solo					
1	66	66	250000	250000	-8.10%
2	110	110	120000	120000	-23.20%
3	128	128	180000	180000	-22.30%
<b>TOT</b>	<b>304</b>	<b>304</b>			

Em resumo, o modelo reproduziu os dados fielmente e os fatores de ajuste são moderados e razoáveis. Agora podemos ver outros resultados interessantes do uso do solo, sempre usando o programa IMPLOC.

Primeiro temos os consumos unitários. Neste exemplo, só existe um tipo de solo, pelo que aparece uma única tabela nos resultados, a qual é obtida com o programa IMPLOC opção 5 *Consumption Coefficients by Sector*. A tabela apresenta os parâmetros das funções de consumo de solo, conforme os dados do menu *Land Use → Inter-Sectors*. Por exemplo, o emprego básico consome um mínimo de 0.004 has e um máximo de 0.01 com um parâmetro de elasticidade de 0.000007. Em cada zona, o consumo unitário, ou seja, a quantidade de solo consumido por cada emprego ou habitante, ele deve estar em algum ponto intermédio entre o máximo e o mínimo. Por exemplo, na zona 1 o consumo de solo por o emprego básico é 0.0052, não muito longe do mínimo, enquanto a zona 2 é 0.007147 bastante próxima da máxima e a zona 3 é 0.006253 também relativamente perto do máximo. Isto porque na zona 1 o preço é muito elevado em comparação com as zonas 2 e 3, o qual restringe o consumo.

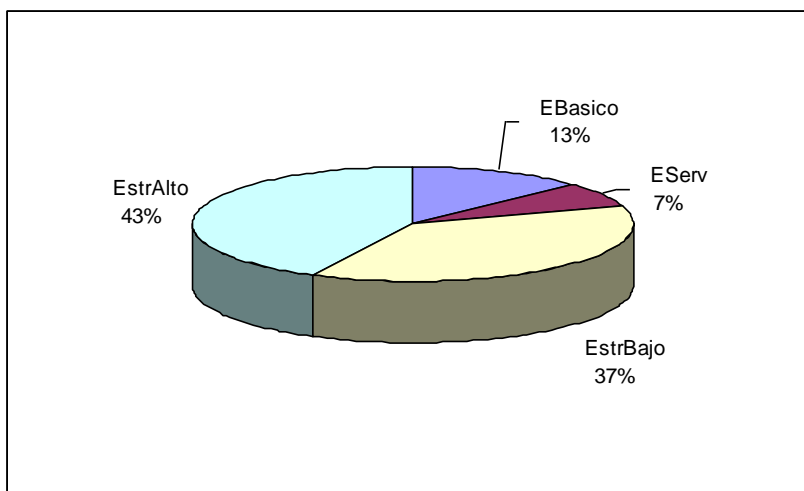
### Consumos unitários do solo por setor

Parâmetro	E Básico	E Serviço	Estr. Baixos	Estr. Altos
Min	0.004000	0.003000	0.003000	0.005000
Max	0.010000	0.009000	0.008000	0.012000
Elas	0.000007	0.000008	0.000007	0.000006
Zona				
1	0.005201	0.003955	0.004001	0.006764
2	0.007147	0.005870	0.005623	0.009026
3	0.006253	0.004959	0.004878	0.008023

Da mesma forma, podemos obter o consumo total em lugar do unitário, o que fazemos com IMPLOC Opção 6. A tabela resultante é apresentada abaixo. Por exemplo, na zona 1, o emprego básico consome um total de 26.01 has, na zona 2 5.72 has, etc. Adicionando horizontalmente os totais deve totalizar exatamente o solo total disponível em cada zona, no exemplo, 66 hectares na zona 1. Adicionando verticalmente você pode ver o consumo total de cada setor, que também está representado na gráfica. A população de estratos altos é o setor que consome a maior parte da terra, seguido de perto pelos estratos baixos. Comparativamente, emprego de serviços e básicos consomem quantidades significativamente inferiores do solo.

### Consumos totales do solo por sector y zona

Zona	E Básico	E Serviço	Estr. Baixos	Estr. Altos	Total
1	26.01	13.84	16.00	10.15	66.00
2	5.72	4.11	73.09	27.08	110.00
3	6.88	4.46	24.39	92.27	128.00
<b>TOTAL</b>	<b>38.60</b>	<b>22.41</b>	<b>113.49</b>	<b>129.49</b>	<b>304.00</b>



### Projeções ao futuro

Agora que temos operativo o modelo de atividades e uso do solo, podemos fazer projeções confiáveis no médio e longo prazo (de 5 a 10 anos). Para isso, devemos criar os cenários correspondentes no menu *Project → Options*. Vamos criar os cenários 08A e 13A.

A planilha UsosSueloExemploC.xls descreve o processo de cálculo necessário para realizar as projeções. Devemos ter estimativas independentes sobre o crescimento esperado das atividades. A tabela a seguir

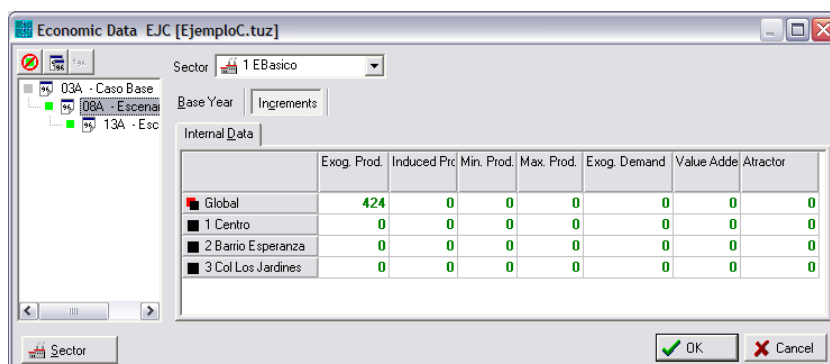
apresenta os supostos e hipóteses utilizados neste exemplo, que tentam refletir tendências comuns. Em termos de emprego, presume-se que o emprego básico cresce mais lentamente do que dos serviços, o que é consistente com a tendência de terceirização da economia. Além disso, os estratos altos da população crescem mais rapidamente do que os baixos, o que corresponde a uma hipótese de redistribuição progressiva da renda. Finalmente se adotou o pressuposto de que o emprego está crescendo mais rápido do que a população, o que é consistente com as tendências de longo prazo, segundo o qual cada dia uma maior proporção de pessoas participa no mercado de trabalho. A tabela apresenta a taxa de crescimento anual de cada setor, a população, emprego total, e o crescimento em termos absolutos, ou seja, a diferença entre um período e o anterior.

### Hipótese do crescimento por sector e período

Projeções 2008				
	E Básico	E Serviço	Estr Baixos	Estr Altos
% anual	1.2%	2.4%	1.4%	1.8%
Total	7324	5742	23583	17492
Absoluto	424	642	1583	1492
Projeções 2013				
% anual	1.0%	2.6%	1.2%	1.7%
Total	7697	6528	25032	19030
Absoluto	373	786	1449	1538

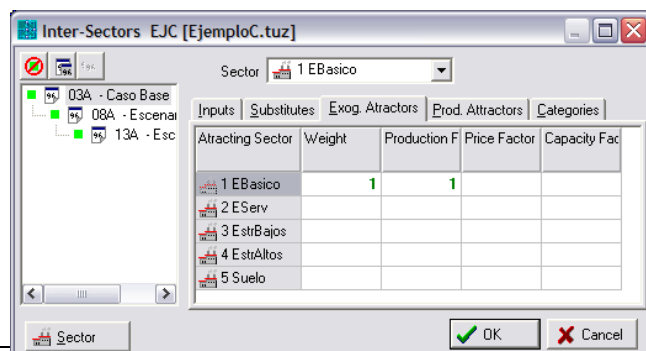
Como o crescimento dos setores não é homogêneo, portanto os coeficientes intersetoriais, que foram introduzidos no cenário base, não são válidos para os outros períodos. Na planilha Excel adjunta descreve-se o procedimento para o cálculo dos coeficientes, que usa o utilitário chamado *Excel Solver*. Após fazer os ajustes, os valores resultantes são copiados simplesmente para o menu *Land Use* → *Intersectors*.

De acordo com a estrutura do modelo que temos definido o emprego básico é o único componente exógeno, por isso deve-se especificar ao modelo as quantidades em que ele cresce. Por sua vez, o crescimento do emprego básico vai fazer crescer os demais setores induzidos. O crescimento do setor



de emprego básico é indicado no menu *Land Use* → *Economic Data*, conforme ilustrado na figura que o acompanha. O cenário 08A foi selecionado e apertou o botão *Increments*. O modelo permite que você especifique um incremento global, o aumento por zona ou por uma combinação de

ambos. Neste caso, um aumento global de 424 empregos foi especificado para o setor de emprego básico entre 03A e 08A, um número que vem dos cálculos descritos acima.

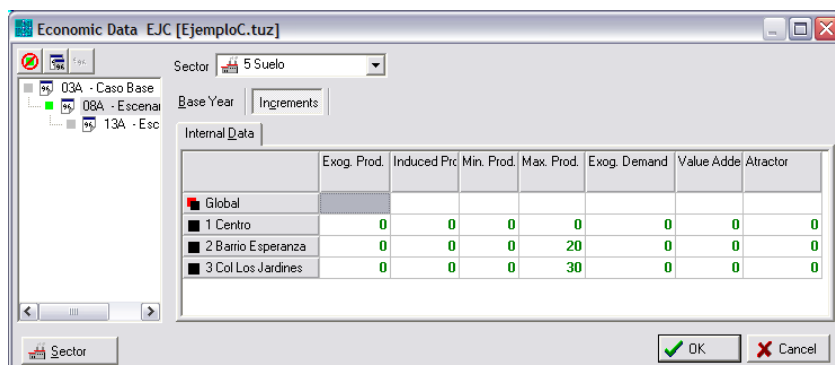


Quando especificado como um aumento global, o modelo deve distribuir esta quantidade entre as zonas. Para isso, você deve especificar uma função de distribuição no menu *Land Use* → *Intersectors*, seção *Exogenous Attractors*, apresentado na figura. Nesta seção, você pode especificar funções de distribuição espacial da produção exógena bastante complexas, mas neste



exemplo escolhemos a forma mais simples possível: somente há um setor que atrai ao emprego básico, que é o próprio emprego básico, especificamente à sua produção (*Production Factor*). Como é o único componente da função de distribuição, é irrelevante o que é o seu peso relativo, mas por razões de clareza optou por 1. Com essa especificação, o crescimento no emprego básico de 424 unidades será distribuído na proporção do emprego básico em cada zona no período anterior. Portanto, todas as zonas vão crescer na mesma taxa.

Por último especificam-se os dados de solo vago no futuro, o mesmo menu *Land Use* → *Economic Data* → *Increments*. Para este exemplo presume-se que não há solo vago na Zona 1, na Zona 2 há 20 hectares de terra disponíveis para o desenvolvimento urbano e na zona 3 há 30 hectares. Estas quantidades se indicam como incrementos na produção máxima (*MaxProd*) como na figura abaixo, onde na Zona 2 é aumentada em 20 unidades e na zona 3 em 30.



	Exog. Prod.	Induced Pro	Min. Prod.	Max. Prod.	Exog. Demand	Value Added	Atractor
Global							
1 Centro	0	0	0	0	0	0	0
2 Barrio Esperanza	0	0	0	20	0	0	0
3 Col Los Jardines	0	0	0	30	0	0	0

## Calculo dos períodos futuros e análise dos resultados

Para executar os períodos de 08A e 13A, procede-se como de costume, usando o menu *Project* → *Run*. Nós começamos executando o cenário 08A e, em seguida, usamos o programa IMPLOC, Opção 1 para um relatório dos resultados por zona. Do mesmo modo, IMPLOC 13A é usado para obter os resultados. Com esses novos relatórios, e os do cenário 03A que já tinham sido obtidos, pode-se compilar uma tabela comparativa, que é apresentada a seguir. O quadro contém os resultados da produção de todos os setores, e, no caso do solo, inclui também o preço.

No caso de emprego básico, que cresce em quantidades exogenamente determinadas, a taxa de crescimento anual é igual para todas as zonas, o que tinha sido descrito. Nos outros setores, no entanto, o crescimento pode variar consideravelmente de uma zona para outra, o efeito do mercado imobiliário e no sistema de transportes.

No caso do emprego de serviço, a taxa média de 2.4% e 2.6% para 2008 e 2013 são um fator dado ao modelo, mas não a sua distribuição nas diferentes zonas. No período 2003-08 a zona 1 Centro cresce um pouco abaixo da média, enquanto as duas áreas residenciais crescem sobre a média. No período 2008-13, esta tendência é muito acentuada, com o centro crescendo muito lentamente e as áreas residenciais crescendo o dobro da média. Em outras palavras, o emprego de serviço tenta localizar-se mais perto das pessoas que é a demanda, o que é devido aos problemas de acessibilidade, como discutido abaixo.

No caso da população do estrato baixo, o crescimento no período 2003-08 é baixo no centro e nos subúrbios é maior, crescendo um pouco acima da média. No período 2008-13, no entanto, é que a Zona 2 tem o menor crescimento, que é compensado pelo crescimento das zonas 1 e 3. A zona 2 parece ter problemas da acessibilidade. Esta tendência é semelhante para as pessoas nos estratos altos, porém mais acentuada. No período 2008-13 o crescimento na área 2 é ligeiramente negativo.



### Resultados das atividades no Cenário Base

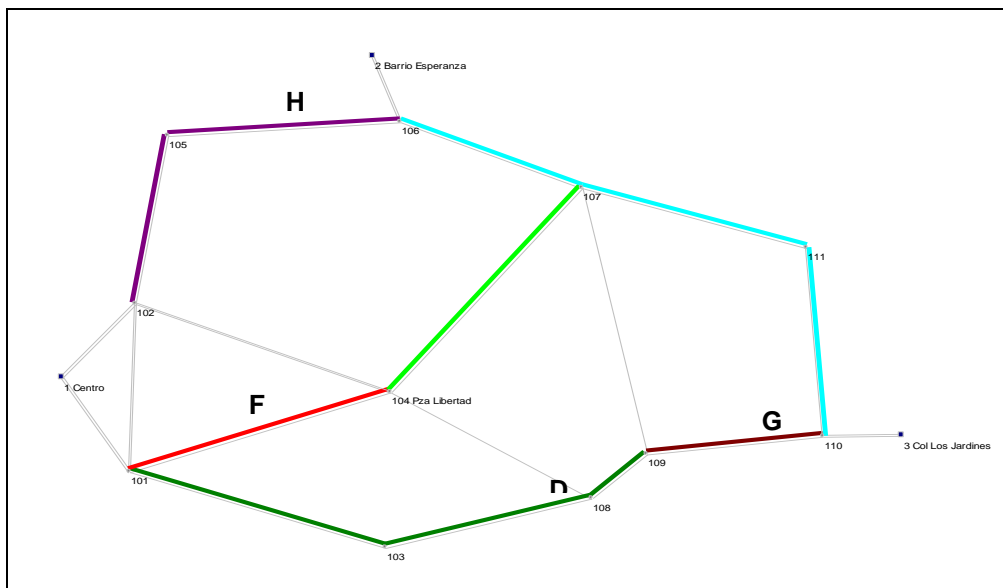
Emprego Básico					
Zona	2003-A	2008-A	% anual	2013-A	% anual
1	5000	5307	1.20%	5578	1.00%
2	800	849	1.20%	892	1.00%
3	1100	1168	1.20%	1227	1.00%
<b>Total</b>	<b>6900</b>	<b>7324</b>	<b>1.20%</b>	<b>7697</b>	<b>1.00%</b>
Emprego de Serviço					
1	3500	3926	2.32%	4157	1.15%
2	700	792	2.51%	1024	5.26%
3	900	1024	2.61%	1348	5.65%
<b>Total</b>	<b>5100</b>	<b>5742</b>	<b>2.40%</b>	<b>6528</b>	<b>2.60%</b>
População Estratos Baixos					
1	4000	4105	0.52%	4594	2.27%
2	13000	14079	1.61%	14410	0.47%
3	5000	5399	1.55%	6028	2.23%
<b>Total</b>	<b>22000</b>	<b>23583</b>	<b>1.40%</b>	<b>25032</b>	<b>1.20%</b>
População Estratos Altos					
1	1500	1559	0.77%	1741	2.24%
2	3000	3289	1.86%	3236	-0.33%
3	11500	12645	1.92%	14053	2.13%
<b>Total</b>	<b>16000</b>	<b>17492</b>	<b>1.80%</b>	<b>19030</b>	<b>1.70%</b>
Solo (hectares)					
1	66.0	66.0	0.00%	66.0	0.00%
2	110.0	119.6	1.68%	122.6	0.50%
3	128.0	140.2	1.83%	156.5	2.23%
<b>Total</b>	<b>304.0</b>	<b>325.7</b>	<b>1.39%</b>	<b>345.1</b>	<b>1.16%</b>
Solo (preço)					
1	250000	289178	2.95%	355592	4.22%
2	120000	120000	0.00%	120000	0.00%
3	180000	180000	0.00%	180000	0.00%

No caso do solo, o crescimento é afetado pela quantidade de solo vago disponível. No centro não há solo vago disponível, e por isso não pode crescer. A zona 2 tem 20 hectares de solo vago disponíveis. Mas o consumo aumentou apenas de 9.6, no período 2003-08, e 3 has, no período 2008-13, para um total de 12.6 hectares. Cresce menos do que poderia e com baixas taxas anuais, especialmente no segundo período de projecção. A zona 3, no entanto, comporta-se mais 'normal', já que tem 30 hectares de solo vago e consome 28.5 has no total.

Isso se reflete nos preços. A zona Centro aumentou de preços consideravelmente, sobretudo no segundo período de projecção, que sobe numa taxa de 4.22% ao ano. As outras duas zonas, no entanto, mantem o seu preço, porque presume-se de que qualquer aumento na demanda é imediatamente compensado por um aumento da oferta, mantendo o preço. A densidade do centro acrescenta-se, apesar da disponibilidade de solo vago na zona 2. Tudo isto faz suspeitar que o problema está no sistema de transporte.

Para confirmar este ponto, passamos a abrir os resultados de transporte no arquivo EXC13A.T3S na pasta 13A. Após ajustar as cores e a escala, podemos ver os volumes alocados na rede. É de particular interesse a vista da rede *Service Levels*, como apresentado abaixo. O mapa registra níveis muito elevados de congestionamento, especialmente nas ligações 106-105 e 105-102, que têm nível de serviço H. O link 110-109 também mostra um nível de serviço muito baixo, o nível G. Se você clicar duas vezes sobre o

link 106-105, vemos que a velocidade é de 6.8 km/h para carros, e apenas 2,8 km/h para microônibus que operam lá.



Usando o programa IMPTRA Opção 5, podemos analisar os quadros de indicadores resultantes. A primeira tabela abaixo, apresenta o número de passageiros por categoria e modo para os três períodos de projeção: base 2003, 2008 e 2013. Os dois efeitos mais importantes dos números é que as taxas anuais de crescimento são inferiores às taxas de crescimento nas atividades, e que a proporção de viagens por transporte público tende a diminuir. Ambos são efeitos causados pelo congestionamento. Como foi lembrado, as funções de geração de viagem são elásticas respeito à desutilidade dos transportes. O crescente congestionamento significa que, conseqüentemente, geram-se menos viagens por unidade de atividade que as produzem.

A principal razão para a redução do transporte público é que opera em rotas fixas, enquanto o carro pode usar as estradas donde os níveis de congestionamento são menores, fugindo mais facilmente.

### Viagens por categoria e modo por período de projeção – Cenário Base

Categoria	2003				2008				2013			
	público	privado	total	% público	público	privado	total	% público	público	privado	total	% público
Estr. Baixo	5109	1982	7091	72.0%	5319	2186	7505	70.9%	5447	2312	7759	70.2%
Estr. Alto	2348	4674	7022	33.4%	2111	5285	7396	28.5%	1883	5784	7667	24.6%
Serviços	1933	1257	3190	60.6%	2026	1458	3484	58.2%	2152	1630	3782	56.9%
<b>Total</b>	<b>9390</b>	<b>7913</b>	<b>17303</b>	<b>54.3%</b>	<b>9456</b>	<b>8929</b>	<b>18385</b>	<b>51.4%</b>	<b>9482</b>	<b>9726</b>	<b>19208</b>	<b>49.4%</b>
% anual					0.14%	2.45%	1.22%		0.05%	1.72%	0.88%	

Agora analisamos os principais indicadores dos usuários, que são apresentados na tabela abaixo, principalmente o tempo de viagem eo custo médio. Estes indicadores confirmam as observações feitas acima. Embora o custo da viagem aumente pouco, o tempo que consomen é muito mais alto, mais de 60% no período de projeção. O custo sobe, principalmente porque os usuários aumentaram o uso do automóvel, que neste exemplo, é mais caro do que o transporte público.

### Indicadores dos usuários – Cenário Base

Categoría	2003		2008		2013	
	custo	Tempo	Custo	Tempo	custo	tempo
Estr. Baixos	7.0	42.6	8.0	60.6	8.3	70.2
Estr. Altos	14.3	30.0	16.6	40.2	18.8	49.2
Serviços	9.1	37.8	10.4	52.2	11.1	61.8

Em seguida, analisamos o que acontece com os operadores. A tabela a seguir apresenta os principais indicadores. Como nos exemplos anteriores, a microônibus tem perdas a partir do ano-base. Com o tempo, as perdas são crescentes, e também inclui ao ônibus. O custo operacional total, somando os três operadores aumentou 2.3 vezes durante o período de projeção.

### Indicadores dos operadores – Escenario Base

Operador	2003			2008			2013		
	custos	renda	saldo	custos	Renda	Saldo	custos	renda	saldo
ônibus	8279	10698	2419	10287	11856	1569	11761	9105	-2656
microônibus	23634	19506	-4128	25517	20112	-5405	26992	21878	-5114
Automóvel	136554			173195					
<b>Total</b>	<b>168467</b>	<b>30204</b>	<b>-1709</b>	<b>208999</b>	<b>31968</b>	<b>-3836</b>	<b>38753</b>	<b>30983</b>	<b>-7770</b>

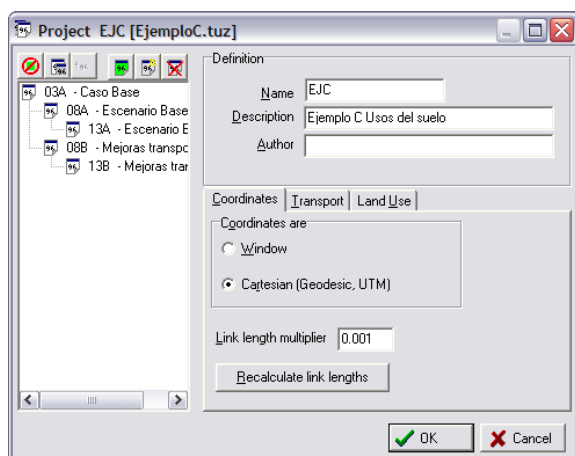
As principais conclusões são que o sistema de transporte, da forma como está, é incapaz de resistir ao crescimento da cidade, e impõe quantiasas perdas aos usuários, veículos e, como observou-se, ao mercado imobiliário.

## Cenário alternativo com transporte melhorado

Esta secção irá avaliar e analisar um cenário alternativo ao descrito acima. Com a introdução de uma série de melhorias para o sistema de transportes, estimaram-se os efeitos tanto no sistema de transportes como na localização das actividades e usos do solo. As melhorias planejadas no sistema de transportes são semelhantes nas testadas com sucesso no exemplo B. Vamos tentar uma combinação de uma rota de reforço em faixa exclusiva de ônibus, e impor uma taxa sobre o estacionamento no centro.

### Base de dados

Primeiro criam-se os cenários alternativos, que chamamos de 08B e 13B, para o qual nós usamos o menu

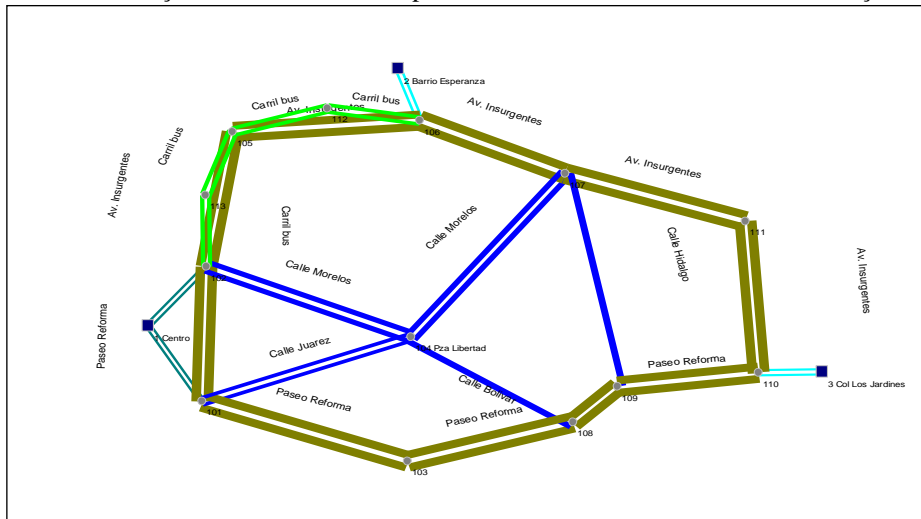


*Project* → *Options*. A figura mostra como organiza-se a árvore de cenários. Pode-se observar que o Cenário 08B 'pendura' no Caso Base 03A, e por sua vez, o Cenário 13B 'pendura' do 08B. Como ainda não fizemos qualquer alteração a estes dois novos cenários, todos os dados a seguir em 08B e 13B serão idênticos ao 03A, e por isso não têm nenhuma das adaptações que foram feitas para os cenários 08A e 13A, como mudanças nos coeficientes intersetoriais, o crescimento do emprego básico ou dados do solo vago no futuro. Precisamos copiar estas mudanças no cenários 08B e 13B.

Conforme descrito no manual da interface TUS, existem duas maneiras de fazer as mesmas alterações que têm o 08A para o 08B. O primeiro método é seleccionar o cenário 08A e pressionar o botão *Copy* no canto

superior esquerdo, selecione o cenário 08B e pressione o botão *Paste*. O outro método é selecionar 08A e, em seguida, arrastar com o mouse para 08B. Fazemos o mesmo para copiar 13A para 13B. Feito essas cópias, você pode verificar que as alterações foram realmente copiadas, conferindo, por exemplo, no menu *Land Use* → *Intersectors*.

Mudanças no sistema de transporte são: faixas exclusivas, rota de reforço e a taxa de estacionamento na



Zona 1 Central. A faixa de ônibus pode ser vista na figura à esquerda. Isso criará um novo tipo de via e novos links como descrito no exemplo B. A faixa de ônibus é de 800 veículos padrão de capacidade, deduzida apartir dos links já existentes, que cairam de 2800 para 2000 de capacidade. É, portanto, um projeto de baixo custo.

Para a taxa sobre o estacionamento no

centro criou-se um novo tipo de via chamada *Parking*, que é igual a um conector centróide, exceto que no caso dos carros, que é cobrado \$ 30 por km. Vide o Exemplo B.

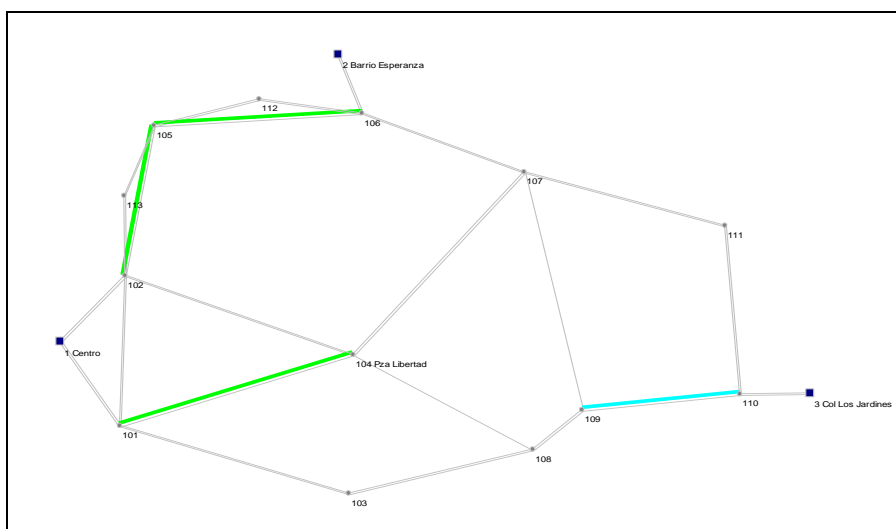
Para o percurso de reforço cria-se uma nova rota, que neste caso foi declarada com um ônibus, e foi incluída nas faixas exclusivas. Também o percurso microônibus que circulam em Avenida Tiradentes, foi desviado para a faixa de ônibus.

Todas estas alterações devem ser feitas no Cenário 08B, e são automaticamente «herdadas» pelo Cenário 13B. Com todas essas mudanças, podem-se rodar no modelo os dois cenários, o que fazemos da forma habitual com o menu *Project* → *Run*. Como existe uma nova rota devem ser feitas várias simulações para ajustar a frequência de rotas, o que, de fato, já foi feito no banco de dados como parte deste tutorial.

## Resultados

Vamos olhar primeiro para os resultados de transporte, para analisar se as políticas de transporte tiveram o efeito desejado e, em seguida, analisar os efeitos sobre a localização das atividades e do mercado de terras urbanas. Começamos, então, por abrir o arquivo EXC08B.TRA para ver graficamente os resultados de transporte. A primeira coisa é analisar os níveis de serviço para verificar se as políticas adotadas têm facilitado o congestionamento. De fato, a figura resultante mostra um nível muito baixo de congestionamento, com apenas três ligações no nível C e velocidade de 35 km/hr. No período de uma hora, nas faixas exclusivas de ônibus se pode viajar ao centro com mais de 8000 passageiros a 27 km/hr. No cenário 13B a situação agrava-se um pouco por causa da congestionamento, de modo que as ligações têm Nível D, mas ainda viajando a 30 km/hr. No 2013, a faixa exclusiva transporta mais de 9000 pessoas para o centro, sempre em funcionamento a 27 km/hr.

### Níveis de serviço – Cenário 08B



Agora olhamos os principais indicadores para este cenário em relação ao cenário base. A tabela a seguir mostra o número de viagens realizadas por cada categoria e o percentual de utilização dos transportes públicos. Duas coisas se destacam imediatamente a partir destes resultados. A primeira é que o número de viagens é consideravelmente maior no cenário alternativo com as melhorias, em comparação com o cenário de referência sem eles. Isto significa que as melhorias têm levado a um número considerável de viagens, na ordem de 13%. Como resultado, as taxas anuais de crescimento são maiores. No período 2003-2008 a taxa anual é superior ao crescimento das atividades no cenário alternativo, porque as medidas de transporte geram uma situação melhor do que no ano-base. As viagens entre 2008-13 cresceram a uma taxa média de crescimento semelhante às atividades. O segundo fato importante é que a proporção de transportes públicos no cenário alternativo é muito maior do que no base. Por exemplo, no 2013, 69.2% das viagens são realizadas em transportes públicos, no cenário alternativo, enquanto que o percentual de base é apenas de 49,4%.

### Viagens por categoria e modo – Cenários A e B

Categoria	2003 Base		2008 Base		2008 Alternativo		2013 Base		2013 Alternativo	
	Viagens	% público	Viagens	% público	Viagens	% público	Viagens	% público	Viagens	% público
Estr. Baixo	7091	72.0%	7505	70.9%	8026	88.0%	7759	70.2%	8719	88.5%
Estr. Alto	7021	33.4%	7396	28.5%	8025	46.3%	7667	24.6%	8728	46.5%
Serviços	3190	60.6%	3484	58.2%	3719	75.8%	3782	56.9%	4227	76.1%
Total	17302	54.3%	18385	51.4%	19770	68.8%	19208	49.4%	21675	69.2%
% anual			1.2%		2.7%		0.9%		1.9%	

Os principais indicadores médios dos usuários são mostrados na tabela abaixo. É evidente que as melhorias no cenário alternativo fazem que o custo e o tempo de viagem sejam reduzidos significativamente. O custo é reduzido pelo aumento da ocupação dos transportes públicos, em especial para os estratos baixos. O tempo é reduzido pelos menores níveis de congestionamento, tanto que no 2013 o tempo de viagem para os estratos baixos, por exemplo, é reduzido para menos da metade (de 70 a 26 minutos).

### Indicadores médios dos usuarios – Cenários A e B

Categoria	2003 Base		2008 Base		2008 Alternativo		2013 Base		2013 Alternativo	
	Custo	Tempo	Custo	Tempo	Custo	Tempo	Custo	Tempo	Custo	Tempo
Estr. Baixo	7.0	42.6	8.0	60.6	5.3	25.8	8.3	70.2	5.2	26.4
Estr. Alto	14.3	30.0	16.6	40.2	14.7	25.2	18.8	49.2	14.8	26.4
Serviços	9.1	37.8	10.4	52.2	7.9	27.6	11.1	61.8	7.9	28.2

As melhorias também têm impacto sobre os operadores, conforme apresentado na tabela abaixo. No caso do ônibus, tem um ganho razoável no ano-base, mas começam a se deteriorar no cenário sem as melhorias ao ponto de gerar perdas para o 2013. No cenário alternativo tem uma rentabilidade para o ônibus muito maior, tanto no 2008 quanto no 2013. Os ganhos são similares e inclusive superiores aos custos (mais de 100% de saldo). Entre outras razões, isso se deve ao reforço do caminho mais curto é altamente rentável. No caso do microônibus, tem perdas de exploração a partir do ano base e ao longo do período de projeção no cenário sem melhorias. Ao introduzir as melhorias, o saldo se torna positivo e da ordem de 12% do custo de operação. Ao total, os transportes públicos têm um retorno muito elevado de aproximadamente 46%.

Finalmente, no caso dos automóveis, o custo de operação também é reduzido significativamente, sendo 20% menor no ano 2008, e 25% menos para o 2013. Estas reduções devem-se a que os carros estão circulando numa velocidade maior, e também a que neste cenário se utiliza em menor grau. Deve-se observar, no entanto, que no cenário alternativo o custo operacional do automóvel é afetado negativamente pela taxa sobre os estacionamentos, que estão incluídas no final da tabela.

### Indicadores financeiros dos operadores – Cenários A (Base) e B (Alternativo)

Operador	2003 Base		2008 Base		2008 Alternativo		2013 Base		2013 Alternativo	
	Costo	Saldo	Costo	Saldo	Costo	Saldo	Costo	Saldo	Costo	Saldo
Ônibus	8279	2419	10287	1568	9800	9615	11761	-2656	10122	10793
Microônibus	23634	-4128	25517	-5404	19616	2213	26992	-5113	20955	3555
Automóvel	136554		173195		139689		204400		152044	
<b>Total</b>	<b>168467</b>	<b>-1709</b>	<b>208999</b>	<b>-3836</b>	<b>169105</b>	<b>11828</b>	<b>243153</b>	<b>-7769</b>	<b>183121</b>	<b>14348</b>
Taxas					28340				30191	

Em resumo, a melhoria do sistema de transporte produz grandes benefícios para os usuários e operadores, e ainda deixa às autoridades uma renda devido à taxa do estacionamento que pode ser usada para melhorar os transportes públicos. Ressalta-se que estes benefícios, de considerável magnitude, são conseguidos com um investimento mínimo.

Resta agora analisar o efeito que essas melhorias no sistema de transportes são produzidas no uso do solo. Como foram feitas melhorias no 2008, é apenas no 2013 que você pode perceber as mudanças, que são apresentadas na tabela abaixo. O quadro repete os resultados como descrito acima sobre o Cenário Base. Apenas duas colunas foram adicionadas para representar os resultados da localização de atividades para o Cenário 2013B.

Como a localização do emprego básico é exógena ao modelo, os resultados são idênticos para os cenários A e B. Em outras palavras, o emprego básico (neste exemplo) não é sensível às mudanças de acessibilidade.

A localização do emprego de serviços, no entanto, é afetada pelo sistema de transportes. No cenário base, o crescente congestionamento causou que essa atividade cresceu menos no centro e mais na periferia, mais perto dos lugares onde é demandada. No Cenário 2013-A Base o centro só cresce a uma taxa de 1.1% ao ano, enquanto que a introdução de melhorias nos transportes no Cenário 2013-B é de 2.2%. Em termos urbanos este seria descrito como que as melhorias no transporte revitalizam as atividades comerciais e de serviços no centro da cidade.

Com respeito a população de estrato baixo, no cenário de referência 2013-A evitam a localizado na zona 2, devido ao decréscimo da acessibilidade, mas agora no cenário alternativo podem fazê-lo com liberdade. No centro apresenta um crescimento negativo para evitar os elevados preços dos terrenos naquela área. O crescimento é menor na zona 3, que é mais distante.

A população do estrato alto que no cenário de referência mostrou um crescimento ligeiramente negativo na zona 2 e muito alto no centro, adota agora a zona 2 com entusiasmo, aproveitando os ganhos em termos de acessibilidade, reduzindo o crescimento na zona 1, que apresenta preços mais elevados.

Estes resultados sobre acessibilidade e localização das atividades também são refletidas no uso do solo. Na zona 1 não há solo vago disponíveis para o crescimento futuro, e conseqüentemente todo o crescimento ocorre pelo aumento da densidade, tanto no cenário de base quanto no cenário alternativo, embora menos no último. A zona 2 tem 20 hectares de terras disponíveis, das quais usa apenas 12.6 hectares no cenário base, enquanto usa todos os 20 hectares no cenário alternativo, devido ao efeito de melhorias no sistema de transportes. Em contraposição, na zona 3, que no cenário base foi consumido 28.5 dos 30 disponíveis, agora só consome 23.

Isso também afetou o preço da terra em cada zona. No cenário base a zona 1 Centro aumentou de preços de uma forma significativa (4,2% ao ano), impulsionado pelo declínio na acessibilidade das zonas periféricas em áreas residenciais. Ao melhorar o sistema de transporte, o preço aumenta em menor medida (2,4% ao ano). No Cenário Base na zona 2 não aumentou de preço e não foi consumida toda a terra disponível. Ao Cenário Alternativo, ao melhorar a acessibilidade, impulsiona-se o consumo do solo, consumindo-o na totalidade e gerando um leve incremento nos preços a uma taxa de 0.8% anual. Em contraposição, na zona 3 não pode consumir o total de terra vaga em qualquer cenário, por isso o preço não sobe.

## Localização das atividades e usos do solo 2003-2018 – Cenários A e B

Emprego Básico							
Zona	2003-A	2008-A	% anual	2013-A	% anual	2013-B	% anual
1	5000	5307	1.2%	5578	1.0%	5578	1.0%
2	800	849	1.2%	892	1.0%	892	1.0%
3	1100	1168	1.2%	1227	1.0%	1227	1.0%
<b>Total</b>	<b>6900</b>	<b>7324</b>	<b>1.2%</b>	<b>7697</b>	<b>1.0%</b>	<b>7697</b>	<b>1.0%</b>
Emprego de Serviço							
1	3500	3926	2.3%	4157	1.1%	4369	2.2%
2	700	792	2.5%	1024	5.3%	932	3.3%
3	900	1024	2.6%	1348	5.7%	1227	3.7%
<b>Total</b>	<b>5100</b>	<b>5742</b>	<b>2.4%</b>	<b>6528</b>	<b>2.6%</b>	<b>6528</b>	<b>2.6%</b>
População Estratos Baixos							
1	4000	4105	0.5%	4594	2.3%	4056	-0.2%
2	13000	14079	1.6%	14410	0.5%	15405	1.8%
3	5000	5399	1.5%	6028	2.2%	5572	0.6%
<b>Total</b>	<b>22000</b>	<b>23583</b>	<b>1.4%</b>	<b>25032</b>	<b>1.2%</b>	<b>25032</b>	<b>1.2%</b>
População Estratos Altos							
1	1500	1559	0.8%	1741	2.2%	1602	0.6%
2	3000	3289	1.9%	3236	-0.3%	3713	2.5%
3	11500	12645	1.9%	14053	2.1%	13715	1.6%
<b>Total</b>	<b>16000</b>	<b>17492</b>	<b>1.8%</b>	<b>19030</b>	<b>1.7%</b>	<b>19030</b>	<b>1.7%</b>
Solo (hectares)							
1	66.0	66.0	0.0%	66.0	0.0%	66.0	0.0%
2	110.0	119.6	1.7%	122.6	0.5%	130.0	1.7%
3	128.0	140.2	1.8%	156.5	2.2%	151.0	1.5%
<b>Total</b>	<b>304.0</b>	<b>325.7</b>	<b>1.4%</b>	<b>345.1</b>	<b>1.2%</b>	<b>346.1</b>	<b>1.3%</b>
Solo (preço)							
1	250000	289178	3.0%	355592	4.2%	325711	2.4%
2	120000	120000	0.0%	120000	0.0%	124969	0.8%
3	180000	180000	0.0%	180000	0.0%	180000	0.0%

## Avaliação econômica do Cenário Alternativo

É claro que as melhorias de transporte descritas na seção anterior geram benefícios significativos para os usuários do sistema de transporte e os operadores, além de oferecer benefícios para os consumidores do solo urbano. Até que ponto esses benefícios são gerados? Quais são os benefícios socioeconômicos e em quais zonas? O sistema Tranus fornece as ferramentas necessárias para estimar estes benefícios.

Para realizar a avaliação econômica do cenário alternativo, procede-se de forma comparativa em relação ao cenário base 'sem projeto'. Nós consideramos quatro componentes principais dos benefícios:

- Usuários do transporte por categoria
- Operadores de transporte
- Administradores
- Consumidores do solo

Para calcular os benefícios para os usuários por categoria de transporte e por período de projeção, Tranus oferece um programa especial chamado EVAL. Este programa calcula o excedente do consumidor de





cada categoria de usuário na forma de matrizes de origem-destino, dependendo da desutilidade dos transportes e do número de viagens realizadas. O uso de desutilidades de transporte fazem que no cálculo sejam incluídos todos os componentes da utilidade de viagem, tais como custo, tempo de viagem, tempo de espera, e preferências. Além disso garante a absoluta coerência teórica entre o modelo e a avaliação econômica, já que o cálculo baseia-se inteiramente na formulação logit.

Para operar o programa deve-se simplesmente abrir a janela de comandos do Windows para inserir o código de comando EVAL seguido pelo cenário de referência e do cenário alternativo, neste caso EVAL 08A 08B. Finalmente, o programa pede o nome do arquivo no qual deseja salvar os resultados, sugerindo, neste caso o nome EXC08A-08B.EVL. Se aceitarmos esta sugestão, o programa passa a executar os cálculos. O arquivo resultante pode ser aberto com o Excel, e, neste exemplo, tem três matrizes de benefícios para o 2008. O procedimento é repetido para 18A e 18B.

Os resultados são apresentados na tabela a seguir, adicionada a zona de origem. Primeiro apresentamos resultados de 2008 e, em seguida, de 2013. Pode-se observar que a maioria dos benefícios são gerados para destinos na zona 1, que foram as principais vítimas de congestionamento no cenário base. Os outros componentes da matriz não são muito significativos, e em alguns casos, tornar-se negativos, embora seja em pequenas quantidades. Isto porque, em primeiro lugar, o número de viagens são menores, e no outro as condições de circulação são ligeiramente congestionadas em relação no cenário base. Além disso, os viagens a partir da zona 1 também devem pagar a taxa de estacionamento. Observe-se que o modelo não calcula os benefícios para as viagens internas em cada zona.

Os resultados dessas tabelas estão expressos em unidades monetárias e são geradas na hora de pico, que é o período de simulação do modelo de transporte. Para transformar os valores mensais e ser capaz de adicioná-los para os benefícios do uso da terra, devem ser multiplicados por um fator de 220. A estes benefícios para os usuários devem ser adicionados os benefícios para os operadores, que são a diferença entre as receitas e despesas, e que foi apresentado na tabela anterior. Devemos ainda acrescentar as receitas fiscais do administrador do estacionamento. Finalmente devemos adicionar os benefícios por consumo do solo.

### **Excedentes ao consumidor do transporte por categoria e período – Cenário B**

Acordarse de cirregir el texto que dice que las matrices se agregaron

Período 2008				
Categoria 1 Estr. Baixos				
Zona	1	2	3	Total
1 Centro	0	60	-71	-11
2 Barrio Esperanza	21701	0	40	21742
3 Col. Los Jardines	3636	46	0	3682
<b>Total</b>	<b>25337</b>	<b>106</b>	<b>-31</b>	<b>25413</b>
Categoria 2 Estr. Altos				
1 Centro	0	65	-33	31
2 Barrio Esperanza	14490	0	11	14501
3 Col. Los Jardines	27783	318	0	28101
<b>Total</b>	<b>42273</b>	<b>383</b>	<b>-22</b>	<b>42633</b>
Categoria 3 Serviços				
1 Centro	0	12	-57	-45
2 Barrio Esperanza	5579	0	22	5602
3 Col. Los Jardines	2815	91	0	2906
<b>Total</b>	<b>8394</b>	<b>103</b>	<b>-35</b>	<b>8463</b>
Período 2013				
Categoria 1 Estr. Baixos				
1 Centro	0	73	-78	-5
2 Barrio Esperanza	27209	0	46	27255
3 Col. Los Jardines	5931	134	0	6064
<b>Total</b>	<b>33140</b>	<b>207</b>	<b>-32</b>	<b>33314</b>
Categoria 2 Estr. Altos				
1 Centro	0	73	-39	34
2 Barrio Esperanza	18061	0	14	18075
3 Col. Los Jardines	44196	1121	0	45317
<b>Total</b>	<b>62257</b>	<b>1194</b>	<b>-25</b>	<b>63426</b>
Categoria 3 Serviços				
1 Centro	0	15	-70	-55
2 Barrio Esperanza	7310	0	27	7338
3 Col. Los Jardines	4730	252	0	4982
<b>Total</b>	<b>12040</b>	<b>267</b>	<b>-43</b>	<b>12265</b>

O excedente do consumidor de solo é calculado diretamente na folha de cálculo Excel adjunto ao Exemplo C, obtendo os resultados mostrados na tabela abaixo. Para calcular nós necessitamos os consumos do solo para cada atividade tanto no cenário base quanto na alternativa em cada zona, e o preço do solo em cada zona. Então excedente do consumidor de solo é:

$$S = (\text{preço}_{\text{base}} - \text{preço}_{\text{alter}}) * (\text{consumo}_{\text{base}} + \text{consumo}_{\text{alter}}) * 0.5$$

A tabela abaixo mostra o consumo, os preços e o excedente resultante. Como já foi mencionado, a introdução de melhorias de transporte que beneficiam principalmente a zona 2 e o acesso ao centro, faz com que os preços sejam mais baixos no centro, embora ligeiramente superior na zona 2. Isso gera saldo positivo de grande magnitude na zona 1, que são parcialmente compensados por perdas ou excedente negativo na Zona 2. A redução de preços na zona 1 é de especial interesse para as atividades de emprego de serviços e básicos que são os mais importantes na área. Pode ser observados nos resultados que esses dois setores são aqueles que recebem o maior benefício. Seguem os estratos altos que vivem principalmente na zona 3 e não são afetados. Em último lugar estão os estratos baixos, porque moran principalmente na Zona 2, justamente onde o preço sobe.

**Cálculo do excedente ao consumidor de solo – Cenário 2013-B**

Zona	Consumo 2013-A				Consumo 2013-B			
	E. Básico	E. Serviço	Est. Baixos	Est. Altos	E. Básico	E. Serviço	Est. Baixos	Est. Altos
1	25.51	14.18	15.98	10.34	26.25	15.38	14.56	9.80
2	6.38	6.01	81.02	29.21	6.28	5.37	85.23	33.08
3	7.67	6.68	29.40	112.75	7.67	6.09	27.18	110.04
	Preço 2013-A				Preço 2013-B			
1	355592	355592	355592	355592	325711	325711	325711	325711
2	120000	120000	120000	120000	124969	124969	124969	124969
3	180000	180000	180000	180000	180000	180000	180000	180000
					Excedente			
1					773373	441600	456215	300909
2					-31454	-28256	-413055	-154735
3					0	0	0	0
<b>Total</b>					<b>741919</b>	<b>413344</b>	<b>43160</b>	<b>146175</b>

Neste ponto estamos prontos para compilar a tabela de avaliação final. Na tabela a seguir são processados os dados relativos ao benefícios de transporte na hora de rush, primeiro, depois se transformam em valores mensais, e finalmente adicionam-se os benefícios dos usos do solo.

**Síntese dos benefícios mensais gerados no Cenário Alternativo**

Conceito	2008	2013
<b>Usuários do transporte</b>		
Estr. Baixos	25413	33314
Estr. Altos	42633	63426
Serviços	8463	12265
<b>Total usuários</b>	<b>76509</b>	<b>109005</b>
<b>Operadores</b>		
Ônibus	8047	13449
Microônibus	7617	8668
Automóvel	33506	60032
<b>Total operadores</b>	<b>49170</b>	<b>82149</b>
<b>Administrador</b>	<b>28340</b>	<b>30191</b>
<b>Total transporte</b>	<b>154019</b>	<b>221345</b>
<b>Transporte mensal (*)</b>	<b>33884180</b>	<b>48695900</b>
<b>Usos do solo</b>		<b>1344597</b>
<b>Benefícios totais</b>	<b>33884180</b>	<b>50040497</b>

(\*) Multiplicando o total dos benefícios do transporte por um fator de 220.

Todos os benefícios de transporte foram calculados pelo modelo de transporte para a hora de rush. Para obter valores mensais devem ser multiplicados por um fator de 220 (22 dias por mês para 10 horas por dia). Pode se observar que a figura resultante é considerável. A isso acrescentam-se os benefícios do uso do solo, que só aparecem no 2013, obtendo um total geral mensal.

Para completar a avaliação econômica de um projeto como o descrito, os benefícios geralmente levam-se de um mês para totais anuais. Logo vem a introdução do custo de investimento do projeto, possíveis custos recorrentes, tais como manutenção e monitoramento de faixas exclusivas, e um valor possível de resgate (*rescue value*) final. Com base nesta série anual de custos e benefícios podem-se calcular os



indicadores tradicionais como a Taxa Interna de Retorno, Valor Presente Líquido e Custo/Benefício. Neste caso, como os benefícios são de magnitude significativa e custo do projeto provavelmente é muito baixo, os índices de rentabilidade são excepcionalmente elevadas.

*"Parece que você estava certo. Segundo a minha análise, a faixa exclusiva dos ônibus e as taxas aos estacionamentos do centro estimulam o desenvolvimento urbano na Favela Esperança", disse o Secretário de Transporte ao entrar no escritório do seu colega o Secretário de Planejamento.*

*"Eu te disse", respondeu o último.*

*"Tudo bem", continuou o Secretário de Transporte "mas de acordo com meus cálculos, se geram muitos benefícios para a população e atividades econômicas, e diminuem os preços da terra no centro."*

*"Parece razoável," disse o urbanista "mas o que acontece é que não estava previsto no Plano de Gestão Urbana. Gostaria também de usar esse modelo que você tem para apoiar o planejamento urbano."*

*"Não somente isso", disse o Secretário de Transporte "O que devemos fazer em conjunto é um plano abrangente de uso do solo e transporte. De acordo com os meus cálculos a Favela Esperança precisará mais terras para se adequar ao crescimento populacional. Nós devemos desenvolver um plano para a habitação e serviços na área, combinado com o sistema dos transportes."*