

**786**

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA DIVISÃO MODAL NA OPERAÇÃO DO TRÁFEGO EM CENTROS URBANOS**

**Frederico Rodrigues**  
emaildofred@gmail.com

**Ronaldo Balassiano**  
ronaldo@pet.coppe.ufrj.br

**Carlos David Nassi**  
nassi@pet.coppe.ufrj.br

**Licínio Portugal**  
licinio@pet.coppe.ufrj.br

**Cristiano Resende**  
cristiano\_resende@yahoo.com.br

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:  
Frederico Rodrigues  
Programa de Engenharia de Transportes - COPPE/UFRJ  
Centro de Tecnologia Bloco H - Sala 106  
21.949-900 Cidade Universitária Rio de Janeiro - RJ - Brasil

**RESUMO**

De forma geral, a divisão modal nos centros urbanos possui como modo de transporte predominante o automóvel particular (cerca de 85%), e uma pequena participação dos ônibus do transporte coletivo (cerca de 5%). No entanto, ao se verificar o montante de passageiros transportados por cada um destes modos verifica-se uma inversão nos números. Neste contexto, o presente trabalho estuda possíveis impactos na operação do tráfego devido a alterações na matriz modal, assumindo a possibilidade de transferência de passageiros habituais do automóvel para o serviço de transporte público, notadamente o ônibus. A avaliação dos impactos será feita através de usuais indicadores de desempenho com o auxílio do software de micro-simulação *SimTraffic*. Será avaliado o cenário atual de uma interseção da cidade de Belo Horizonte e posteriormente avaliar-se-á o impacto gradativo resultante da diminuição dos veículos, através da transferência modal. De forma geral, os resultados evidenciam possíveis melhoras em todos os parâmetros de avaliação do tráfego.

# **AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA DIVISÃO MODAL NA OPERAÇÃO DO TRÁFEGO EM CENTROS URBANOS**

**Frederico Rodrigues, Ronaldo Balassiano, Carlos David Nassi, Licínio Portugal, Cristiano Resende**

## **RESUMO**

De forma geral, a divisão modal nos centros urbanos possui como modo de transporte predominante o automóvel particular (cerca de 85%), e uma pequena participação dos ônibus do transporte coletivo (cerca de 5%). No entanto, ao se verificar o montante de passageiros transportados por cada um destes modos verifica-se uma inversão nos números. Neste contexto, o presente trabalho estuda possíveis impactos na operação do tráfego devido a alterações na matriz modal, assumindo a possibilidade de transferência de passageiros habituais do automóvel para o serviço de transporte público, notadamente o ônibus. A avaliação dos impactos será feita através de usuais indicadores de desempenho com o auxílio do software de micro-simulação *SimTraffic*. Será avaliado o cenário atual de uma interseção da cidade de Belo Horizonte e posteriormente avaliar-se-á o impacto gradativo resultante da diminuição dos veículos, através da transferência modal. De forma geral, os resultados evidenciam possíveis melhoras em todos os parâmetros de avaliação do tráfego.

## **1. INTRODUÇÃO**

Apesar do surgimento do automóvel ter trazido vantagens no que diz respeito à utilização total do espaço urbano, trouxe também uma série de patologias para as cidades, a saber, congestionamentos, acidentes de trânsito, poluição sonora e atmosférica, desumanização em virtude das grandes áreas destinadas às vias e estacionamentos, baixa eficiência econômica devido à necessidade de grandes investimentos no sistema viário e ao espalhamento das cidades, entre outros.

Paralelamente ao crescimento demográfico nas cidades houve um aumento da frota de veículos, em especial automóveis particulares. Porém este aumento do número de veículos não tem ocorrido linearmente com a população. Em 1950, a população mundial girava em torno de 2,6 bilhões de habitantes com uma frota de 50 milhões de automóveis. Em 1988 a população mundial passou para cerca de 5,5 bilhões de habitantes, com uma frota de 500 milhões de veículos (RODRIGUES, 2006). Ou seja, enquanto a população mundial praticamente dobrou, o número de veículos multiplicou-se por dez.

De forma geral, pode-se inferir que, nas grandes cidades brasileiras, cerca de 80% dos veículos em circulação são automóveis de passeio, contra cerca de 10% de ônibus (o restante são outros tipos de veículos, motos, etc). No entanto, ao se verificar o montante de passageiros transportados por cada modo a situação se inverte. Em Belo Horizonte, um estudo feito em 1999 mostrou que, das viagens motorizadas por dia com destino ao centro da cidade, 71% correspondem ao transporte por ônibus e 24% ao automóvel particular (BHTRANS, 1999 Apud POYARES, 2000).

Essa discrepância entre número de veículos e passageiros transportados ocorre, basicamente, devido às taxas médias de ocupação verificadas. No estudo realizado por Newman e Kenworthy (1992) verificou-se que, em geral, a ocupação média dos veículos nos períodos de pico tendem entre 1,2 a 1,3 em todo o mundo.

Nesse contexto, estudos mostram que investimentos na ampliação da infra-estrutura viária não são a única nem a melhor solução, pois podem incentivar ainda mais o uso do automóvel e agravar os problemas existentes (Hanson,1995). Goodwin et al. (1998) consideram ainda que o aumento da capacidade viária em condições de congestionamento induzem a um tráfego adicional.

Em contra partida, um estudo realizado por Mogridge (1997) mostra que a condição necessária para um aumento das velocidades de viagens nas cidades, é a melhoria da qualidade do transporte coletivo. Para isso, existem as medidas de restrição de tráfego que conciliam desestímulo do uso do transporte individual e melhoria das condições de transporte coletivo e/ ou por meio não motorizados (POYARES, 2000). O objetivo desses procedimentos é proporcionar uma alteração na repartição modal, isto é, transferir usuários dos automóveis particulares para o sistema de transporte coletivo.

Assim, partindo da premissa que as iniciativas para que ocorra a transferência modal obtenham êxito, o objetivo do presente trabalho é avaliar quais são os impactos positivos na operação do tráfego em uma interseção que já apresenta indícios de saturação devido ao elevado volume de tráfego presente. Especificamente para este trabalho, realizar-se-á o estudo de caso na interseção em nível da Av. Raja Gabáglia com Av. Barão Homem de Melo, na região sul da cidade de Belo Horizonte-MG.

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1. Considerações Gerais**

A premissa básica que guia a metodologia do presente trabalho é variar a divisão modal, referente ao transporte de passageiros (ônibus e carro) de forma a transportar o mesmo montante de pessoas e, a partir de então, verificar qual é a influência disso na operação do tráfego, utilizando um software de microssimulação para avaliação dos parâmetros de qualidade.

Por se tratar de uma simulação, algumas considerações precisaram ser feitas, conforme é mostrado a seguir:

- Considerou-se haver somente dois tipos de veículos em circulação, automóveis e ônibus;
- A ocupação média veicular (automóveis) utilizada foi de 1,37 passageiros por carro, obtida por pesquisa na cidade de Belo Horizonte;
- A ocupação média dos ônibus utilizada foi de 50 passageiros por veículo, também obtida por pesquisas realizadas pelo órgão gestor do trânsito na cidade (BHTrans);
- Considerando a ocupação dos automóveis particulares e dos ônibus considerou-se que cada ônibus é capaz de tirar 36 automóveis de circulação;
- O montante de pessoas transportadas foi obtido a partir das taxas médias de ocupação apresentadas e do volume veicular na interseção em questão, obtido por pesquisa;

- Variou-se a divisão modal até que os ônibus atingissem 20% dos veículos em circulação.

## 2.1. Parâmetros Quantificados

Para avaliar os impactos da alteração da divisão modal utilizar-se-á parâmetros de avaliação de qualidade de interseções, alguns deles referenciados por um trabalho similar realizado por Poyares (2000), conforme mostrado a seguir:

- Atrasos;
- Velocidade média;
- Emissão de gases;
- Consumo de Combustível;
- Formação de filas;
- ICU (*Intersection Capacity utilization*);

Estes parâmetros serão obtidos para todos os nós da interseção individualmente. No entanto, para comparar os cenários será utilizada média dos valores obtidos para os sete nós para simplificar a apresentação dos dados, bem como atender às exigências de número máximo de páginas do presente congresso.

## 2.2. Procedimentos Adotados

O software utilizado no presente trabalho é o *SimTraffic*. Sua escolha foi devido, segundo Rodrigues (2007), à sua boa aplicabilidade para simular diferentes cenários com significativas variações de fluxo em interseções semaforizadas. O tempo de simulação será de 15 minutos, no entanto para emissão dos relatórios do software realizar-se-á cinco rodadas de três minutos, pegando-se a média dos valores.

Os parâmetros adotados, conforme mostrados no item anterior, se referem, no que diz respeito a um contexto espacial, à qualidade de operação da interseção em uma escala micro, não ultrapassando mais que 300 metros dos links em análise.

A rede de tráfego será modelada a partir de uma fotografia aérea, obtida pelo software *Google Earth*. A definição da escala foi em função de medições simples realizadas no local, de forma a compatibilizar dentro do software com as dimensões da fotografia utilizada com base de fundo. A programação semafórica foi inserida a partir da base de dados disponibilizada pela BHTrans.

Para verificar como se comportaria operação desta interseção a partir da alteração da divisão modal das viagens determinou-se inicialmente, para cada um dos movimentos possíveis na interseção, o montante de pessoas transportadas e o percentual de ônibus existentes no total de veículos, caracterizando, assim, a situação atual. Paralelamente, identificou-se as linhas de ônibus existentes que teriam seus quadros de horário e frota alterados para atender à nova demanda de usuários. A partir de então elaborou-se uma planilha eletrônica capaz de ir alterando o volume de automóveis e ônibus, para cada movimento da interseção, à medida que a divisão modal ia sendo modificada, ou seja, transferindo usuários do automóvel para o transporte coletivo sem, no entanto, mudar o total de passageiros transportados.

Em seguida, foram realizadas novas simulações, cada uma com o total de veículos e percentual de ônibus em função dos cenários construídos, que respeitaram acréscimos de 2 pontos percentuais no percentual de ônibus a partir da situação atual até que este parâmetro atingisse 20% dos veículos em circulação na interseção. Vale salientar que só foram alterados volumes nos movimentos onde existem linhas de ônibus.

A análise dos resultados foi feita a partir dos relatórios do software para cada um dos cenários simulados, permitindo visualizar uma mudança gradativa nos parâmetros de avaliação da qualidade da interseção.

## 2. CARACTERIZACAO DA ÁREA DE ESTUDO

A interseção escolhida para o estudo de caso é um complexo cruzamento na região sul da cidade de Belo Horizonte que engloba duas grandes avenidas e ainda uma rua com tráfego significativo, conforme pode ser visto na Figura 1. Em seguida, a Tabela 1 apresenta um resumo dos parâmetros da interseção que foram obtidos identificando-se para cada movimento possível, o fluxo de veículos, o percentual de ônibus e, a partir das taxas médias de ocupação, os montantes de passageiros.

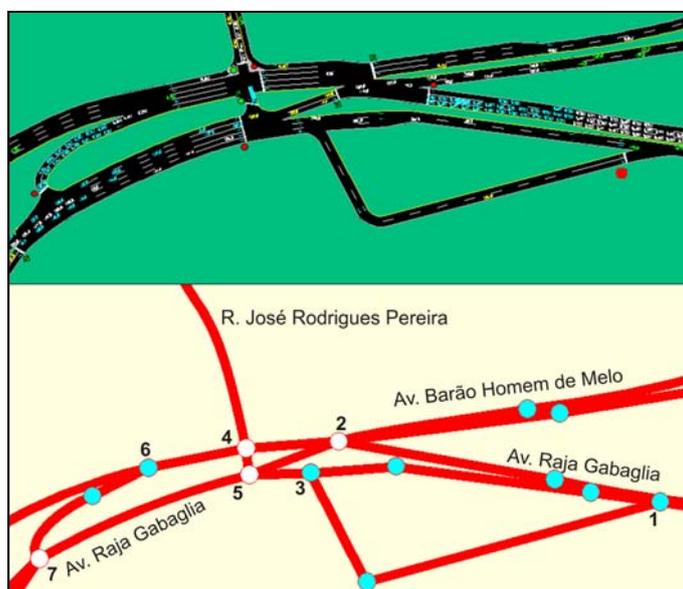


Figura 1 Interseção em análise modelada no *SimTraffic*

Tabela 1 Resumo de dados do cenário atual

Tipo de veículo	Veículos	%Veículos	Pessoas	% pessoas
Ônibus	208	3%	10400	52%
Autos	6896	97%	9654	48%
Total	7104	100%	20054	100%

É importante salientar que, para modelar a situação da transferência modal exclusiva entre automóveis e ônibus foi retirado do total de veículos quaisquer outros modos, tais como motocicletas e caminhões, bem como o percentual de passageiros transportados pelos mesmos. Esse procedimento melhorou, relativamente, os indicadores de desempenho da interseção. No entanto, como o objetivo do trabalho é realizar uma avaliação comparativa entre cenários modelados, tal procedimento não compromete as conclusões do trabalho.

Caracterizando a situação atual da área de estudo, a Tabela 2 apresenta todos os indicadores de desempenho (em três minutos de simulação) que serão utilizados para realizar a comparação gradativa entre os diversos cenários.

**Tabela 2 Indicadores de desempenho da interseção no cenário atual**

Nó	Nível de Serviço	ICU (%)	Filas (Max.)	Emissão CO (g)	Atraso (s)	Combustível (l)	Velocidade Média (km/h)
1	-	49,8	7,2	4	0,4		
2	F	58,8	141	184	35,1		
3	-	49,7	-	79	1,2		
4	F	57,2	57,4	287	10,3	177,4	12
5	F	61,1	159	440	47,7		
6	-	34,1	18,2	235	1,6		
7	B	96,3	116,5	83	29		
<b>Média</b>	B	58	83	187	18	177	12

Verifica-se que, de forma geral, a interseção apresenta problemas, visto que vários nós apresentam Nível de Serviço “F”, filas maiores que 100 m, e atraso médio por veículo de até 48 segundos. Os nós sem informação são por serem não semaforizados ou não apresentaram valores estatísticos válidos. Os valores de combustível e velocidade média são médios para todos os nós.

### 3. ALTERAÇÃO DA DIVISÃO MODAL

De acordo com as taxas de ocupação média dos ônibus e dos automóveis anteriormente mostradas, verifica-se que cada ônibus é capaz de tirar de circulação cerca de 35 veículos. Partindo dessa premissa, alterou-se os fluxos da interseção de forma a manter constante o total de pessoas transportadas. A Tabela 3 apresenta essa transferência gradativa de usuários do automóvel para o ônibus e as alterações disso no volume veicular da interseção.

**Tabela 3 Variação do número de veículos em função da alteração modal**

% pass./ Auto	% pass./ Ônibus	Total Veículos	Usuários ônibus	Aumento usuários Ônibus (%)	Redução veículos (%)
48%	52%	7104	10400	-	-
36%	64%	5413	12835	12%	24%
28%	72%	4300	14439	20%	39%
23%	77%	3603	15442	25%	49%
20%	80%	3186	16043	28%	55%
17%	83%	2768	16645	31%	61%
15%	85%	2490	17046	33%	65%
13%	87%	2211	17447	35%	69%
11%	89%	1933	17848	37%	73%
10%	90%	1793	18049	38%	75%

As duas colunas iniciais se referem ao percentual de passageiros transportados por cada modo. Portanto, é possível verificar que variou-se este parâmetro a partir da situação atual até que os autos transportassem apenas 10% dos passageiros, contra 90% dos ônibus.

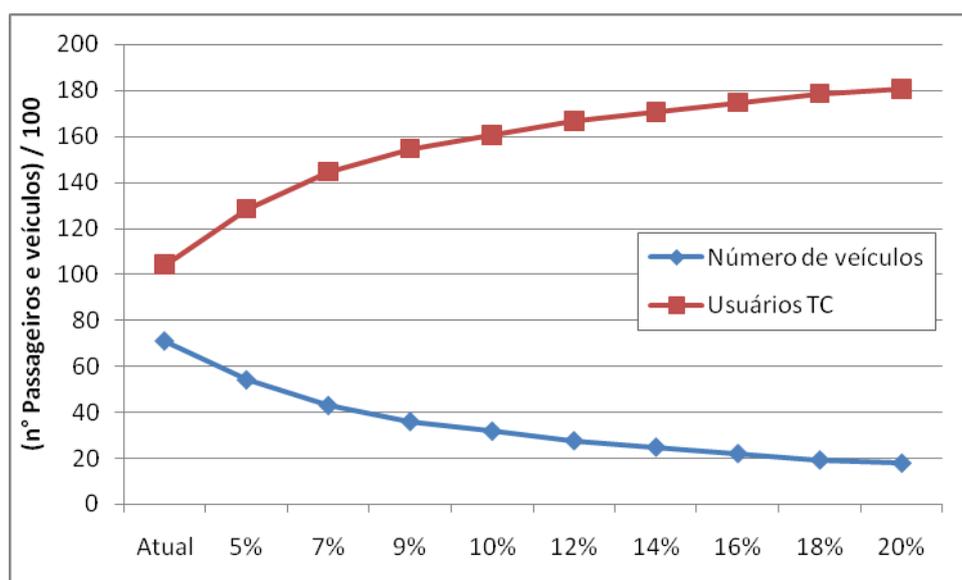
A coluna de usuários ônibus refere-se ao total de passageiros transportados por esse modo nos diversos cenários. A variação deste montante foi de 38% que implicou em uma redução de 75% dos veículos em circulação. Todas as avaliações de cenário, que serão apresentadas em seguida, foram feitas a partir dessa Tabela.

#### 4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Antes de apresentar as variações sofridas nos indicadores de desempenho selecionados serão apresentadas as alterações sofridas nos volumes de tráfego e as constatações pertinentes com base na alteração da divisão modal.

##### 4.1 Variações de Volume de Tráfego e passageiros Transportados por Modo

A avaliação da Tabela 3 permite inferir que a diminuição do volume de tráfego na interseção é gradativa e significativa. Por exemplo, um aumento de apenas 12% de usuários do transporte coletivo implica em uma diminuição de 24% do volume de tráfego. Ao se construir um gráfico do total de passageiros transportados por ônibus x número de veículos em circulação (incluindo ônibus), verifica-se que os dois parâmetros possuem comportamento exponencial, mas contrários entre si, conforme pode ser visto na Figura 2.

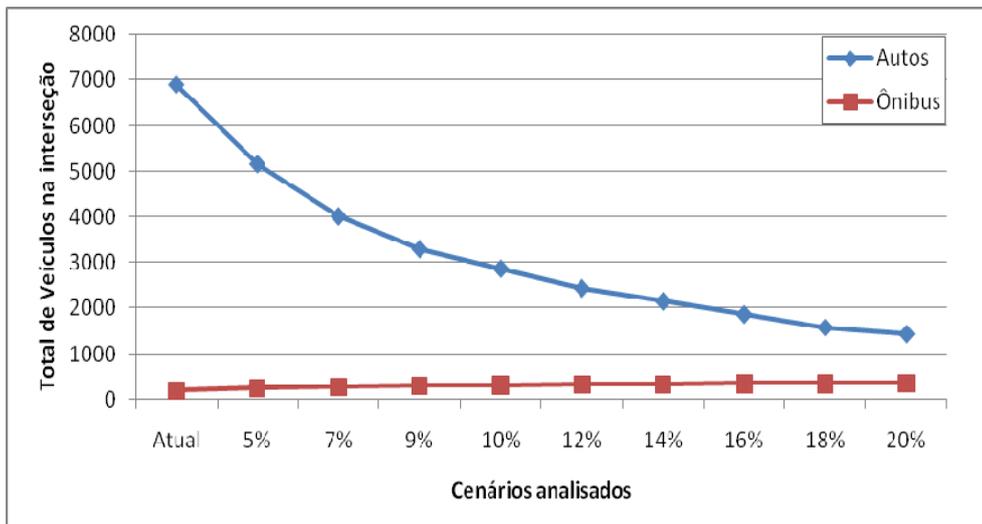


**Figura 2** Variação do número de veículos em função do aumento dos usuários de ônibus

Avaliando o gráfico é possível inferir que as modificações mais significativas ocorrem próximas ao cenário atual. À medida que o número de usuários do transporte coletivo vai aumentando e, conseqüentemente o número de ônibus, há uma tendência de estabilização do número de veículos em circulação.

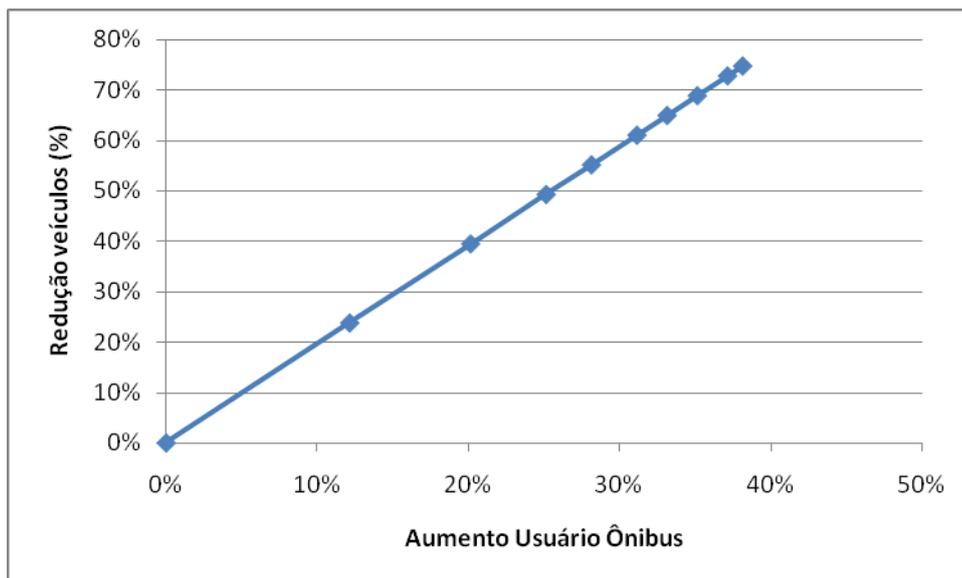
Outro tipo de análise pode ser feita ao se comparar o incremento de ônibus necessário para atender à gradativa transferência modal com a respectiva diminuição de número de autos. Os valores são significativos, visto que um incremento de cerca de 150 ônibus é capaz de tirar de circulação cerca de 5500 automóveis, considerando as taxas de ocupação previamente apresentadas.

A Figura 3 apresenta as respectivas curvas de alteração do número de autos e ônibus. É possível verificar que, enquanto a variação do número de ônibus possui uma tendência linear, com o ângulo de inclinação da tangente do gráfico pouco acentuado, o comportamento da curva de diminuição de número de autos é do tipo exponencial, com tendências de estabilização à medida que se reduz o número de veículos. O fenômeno era esperado, em virtude da considerável diferença entre a capacidade os automóveis e dos ônibus.



**Figura 3 Variação do número de veículos em função da alteração da divisão modal**

Outra constatação que deve ser pontuada é a relação entre aumento de usuários do ônibus x redução do número de veículos em circulação. Ao se confrontar os dados, percebe-se uma tendência linear, cuja equação é do tipo  $Y = 2X$ . Isto é, para cada percentual de usuários que se consegue transferir para o ônibus, tem-se o dobro de diminuição de veículos em circulação em termos percentuais, conforme pode ser visto na Figura 4.



**Figura 4 Elasticidade da relação entre aumento de usuários de ônibus x redução do n° de veículos**

Por último, um fato que merece atenção é que, apesar das significativas reduções do número de veículos, ainda sim, no último cenário simulado, isto é, 20% dos veículos sendo ônibus, o montante de automóveis em circulação, correspondente a 80% do total de veículos, é responsável pelo transporte da minoria do número de passageiros, apenas 10% do total transportado. Ou seja, enquanto 361 ônibus transportam 18.049 passageiros, os 1.432 veículos restantes nesse cenário só transportam 2.005 passageiros.

#### 4.2 Variações Sofridas nos Indicadores de Desempenho

Conforme esperado, existe uma variação significativa em todos os indicadores de desempenho analisados. A Tabela 4 apresenta a variação dos indicadores, em termos de valores médios para os sete nós, partindo do percentual de ônibus no cenário atual até atingir o equivalente a 20% dos veículos em circulação (considerando apenas carros e ônibus).

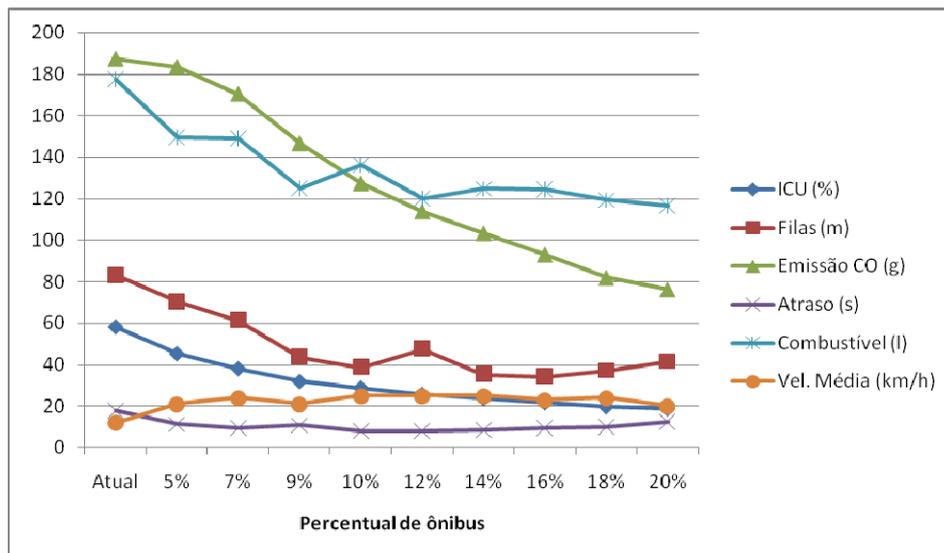
Ao realizar a média da variação ocorrida em todos os indicadores de desempenho da interseção analisada, entre o cenário atual e 20%, percebe-se uma mudança positiva de cerca de 50%. Os parâmetros que obtiveram as melhorias mais significativas foram o ICU e a emissão de monóxido de carbono com diminuições de 68 e 59%, respectivamente.

Em contrapartida os parâmetros que obtiveram as menores variações foram as reduções do atraso médio e do consumo de combustível com 31 e 34%. No entanto, esses valores ainda são significativos.

Para facilitar a visualização dos ganhos operacionais da interseção em estudo está apresentado na Figura 5 um gráfico com os valores dos indicadores para cada um dos parâmetros avaliados.

**Tabela 4 Indicadores de desempenho nos cenários analisados**

Cenário	ICU (%)	Filas (Max.)	Emissão CO (g)	Atraso (s)	Combustível (l)	Velocidade Média (km/h)
Atual	58	83	187	18	177	12
5%	45	70	184	11	150	21
7%	38	61	170	9	149	24
9%	32	44	147	11	125	21
10%	29	39	127	8	136	25
12%	26	48	114	8	120	25
14%	24	35	103	8	125	25
16%	22	34	93	9	125	23
18%	20	37	82	10	119	24
20%	19	42	76	12	117	20

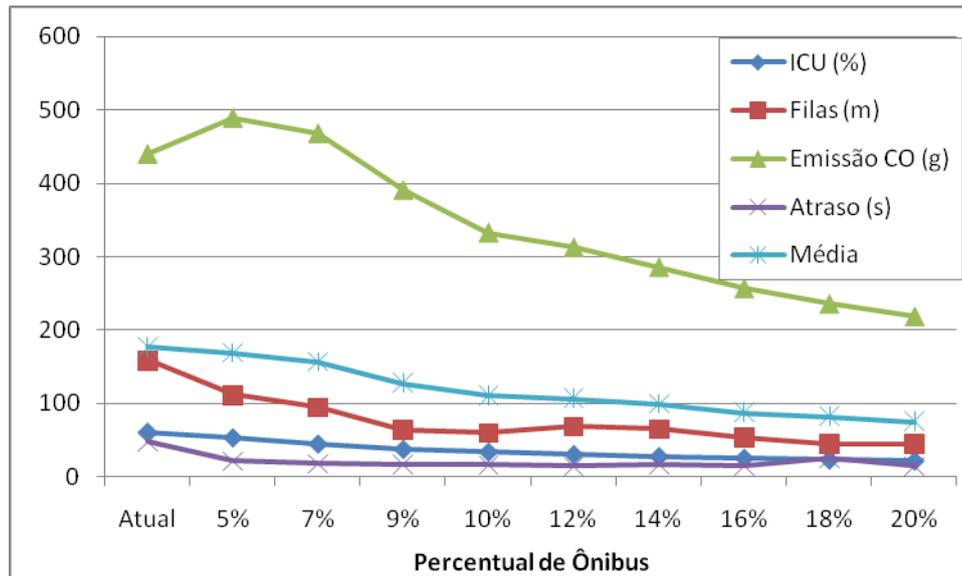


**Figura 5 Variação dos indicadores de desempenho adotados**

No entanto, ao observar a variação dos indicadores no gráfico, verifica-se que vários deles apresentam, do cenário 10% em diante, um comportamento não uniforme e com certa aleatoriedade. Isto é, verifica-se que alguns parâmetros param de diminuir, apresentando comportamento constante, enquanto outros voltam a aumentar os valores. Esse comportamento pode indicar que este é o ponto a partir do qual os ganhos não compensam tamanha interferência na divisão modal, apresentando pouca correlação entre transferência modal e melhoria nos indicadores de desempenho.

Realizando uma média entre os parâmetros observados para cada nó no cenário atual, verifica-se que o que se encontra em pior situação é o de número 5. A Figura 6 apresenta especificamente para o referido nó a variação dos indicadores de desempenho. É possível verificar, conforme esperado, que existe uma diminuição em todos os parâmetros considerados, mostrando uma significativa melhora no nó. Também está apresentada na Figura, a média de todos os indicadores em um número sem escala, apenas para mostrar que redução dos valores é retilínea e constante. Obteve-se, para este nó uma redução de 72% e 69% no comprimento das filas e no atraso por veículo, respectivamente. A menor redução observada foi na emissão de monóxido de carbono, 50%.

Similarmente à constatação sobre o ponto de equilíbrio que vale a pena ser alcançado com a transferência modal, para este nó, verifica-se a partir do cenário 10% certa aleatoriedade no comportamento do comprimento de filas. O atraso a partir deste ponto permanece praticamente constante.



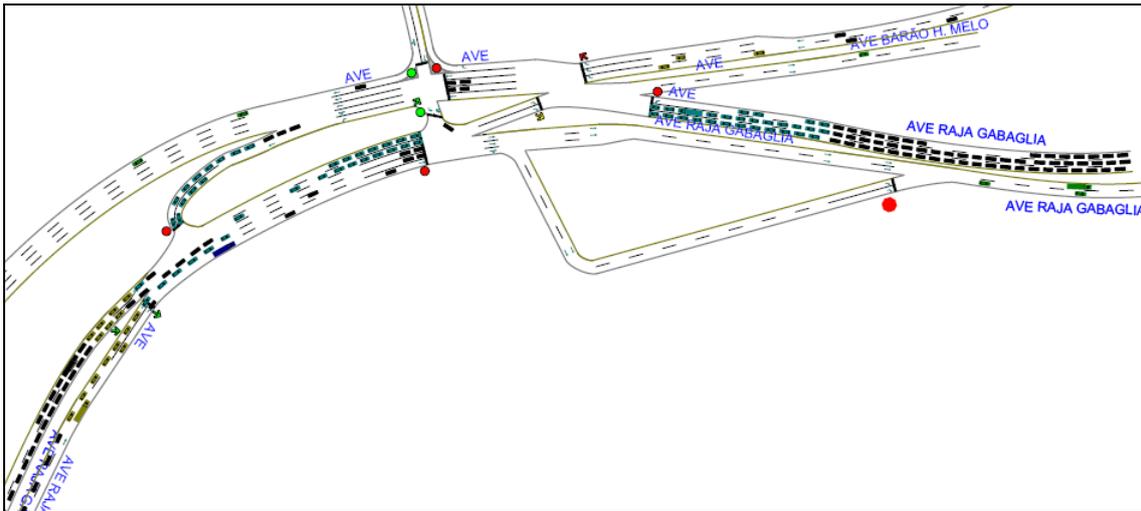
**Figura 6 Variação dos indicadores de desempenho para o nó crítico**

Por último, as figuras a seguir apresentam imagens retiradas do software de simulação que mostram a formação de filas (congestionamentos) na situação atual, e 10% dos veículos sendo ônibus. As imagens foram realizadas com dez minutos de simulação.

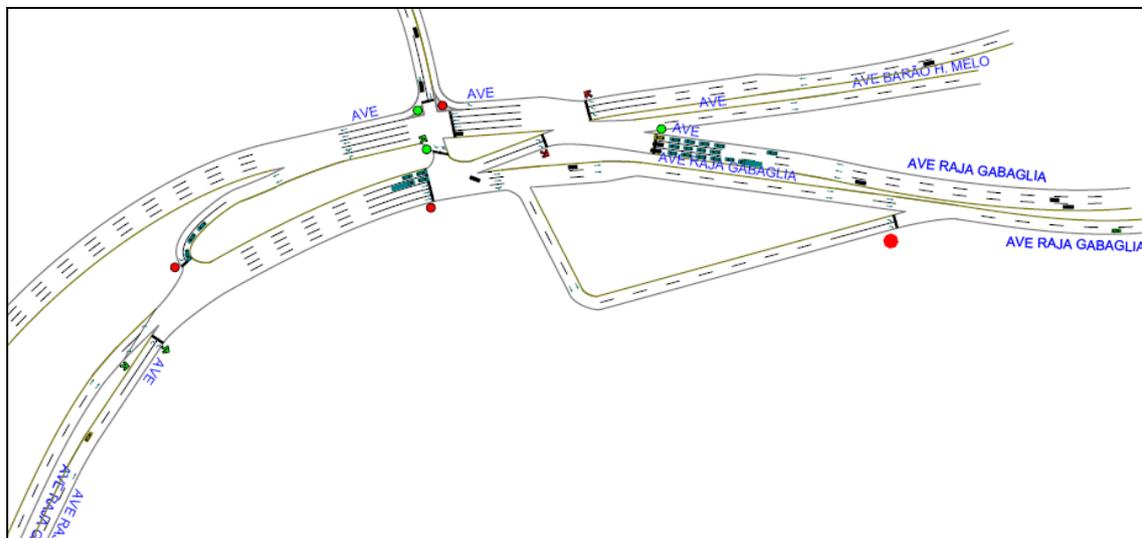
Na Figura 7, que representa o cenário atual, é possível verificar a formação de filas significativas em várias aproximações. Merece destaque a Av. Raja Gabaglia no sentido Leste>Oeste da imagem que corresponde ao fluxo proveniente do centro da cidade. Por ser pico da tarde, verifica-se um grande fluxo, provavelmente, voltando do trabalho para casa.

Fato que merece ser destacado é que, segundo Portugal (2005), a comparação entre a observação em campo com o funcionamento da rede de um simulador é uma forma qualitativa de verificar se o mesmo está coerente com o cenário real. Neste contexto, a imagem tirada do cenário real reflete bem as observações realizadas em campo, no que diz respeito a filas, movimentos mais demandados, etc.

Já na Figura 8 a formação de filas é mínima, conforme esperado. Verifica-se, portanto, que obtêm-se, com a transferência modal, uma significativa ociosidade no sistema viário. Nesta configuração mostrada por último pode-se inferir que não há a necessidade da atual configuração de faixas nas vias. Ou seja, essa transferência modal realizada é capaz de aliviar grande parte das vias públicas, tornando-as aptas a receberem outro tipo de uso como, por exemplo, aumento dos passeios e áreas para pedestres, criação de vias exclusivas para ônibus, de forma a torná-los ainda mais eficientes e atrativos, etc.



**Figura 7 Imagem do software representando o cenário atual**



**Figura 8 Imagem do software representando o cenário 10%**

## **5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

As conclusões da avaliação dos resultados explanados permitem inferir que os ganhos oriundos da transferência modal é significativa, no que diz respeito à operação do tráfego, medida pelos indicadores de desempenho escolhido. A redução do número de veículos é gradativa, significativa e proporcional com o incremento de usuários do transporte coletivo em uma escala linear na proporção dois para um.

Dessa forma, conclui-se, conforme esperado, que o incentivo ao transporte público é uma solução adequada para minimizar ou até acabar com os problemas de tráfego das grandes cidades no mundo atual. A significativa diferença entre a capacidade dos veículos estudados (automóveis e ônibus) pode explicar os significativos ganhos obtidos na redução do número de veículos em circulação e, conseqüentemente, nos indicadores de desempenho selecionados.

No entanto, é importante salientar que a abordagem do trabalho possui limitações. Para modelar os cenários desconsiderou-se outros modos de transporte na interseção como

motocicletas, caminhões, etc. Além disso, todos os indicadores foram obtidos pelo simulador, considerando que o mesmo tenha boa representatividade da realidade.

Como recomendação para trabalhos futuros, deve ser verificado qual é o patamar ideal de conciliação entre percentual de ônibus e carros nas vias, de forma a aliviar o sistema viário, dando outros usos a parte do mesmo, sem que haja ociosidade. O presente trabalho fez estudos partindo do valor atual (3%) do percentual de ônibus no total de veículos (sem considerar motos e caminhões) até atingir 20%. No entanto, verifica-se que valores próximos de 10% se mostram suficientes sendo que para valores maiores, as melhorias obtidas não são tão significativas ou não tem incremento. Portanto, verifica-se que não há a necessidade de alterações tão bruscas, tornando assim a tarefa relativamente mais factível de ser realizada, tanto para os planejadores de transportes, quanto para a iniciativa pública.

## 6. AGRADECIMENTOS

Este trabalho não seria possível de ser realizado sem os dados das pesquisas de Contagem Classificada Veicular (CCV) realizadas pela TECTRAN, empresa de consultoria de Engenharia de Tráfego, Transportes e Logística, situada na cidade de Belo Horizonte.

Agradece-se também ao órgão gestor do trânsito em Belo Horizonte, a BHTrans, pela disponibilidade de dados em sua biblioteca, sem os quais se tornaria inviável a realização desta pesquisa.

## 7. REFERÊNCIAS

GOODWIN, P.; HASS-KLAUS, C; CAIRNS, S. (1998) “**Evidence on the effects of road capacity reduction on traffic levels**”, *Traffic Engineering and Control*, vol. 39, nº 6, junho, p. 348-354.

HANSON, S. (1995) *The Geography of Urban Transportation*, 2ª Edição, The Guilford Press, Nova York.

MOGRIDGE, M. J. H. (1997) “**The Self-defeating Nature of Urban Road Capacity Policy**”, *Transportation Policy*, vol. 4, nº 1, p. 5-23, Inglaterra.

NEWMAN, P. W.G.; Kenworthy, J. R. (1992) *Cities and Automobile Dependence: A Sourcebook*, Inglaterra.

PORTUGAL, L. S. (2005) **Simulação de Tráfego: Conceitos e Técnicas de Modelagem**, Editora Interciência. ISBN 85-7193-124-0. 1ª Edição. Julho. 198 p.

POYARES, C. N. (2000) **Análise dos Efeitos de Política de Restrição ao Uso do Automóvel em Área Centrais**. Tese de Mestrado. PET/COPPE/UFRJ.

RODRIGUES, F. (2006) **Análise de Ruído em Terminais de Transporte Coletivo Urbano: Desenvolvimento de Modelos de Previsão**. Tese de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

RODRIGUES, F. (2007) **Avaliação de Interseções SemafORIZADAS Utilizando Softwares de Microssimulação: Comparação entre Metodologias Utilizadas**, Anais do XXI ANPET. Novembro/2007, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.