ANÁLISE DO NÍVEL DE SERVIÇO DO TRÁFEGO DE UMA VIA ARTERIAL PARA A IMPLANTAÇÃO DE VIA SEGREGADA

Anapaula da Silva Bernardes
Estefânia Menezes Henrique
Faculdade de Tecnologia Jessen Vidal – São José dos Campos

Irineu de Brito Jr
Departamento de Engenharia de Produção
Escola Politécnica - Universidade de São Paulo e
Faculdade de Tecnologia Jessen Vidal – São José dos Campos

Luiz Antônio Tozi
NEST – Núcleo de Estudos em Sistemas de Transportes

RESUMO
Este estudo propõe analisar o impacto no nível de serviço do tráfego em função da implantação de uma via segregada para ônibus em uma arterial, com fluxo intenso de veículos e coletivos. Para atingir esse objetivo desenvolveu-se uma pesquisa baseada na verificação em campo, da contagem de veículos ao longo do trecho, em ponto fixo e nos cruzamentos, e das medições referentes à infraestrutura da via. De posse dos dados e informações fundamentais para a caracterização do tráfego mensuraram-se as variáveis necessárias para a modelagem dos cenários atual e futuro, determinado a partir da geometria resultante da implantação da via segregada. Para o processamento das variáveis utilizou-se o *software* ARTPLAN, ferramenta baseada nos ditames do capítulo 15 do HCM. Com base nos resultados analisaram-se os cenários por comparação e concluiu-se que a implantação da via segregada para ônibus melhoraria o nível de serviço no trânsito de veículos.

ABSTRACT
The aim is to analyze the impact of service on traffic level due to the deployment of a segregated lane for bus in an arterial way, with heavy flow of vehicles and buses. In order to achieve this objective, a survey was developed based on field verification, count of vehicles along the stretch/segment, in a fixed point and the crossings, and measurements related to road infrastructure. With data and essential information for the characterization of traffic, the variables necessary for modeling current and future scenarios were measured, which were determined from the resulting geometry from the implementation of the segregated way. The ARTPLAN software was used to process the variables, according to chapter 15 of the HCM. By comparison, the scenarios were analyzed based on the results and it was concluded that the establishment of the segregated way for buses would improve the level of service in vehicle traffic.

1. INTRODUÇÃO

O diagnóstico do transporte de passageiros no Brasil executado pela CNT (2002) demonstra extrema elevação na utilização dos automóveis, com preponderância nas áreas urbanizadas, o que produz uma ocupação excessiva do sistema viário e, consequentemente, tende para uma progressão da ineficiência, com prejuízos econômicos e sociais crescentes, notadamente para os habitantes das cidades de porte médio e grande, onde reside a maior parte da população brasileira.

Nesse panorama destacam-se o conflito entre o transporte público e os veículos particulares nas vias, ou seja, a perda de produtividade veículos/pessoal operacional, o acréscimo das distâncias percorridas, e a decorrência de vazios urbanos, o que gera maior ineficiência ao transporte coletivo prejudicando os indicadores de qualidade para o usuário, como maior tempo de viagem.

Para a CNT (2002) os modais de transporte terrestre de passageiros apresentam-se com baixa eficiência decorrente à falta de planejamento viário, isto é, a priorização do transporte

coletivo, cujo objetivo é o incentivo ao uso adequado dos espaços e da energia, de modo a preservar uma fração da ocupação viária para os veículos coletivos e desestimular o transporte individual.

A implantação de um sistema de transporte público eficiente democratiza a mobilidade, garantindo a facilidade do deslocamento da população pelos centros urbanos, independente de qual seja o motivo da viagem. Além disso, a qualidade do transporte coletivo minimiza a necessidade de investimentos por parte do governo em vias e estacionamentos para veículos particulares, uma vez que também é intenção do transporte público atrair os usuários que utilizam o modo individual. Uma rede de transporte público bem estruturada, ainda tem como benefícios à redução dos índices de congestionamento e a mitigação de vários impactos ambientais e econômicos negativos causados pelo uso indiscriminado do transporte individual (Ferraz e Torres, 2004).

Assim, a proposta adotada nessa pesquisa é analisar a possibilidade de implantar uma via segregada para priorizar o transporte público na via selecionada, comprovando que as condições de tráfego serão adequadas e a capacidade física suportará tal intervenção, a partir da determinação do nível de serviço do sistema viário e das medições e análises do espaço ocupado pela geometria atual da via.

2. PLANEJAMENTO VIÁRIO

O planejamento de transporte deve ser amplo o suficiente de modo que novas tecnologias de transporte possam ser incorporadas em um futuro próximo, conforme Ribeiro (2009). Ainda nesse contexto, diz que o padrão de desenvolvimento de uma cidade pode ser avaliado pela qualidade do seu sistema de transportes e o planejamento do tráfego deve ser parte integrante do Plano Diretor das cidades.

Conforme definição do IPEA (1998), o planejamento viário é aquele que envolve o trânsito, isto é, define a infraestrutura viária que será utilizada por pessoas e veículos. Ao determinar como as vias podem ser utilizadas, o planejamento viário influencia na escolha dos trajetos e dos meios de transporte que concentram as melhores vantagens de trânsito.

O planejamento viário, de acordo com Ferraz, Fortes e Simões (1999 apud BARBOSA, 2005), tem como objetivo proporcionar segurança, comodidade e fluidez para os veículos e pedestres, facilidade de estacionamento, de embarque/desembarque de passageiros e de carga/descarga de produtos. Ainda é pertinente ao planejamento a priorização do transporte coletivo, além de proporcionar comodidade aos usuários durante a espera nos pontos de parada, localizados nos passeios públicos.

2.1. Níveis de Serviço (NS)

O Nível de Serviço (NS), conforme definição do TRB (2000) - HCM - é uma medida da qualidade que descreve as condições operacionais dentro de um fluxo de tráfego, tais como, a velocidade e o tempo de viagem, a liberdade de manobra, interrupções de tráfego e conforto e conveniência. Qualquer seção de uma via tem a possibilidade de operar em diferentes níveis de serviço, sendo determinante o instante considerado.

São seis os NS, designados de *A* (melhor condição) a *F* (pior condição)**,** definidos para cada tipo de instalação que possuem procedimentos de análise disponíveis. Cada NS representa um

conjunto de condições de funcionamento e da percepção do condutor dessas condições. A segurança não é incluída nas medidas que estabelecem os níveis de serviço. De acordo com TRB (2000) - HCM, os seis níveis de serviço são assim definidos:

a) Nível A: condição de escoamento livre, baixos volumes e altas velocidades. A densidade do tráfego é baixa, com velocidade controlada pelo condutor dentro dos limites de velocidade e condições físicas da via. Não há restrições devido a presença de outros veículos.
b) Nível B: fluxo estável, com velocidades de operação a serem restringidas pelas condições de tráfego. Os condutores possuem liberdade razoável para determinar a velocidade e ainda condições de ultrapassagem.
c) Nível C: fluxo ainda estável, entretanto as velocidades e as ultrapassagens já são controladas pelo alto volume de tráfego. Assim sendo, muitos dos condutores não possuem liberdade de escolher faixa e velocidade.
d) Nível D: próximo à zona de fluxo instável, com velocidades de operação toleráveis, porém consideravelmente afetadas pelas condições de operação, cujas flutuações no volume e as restrições temporárias podem ocasionar declives substanciais na velocidade de operação.
e) Nível E: a via opera em capacidade completa e o fluxo é instável, sem condições de ultrapassagem.
f) Nível F: apresenta o escoamento forçado, com velocidades baixas e com volumes abaixo da capacidade da via. Filas extensas são formadas impossibilitando a manobra. Em situações extremas, velocidade e fluxo podem reduzir-se a zero. A Figura 1 apresenta visualmente os seis Níveis de Serviços.

Figura 1: Níveis de Serviços
Fonte: IPEA (1998)

3. MÉTODOS E PROCESSOS

Para definir o Nível de Serviço foi necessário coletar os dados referentes às condições de tráfego e a geometria da via, com o objetivo de caracterizar o cenário existente, sendo que a pesquisa de campo foi o método principal para esse estudo e as variáveis foram definidas de modo a atender o ferramental escolhido para a análise.

A contagem dos veículos foi executada conforme os métodos do capítulo 7 do TRB (2000) - HCM. Realizou-se a coleta de dados nos dias 21 a 24 de junho de 2010 em dois períodos, no

matutino das 06:00 horas até as 09:00 horas e no vespertino para início do noturno das 16:00 horas até as 19:30 horas. Para a escolha dos dias da pesquisa de campo tomou-se o cuidado de verificar uma semana com fluxo de tráfego comum, sem interferências de feriados ou período de recesso escolar. Em relação ao período horário foram definidos os que apresentaram um aumento significativo no fluxo de veículos em relação ao restante das horas do dia.

A via em análise forma um conjunto de oito faixas, sendo que existem exceções em alguns segmentos quanto à infraestrutura, para classificá-los foram coletadas medidas através de observação em campo, por toda a extensão da via no dia 29 de julho. Foram observadas e medidas características como a quantidade e a largura das faixas em cada sentido, existência ou não de separadores entre faixas e/ou sentidos. As medidas dos comprimentos dos segmentos foram realizadas utilizando o *software Google Earth* (2010). O resultado dessa observação gerou uma classificação diferenciando 4 seções dentro da via analisada.

Realizou-se um segundo levantamento para obter dados sobre o volume de veículos nas conversões à esquerda, à direita e o fluxo da via principal. A contagem nos cruzamentos dividiu-se entre os dias 19 e 20 de agosto, onde os observadores percorreram a via, restringindo-se ao período horário de maior fluxo de veículos, das 16:30 horas ás 19:30 horas. Essa contagem foi realizada por amostragem de 10 minutos em cada intersecção semafórica.

Por fim, utilizou-se um ferramental específico para processar as informações e atingir o objetivo de determinar os níveis de serviço nos diferentes cenários propostos. O ferramental utilizado foi o *software* LOSPLAN.

4. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

A via em análise está localizada na região sul da cidade de São José dos Campos – SP. Essa via caracteriza-se por um fluxo intenso em decorrência da quantidade de pólos geradores nas imediações e por concentrar grande volume da circulação dos coletivos, e ainda, é um dos acessos mais importantes para a região em que está instalada. Em relação aos aspectos físicos, o trecho da via selecionado para o estudo possui uma extensão de 4.200 metros e considerou-se 15 intervenções semafóricas. Quanto à hierarquia viária classifica-se como arterial II, pois os estacionamentos são permitidos e o tráfego de ônibus tem baixo nível de controle, além disso, possui dois sentidos de tráfego.

Determinou-se o limiar do trecho selecionado após a primeira intersecção semafórica da via, com o propósito de facilitar a separação dos fluxos de ônibus e veículos considerando a intervenção futura. Já o limite final do trecho é justificado devido à largura da via, logo após o último cruzamento ocorre o estreitamento do conjunto viário, o que dificultaria a continuação da via segregada.

Sobre o movimento do fluxo de veículos, após a compilação dos dados coletados, verificou-se que o sentido bairro-centro suporta uma proporção de 60% do fluxo de veículos no período matutino, enquanto que o sentido centro-bairro concentra 55% do fluxo no período vespertino/noturno. Como o sentido bairro-centro detém a maior demanda de veículos diária assumiu-se para a análise o sentido mais utilizado durante o dia, o sentido bairro-centro.

Portanto, com a intenção de aperfeiçoar o transporte de passageiros na cidade de São José dos Campos, após a análise do sistema viário da região, com base nos dados da pesquisa de

campo e fundamentado em estudos apresentados anteriormente, concluiu-se que é necessário priorizar o transporte coletivo, observando que apenas 17% da população utilizam esse modal devido à falta de eficiência do serviço, segundo pesquisa recente da Secretaria de Transportes. Como na cidade o transporte público é predominantemente realizado por ônibus, definiu-se que uma solução mais próxima a realidade é a implantação de uma via segregada para esse tipo de veículo, esse modelo de infra-estrutura ainda não existe em nenhuma via da cidade.

Para implantar a via segregada, é necessário garantir que esse trecho tenha capacidade de infraestrutura (aspectos físicos) e condições de trânsito (NS) para suportar essa interferência. Para isso é preciso medir o NS atual, e então definir o modelo de via segregada que melhor se adapta a geometria do trecho selecionado. Logo após a simulação da implantação, medir o NS do cenário futuro e assim, analisar os resultados obtidos em ambos os cenários. Para determinar os NS em ambos os cenários utilizou-se o *software* LOSPLAN.

5. ESTUDO DO CASO: APLICAÇÃO DO *SOFTWARE* LOSPLAN

O ferramental utilizado foi o *software* LOSPLAN, desenvolvido em conjunto pelo Departamento de Transportes da Flórida, pelo Centro de Pesquisa de Transportes da Universidade da Flórida e a Universidade Politécnica de Nova York.

O *software* é composto por uma base de alta qualidade, capacidade e análises consistentes de NS e revisão, com estas técnicas é possível avaliar as vias a partir de uma perspectiva multimodal. Esse *software* destina-se a engenheiros, planejadores, para ser utilizado na tomada de decisão para elaboração e revisão da qualidade da via para usuários, capacidade de planejamento e níveis de engenharia preliminar.

O LOSPLAN divide-se em três módulos: ARTPLAN, FREEPLAN e HIGHPLAN. No caso em análise, o módulo utilizado foi o ARTPLAN, desenvolvido especificamente para o planejamento de vias arteriais. Sendo amplamente reconhecido como o principal *software* de planejamento de execução do HCM nas vias urbanas. As metodologias de análises subjacentes são baseados nos procedimentos do TRB (2000) - HCM, mais especificamente no capítulo 15, bem como, em outras pesquisas realizadas por diferentes empresas e centros de pesquisa em nome do Departamento de Transportes da Flórida.

Como a inserção dos dados no ARTPLAN é executada por segmentos é necessário diferenciar intersecção semafórica, que é um cruzamento com semáforos; de segmento, que é a distância entre dois cruzamentos.

5.1. Principais variáveis do software

As variáveis mais importantes que são utilizadas pelo ARTPLAN, conforme FDOT (2009), são divididas em 3 grupos:

a) Variavéis da via: incluem principalmente o tipo de separação que pode ser *restritiva* (quando existe uma separação física dos sentidos, com pelo menos 3 metros), *não-restritiva* (quando existe somente uma faixa separando os sentidos, com pelo menos 3 metros) e *nenhuma* (quando a separação não atende a essas medidas); tipo de área (grau de urbanização); número de faixas principais (são aquelas onde trafegam o maior número de veículos); calçadas, ciclovias; faixas exclusivas para convergir à direita ou à esquerda e

barreira de proteção (o que separa os pedestres nas calçadas dos veículos motorizados inclui árvores e estacionamento na rua).

b) Variavéis do tráfego: incluem o Volume Médio Diário Anual (VDMA) que é o volume anual dividido por 365 dias, representa o volume médio correspondente a um período de 24 horas e é expresso em [veic/dia]; aspectos referentes ao dia/hora como o Fator Kj (corresponde a fração do VDMA que ocorre durante a j-ésima hora mais congestionada do ano) e o Fator de Hora Pico – FHP (a relação entre o volume da hora de pico do período de tempo considerado, dividido pelo volume nos 15 minutos de maior movimento dentro da hora de pico); Fator D (aspecto direcional, proporção de tráfego na direção de maior demanda de viagens durante o período estudado); frequência de ônibus (número de ônibus que trafega por hora em determinado segmento da via); intervalo de serviço de ônibus (indica o número de horas de serviço dos ônibus); velocidade máxima (limite máximo permitido na via) e velocidade de fluxo livre (velocidade média dos veículos de uma determinada via, quando apresenta volumes baixos de tráfego e não há restrições quanto às suas velocidades).

c) Variavéis de controle: incluem intersecções sinalizadas (cruzamentos semafóricos); comprimento do ciclo (a soma dos tempos de verde, vermelho e amarelo) e relação entre verde efetivo (divisão do tempo efetivo de verde do semáforo pelo tempo do ciclo - g/C).

5.2. Descrição do sistema viário atual

As variáveis a seguir foram utilizadas para medir o Nível de Serviço atual, e são iguais para todos os 15 cruzamentos do trecho analisado.

5.2.1. Variavéis da via

a) Tipo de área: outras áreas urbanizadas – áreas que contêm entre 50 mil e um milhão de pessoas. A cidade analisada possui 615.871 mil habitantes.

b) Ciclovia: considerando as exigências do software não existe (há apenas ciclo-faixas).

c) Calçada: todos os segmentos possuem calçadas.

d) Barreira de proteção: em alguns desses segmentos existem faixas utilizadas como estacionamentos ou arvóres nas calçadas.

5.2.2. Variavéis do tráfego

a) Fator D: sentido Bairro-Centro concentra 60% do volume total de veículos da via.

b) Fator K: valor utilizado de 0,097, pois é uma via arterial em área urbanizada.

c) Fator de Hora Pico (FHP): utilizou-se valores obtidos através da pesquisa de campo para aplicar na equação 1 e encontrar o FHP:

$$FHP = \frac{VHP}{VPP} \qquad FHP = \frac{1995}{(4*567)} \qquad FHP = 0{,}88 \tag{1}$$

Em que: VHP = Volume na hora de pico, no caso 1.995 veículos.

VPP = Volume nos 15 minutos de maior movimento dentro da hora de pico, no caso 567 veículos.

d) Volume Médio Diário Anual (VMDA): utilizou-se valores encontrados através da pesquisa de campo aplicados à equação 2 para calcular o VDMA:

$$VPj = VDMA * Kj * D \tag{2}$$

$$1995 = VDMA * 0{,}097 * 0{,}60 \qquad VDMA = \frac{1995}{(0{,}097*0{,}60)} \qquad VDMA = 34.278(veic/dia)$$

Em que: VPj = Volume direcional da j-ésima hora mais congestionada (veic/h), no caso igual a 1.995;

VDMA = Volume médio diário anual (veic/dia);

K = Fator K, no caso igual a 0,097;

D = Coeficiente de divisão direcional do tráfego, no caso igual a 0,60.

e) Intervalo serviço de ônibus: dados obtidos no site da Prefeitura de São José dos Campos, considerando a equação 3.

$$Hs = Tu - Ti + 1 \qquad Hs = 23 - 6 + 1 \qquad Hs = 18h \tag{3}$$

Em que: Hs= Horas de serviço;

Tu= Hora de partida da última viagem – (23:00 h);

Ti= Hora de partida da primeira viagem – (06:00 h);

1= Uma hora.

Os valores para *Tu* e *Ti* foram estabelecidos a partir da verificação de todos os itinerários que trafegam no trecho selecionado, foi considerada a média entre todas as linhas observadas.

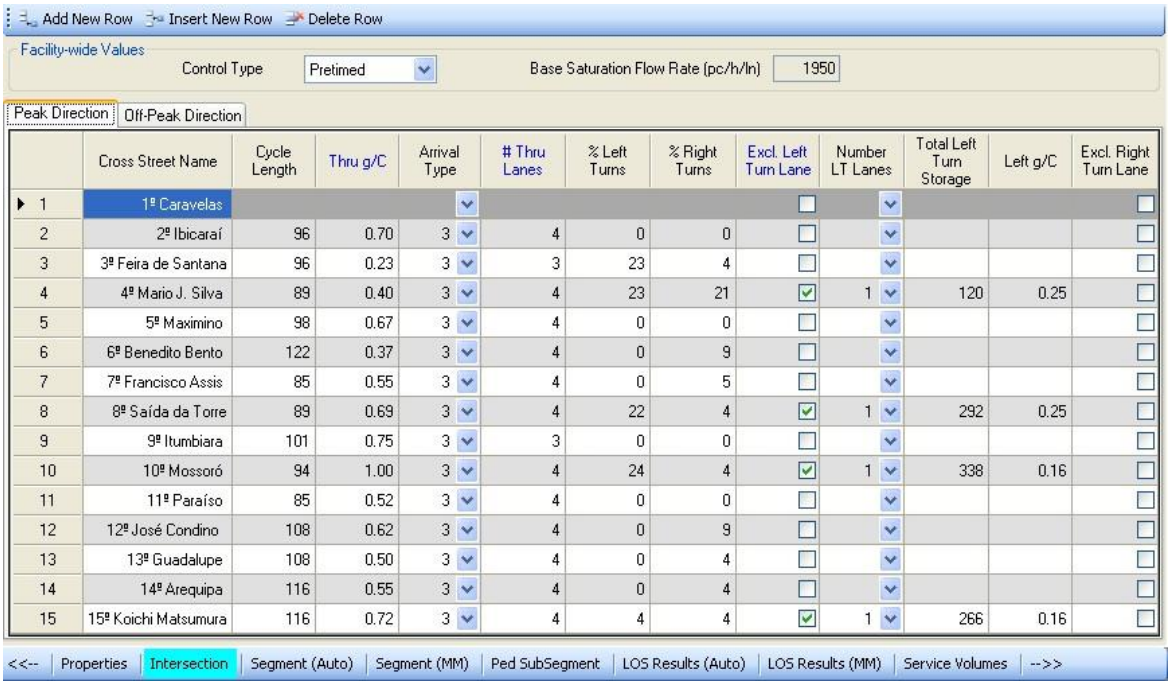
5.2.3. Variavéis de controle

a) Velocidade máxima: a velocidade máxima do conjunto viário foi uma média 65 km/h.

b) Velocidade de fluxo livre: média de velocidade de fluxo livre foi de 72 km/h.

5.3. Características do cenário atual

Nessa seção serão apresentadas as características referentes a cada um dos 15 cruzamentos de acordo com as variáveis definidas. O tempo dos controladores semafóricos foi obtido com a Secretaria de Transportes de São José dos Campos, os demais dados foram alcançados através da pesquisa de campo. Esses dados podem ser visualizados nas Figuras 2 e 3, já inseridos nas telas de processamento do ARTPLAN.



	Cross Street Name	Cycle Length	Thru g/C	Arrival Type	# Thru Lanes	% Left Turns	% Right Turns	Excl. Left Turn Lane	Number LT Lanes	Total Left Turn Storage	Left g/C	Excl. Right Turn Lane
1	1º Caravelas							☐				☐
2	2º Ibicaraí	96	0.70	3	4	0	0	☐				☐
3	3º Feira de Santana	96	0.23	3	3	23	4	☐				☐
4	4º Mario J. Silva	89	0.40	3	4	23	21	☑	1	120	0.25	☐
5	5º Maximino	98	0.67	3	4	0	0	☐				☐
6	6º Benedito Bento	122	0.37	3	4	0	9	☐				☐
7	7º Francisco Assis	85	0.55	3	4	0	5	☐				☐
8	8º Saída da Torre	89	0.69	3	4	22	4	☑	1	292	0.25	☐
9	9º Itumbiara	101	0.75	3	3	0	0	☐				☐
10	10º Mossoró	94	1.00	3	4	24	4	☑	1	338	0.16	☐
11	11º Paraíso	85	0.52	3	4	0	0	☐				☐
12	12º José Condino	108	0.62	3	4	0	9	☐				☐
13	13º Guadalupe	108	0.50	3	4	0	4	☐				☐
14	14º Arequipa	116	0.55	3	4	0	4	☐				☐
15	15º Koichi Matsumura	116	0.72	3	4	4	4	☑	1	266	0.16	☐

Figura 2: Tela ARTPLAN - Características dos cruzamentos
Fonte: *Software* LOSPLAN

Facility-wide Values
Arterial Length (mi) 2.544 K Factor 0.097 D Factor 0.60 Peak Hour Factor 0.880 % Heavy Vehicles 3.0

Peak Direction | Off-Peak Direction

	Segment	Length	AADT	Adj. Dir. Hourly Volume	# of Thru Lanes	Posted Speed	Free Flow Speed	Median Type
1	1ª Caravelas - 2ª Ibicaraí	752	18158	1057	3	40	45	Restrictive
2	2ª Ibicaraí - 3ª Feira de Santana	728	24137	1405	4	40	45	Restrictive
3	3ª Feira de Santana- 4ª Mario J. Silva	1238	15766	918	3	40	45	Restrictive
4	4ª Mario J. Silva - 5ª Maximino	544	18335	1067	3	40	45	Restrictive
5	5ª Maximino - 6ª Benedito Bento	1317	17892	1041	3	40	45	Restrictive
6	6ª Benedito Bento - 7ª Francisco Assis	994	19132	1113	4	40	45	Restrictive
7	7ª Francisco Assis - 8ª Saída da Torre	433	28964	1686	4	40	45	Restrictive
8	8ª Saída da Torre- 9ª Itumbiara	1548	33835	1969	3	40	45	Restrictive
9	9ª Itumbiara - 10ª Mossoró	929	27458	1598	3	40	45	Restrictive
10	10ª Mossoró - 11ª Paraíso	1110	34278	1995	3	40	45	Non-Restrictive
11	11ª Paraíso - 12ª José Condino	1623	28521	1660	3	40	45	Non-Restrictive
12	12ª José Condino -13ª Guadalupe	469	20461	1191	4	40	45	Non-Restrictive
13	13ª Guadalupe -14ª Arequipa	815	24137	1405	3	40	45	Non-Restrictive
14	14ª Arequipa -15ª Koichi Matsumura	934	24181	1407	4	40	45	Non-Restrictive

<<-- | Properties | Intersection | Segment (Auto) | Segment (MM) | Ped SubSegment | LOS Results (Auto) | LOS Results (MM) | Service Volumes | -->>

Figura 3: Tela ARTPLAN - Características dos segmentos para veículos
Fonte: *Software* LOSPLAN

5.4. Descrição do sistema viário futuro

Nesta seção apresenta-se uma simulação para o cenário futuro. Será dimensionado e delineado a implantação da via segregada para ônibus no trecho determinado, com o objetivo de explicitar todas as transformações do sistema viário e modificações da infraestrutura a luz da ciência de estudos em tráfego, sem adentrar no âmbito da Engenharia Civil. Algumas variáveis serão determinadas de acordo com o FDOT (2009) para obter o melhor resultado, de acordo com os critérios da base do *software,* outras variáveis foram analisadas pontualmente e adaptadas ao cenário futuro.

De posse das informações sobre a via, como as medidas dos componentes da geometria atual, conclui-se que o modelo de prioridade mais adequado para a situação é *a via segregada junto ao canteiro central.* Esse modelo de via segregada de acordo com Ferraz e Torres (2004) exige requisitos para a sua implantação, a Tabela 1 compara os requisitos e a via analisada.

Tabela 1: Requisitos para implantação de uma via segregada

Requisitos	Via analisada
Mínimo de 30 coletivos por hora e por sentido	Acima de 30 ônibus/h
Via de duplo sentido	Sim
Largura superior a 21 m	Mín 35 m/Máx 44 m
Faixa de 3,25 m	Sim
Barreira isolando a canaleta com no mínimo 1 m de largura	Sim
Canteiro para os pontos com largura mínima de 2 m	Sim
Proporcionar condições adequadas para a travessia de pedestres entre as calçadas e a canaleta.	Sim

O modelo atual da frota de ônibus possui portas somente do lado direito, e foi uma das razões determinantes para a seleção desse modelo de via, ou seja, devem-se existir plataformas para os pontos de paradas para ambos os sentidos sempre à direita da via segregada de forma

alternada. Se o modelo atual possuísse portas em ambos os lados do veículo, existiria então a possibilidade de instalar plataformas centrais para os pontos de parada de ônibus que atenderiam a ambos os sentidos. Essa forma é mais eficiente, pois ocupa menos espaço no conjunto viário.

As faixas principais serão alteradas de 4 para 3 faixas, já que uma faixa de cada sentido será utilizada pela via segregada para os ônibus no futuro. As faixas que são utilizadas como estacionamentos na via atualmente prejudicam o fluxo de veículos, por não permitir a liberdade de trânsito nessas pistas de rolamento, desse modo perde-se mais espaço no conjunto viário. No cenário futuro o estacionamento será permitido apenas nos períodos de não pico, não sendo então considerada a barreira de proteção.

Para uma melhor fluidez do tráfego e eficiência da via segregada, as conversões à esquerda existentes hoje, junto às faixas centrais deixarão de existir. Essas deflexões causam atrasos no fluxo e ocasionam filas por exigirem um número maior de fases semafóricas, que consequentemente prejudicam a relação de g/C. Com exceção a conversão que permite acesso a uma Unidade de Pronto Atendimento (UPA), além disso, esse segmento possui medidas capaz de suportar quatro faixas.

O tipo de separação será *restritiva* em todos os segmentos, em decorrência da existência da via segregada instalada no centro do conjunto viário. Além disso, será considerada a instalação de ciclovias que atenderão aos requisitos do *software*.

De modo geral, a via segregada junto ao canteiro central tem características que permitem a implantação nesse espaço viário, desde que sejam realizadas as modificações indicadas na geometria atual. O cenário futuro pode ser visualizado na Figura 4, utilizada como modelo, porém são necessárias adaptações a cada segmento.

Figura 4: Modelo de via segregada para ônibus.
Fonte: Secretaria de Transportes da PMSJC (2010)

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Antes que se estabeleça a comparação dos resultados, é importante destacar, que a principal melhoria já estaria executada, ou seja, a priorização para os coletivos seria algo concreto no cenário futuro.

Ao analisar simultaneamente os cruzamentos e segmentos de modo individual no cenário atual e no cenário futuro constatou-se que as alterações nos níveis de serviço foram mínimas, a Tabela 2 evidencia essa comparação e as diferenças medidas:

Tabela 2: Comparação do NS dos cruzamentos

Cruzamentos	Cenário Atual	Cenário Futuro	Cruzamentos	Cenário Atual	Cenário Futuro
1º - 2º	A	A	8º - 9º	A	A
⇨ 2º - 3º	F	D	9º - 10º	A	A
⇨ 3º - 4º	B	C	10º - 11º	B	B
4º - 5º	A	A	11º - 12º	B	B
5º - 6º	C	C	12º - 13º	B	B
6º - 7º	B	B	13º - 14º	B	B
7º - 8º	A	A	14º - 15º	A	A

Observa-se que as diferenças ocorrem no 3º e 4º cruzamento, os demais permaneceram iguais. No 3º cruzamento o NS medido evoluiu de *F* para *D*, isto é, houve uma melhoria significativa, que pode ser explicada devido a alteração de alguns fatores, como: a extinção das conversões à esquerda, o aumento do valor na relação entre g/C, o aumento da velocidade da via por inteiro e a permanência com o mesmo número de faixas, três para cada sentido nesse segmento. No 4º cruzamento o NS declinou de *B* para *C*, essa defasagem pode ser justificada pela retirada do espaço na via que permitia exclusividade nas conversões à esquerda, então o fluxo de veículos que sairia nesse cruzamento permanecesse até o próximo para defletir à direita.

Em relação as medições dos segmentos, conforme Tabela 3 apenas do 13º ao 14º cruzamento teve seu NS menor, decrescendo do NS *C* para o *D*. A razão para essa diferença pode ser explicada pela diminuição do número de faixas.

Tabela 3: Comparação do NS dos segmentos

Cruzamentos	Cenário Atual	Cenário Futuro	Cruzamentos	Cenário Atual	Cenário Futuro
1º - 2º	B	B	8º - 9º	A	A
2º - 3º	F	F	9º - 10º	A	A
3º - 4º	C	C	10º - 11º	C	C
4º - 5º	C	C	11º - 12º	B	B
5º - 6º	D	D	12º - 13º	E	E
6º - 7º	B	B	⇨ 13º - 14º	C	D
7º - 8º	C	C	14º - 15º	B	B

Ainda como parâmetro de comparação, a velocidade média dos veículos (km/h) pode ser observada em ambos os cenários, como mostra a Figura 5:

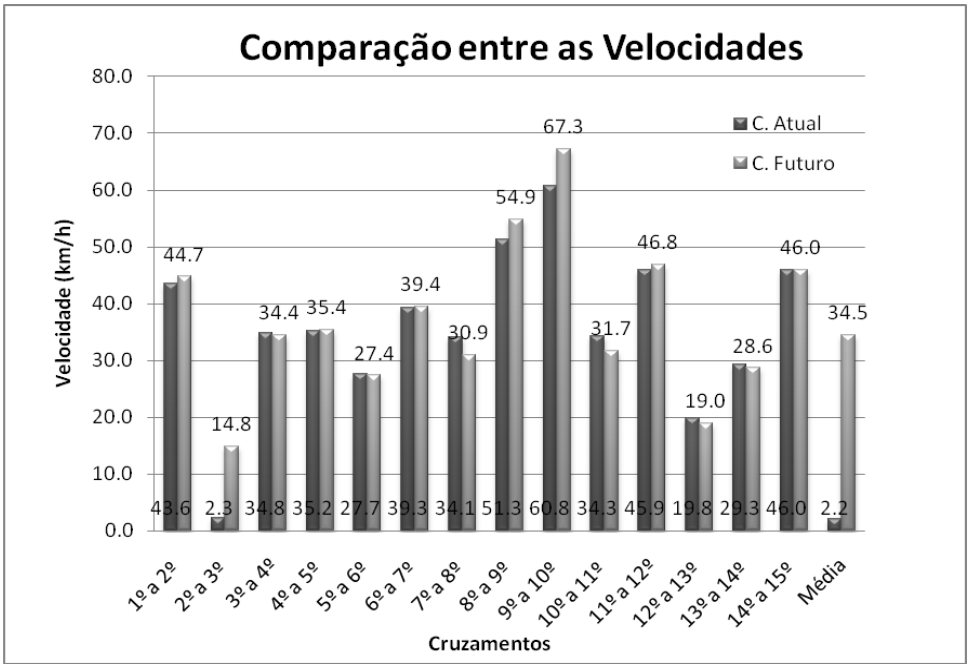


Figura 5: Comparação da velocidade média

Porém, para que o cenário futuro seja implantado da melhor forma e obtenha esses resultados, sugerem-se algumas modificações necessárias para os seguintes cruzamentos, tendo como referencial o sentido bairro-centro:

O 3º cruzamento apresenta características altamente ineficientes que refletem na progressão da via, pode-se verificar observando o seu NS individual no cenário atual, sendo o único da instalação a ser classificado como *F* e detém a velocidade mais baixa, de 2,3 km/h, sendo esse resultado responsável pela classificação geral do cenário. A característica com maior potencial agravante é a quantidade de fases semafóricas, devido ao grande número de conversões permitidas em suas aproximações, resultando em menores tempos de verde, e então a relação entre g/C permanecesse em nível crítico, o que consequentemente restringe a fluidez do trânsito.

Ao verificar as comparações e as alterações nos cruzamentos foi possível analisar a via por completo, e obter as seguintes respostas: ao restringir uma faixa para uso dos veículos particulares nos dois sentidos em decorrência da implantação da via segregada, alterando de quatro para três (na maioria dos segmentos) os NS individuais permaneceram aproximadamente iguais, ou seja, o trânsito não será prejudicado excessivamente com a diminuição de oito para seis faixas, sendo essas duas exclusivas para o transporte coletivo. Além disso, o NS médio para a via no cenário atual se classificou como *F*, e para o cenário futuro o NS médio classificou-se como *C*. A velocidade em mais da metade dos segmentos aumentou ou continuou igual, sendo provável o aumento da velocidade máxima para os veículos. As alterações e as modificações na geometria da via são possíveis considerando o espaço do solo que ocupa atualmente.

7. CONCLUSÃO

Com base nos resultados e análises apresentados no decorrer deste estudo foi alcançado o objetivo: analisar o impacto no nível de serviço do tráfego para a implantação da via

segregada operada por ônibus na arterial selecionada. Para atingir ao objetivo foi realizada a análise do cenário atual e futuro. A partir da observação dos fluxos de veículos particulares e coletivos foram mensurados os indicadores de avaliação. E ainda, foram dimensionadas as características da infraestrutura dos segmentos definidos.

O *software* LOSPLAN no módulo ARTPLAN demonstrou-se funcional para o processamento dos dados, resultando a medição do nível de serviço dos cruzamentos e segmentos determinados da via, permitindo a análise do cenário atual e do cenário futuro.

A análise da instalação permitiu concluir que o nível de serviço médio foi elevado de *F* para *C*. Na análise individual sofreu alteração positiva no 3º cruzamento e negativa no 4º cruzamento e no 13º-14º segmento. E ainda, a velocidade média no horário de pico aumentou significativamente decorrente das alterações sugeridas para o 3º cruzamento. Essa elevação da velocidade justifica em grande parte a melhoria do NS médio da via.

Esses resultados evidenciam que considerando o fluxo de veículos medido, a instalação é capaz de suportar a implantação da via segregada para ônibus, desde que as alterações propostas sejam executadas. Essas modificações na geometria e na condição de tráfego implicarão no modo de como transitar pela via, onde será necessária a adaptação dos usuários e da comunidade da região.

Dessa forma, considerando os aspectos abordados nesse estudo, a implantação da via segregada para ônibus seria um projeto viável por proporcionar maior eficiência para o transporte coletivo.

Como sugestão para trabalhos futuros recomenda-se: propor uma nova calibração dos ciclos semafóricos para a instalação e analisar a localização dos controladores de semáforos e ainda avaliar a necessidade das conversões e retornos existentes no cenário atual.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barbosa, B. R. (2005) *Plano viário de trânsito para a cidade de Jaú*. USP, São Carlos.

CNT (2002) *Pesquisa da seção de passageiros - Apresentação.* Confederação Nacional do Transporte. Disponível *em* <www.cnt.org.br>. Acesso em 5 jun. 2010.

FDOT (2009) *Handbook Quality/Level of Service.* State of Flórida Department of Transportation, Flórida.

FDOT (2009) *Software LOSPLAN (ARTPLAN) - Multimodal Arterial Level of Service Analysis for Conceptual Planning and Preliminary Engineering* (Version Date: 7/17/10). Florida Department of Transportation, Florida.

Ferraz, A. C. C. P e I. G. E. Torres (2004) *Transporte Público Urbano* (2º ed.). Ed. Rima, São Carlos.

GOOGLE (2010) *Google Earth Software* (Versão 5.2).

IPEA (1998) R*edução das Deseconomias Urbanas com a Melhoria do Transporte Público – Relatório Síntese – 1998*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília, DF. Disponível em <http://www.ipea.gov.br/pub/livros/transportes.pdf>. Acesso em 3 jul. 2010.

Ribeiro, A. R. (2009) *Análise Econômica da Implantação de Corredores Estruturais de Ônibus*. FEC – UFU, Uberlândia.

Sato, F. (20 jul.2010) *Entrevista concedida pelo Chefe da Divisão de Planejamento de Transportes Públicos da Secretaria de Transportes da Prefeitura de São José dos Campos*. São José dos Campos, SP.

TRB (2000) *HCM – Highway Capacity Manual – 2000.* Transportation Research Board, Nacional Research Council, Washington, D.C.