

ESTUDO DE CASO DO TRÁFEGO URBANO DA CIDADE DE DOURADOS, MATO GROSSO DO SUL

Gabriel Martinelli Teixeira
Universidade Presbiteriana Mackenzie
Campinas, Brasil
gabrielmartinelli14@hotmail.com

Luiz Vicente Figueira de Mello Filho
Universidade Presbiteriana Mackenzie
Campinas, Brasil
luiz.mello@mackenzie.br

No Brasil, o tráfego urbano é o tema que gera muitas oportunidades de melhoria por permear a vida das pessoas. Entre os temas, está a engenharia de tráfego, que pode ser subdividida em: via, veículo, homem e ambiente. Nesse artigo é estudado o município de Dourados (22° 13' 18" Sul, 54° 48' 23" Oeste), localizado no estado do Mato Grosso do Sul, que tem como objetivo o entendimento das variáveis do tráfego no principal cruzamento da cidade e seus impactos na infraestrutura de transporte urbano. As avenidas Marcelino Pires e Presidente Vargas são as vias analisadas, juntamente com as variáveis do tráfego urbano, afim de se detectar possíveis pontos de atenção e melhorias no tráfego urbano, possibilitando um impacto positivo na qualidade de vida da população. A cidade é o principal foco econômico e tecnológico do interior do estado do Mato Grosso do Sul, cuja economia tem raízes profundas no agronegócio, e o desenvolvimento urbano avança cada dia mais, sendo assim, surge o desafio de adaptação da cidade com o aumento da demanda de sua infraestrutura urbana. O estudo mostrou que a adequação dos tempos semafóricos no cruzamento analisado é possível reduzir o tempo de deslocamento na cidade e consequentemente aumentar o fluxo de veículos nos horários de pico.

Keywords — Engenharia de Tráfego. Dourados. Infraestrutura urbana.

I. INTRODUÇÃO

O município de Dourados (22° 13' 18" Sul, 54° 48' 23" Oeste) está localizado no estado do Mato Grosso do Sul, que pertence à região Centro Oeste do país. Está localizada a aproximadamente 220 quilômetros da capital do estado, Campo Grande e a 120 quilômetros da fronteira com o Paraguai. Esta localização estratégica no estado faz da cidade um núcleo de apoio à região, e ao desenvolvimento próprio [5, 6].

Do ponto de vista econômico, a cidade é o principal centro urbano do interior de Mato Grosso do Sul, sendo as atividades agropecuárias as maiores contribuidoras desta estrutura financeira. A produção douradense de produtos agrícolas, onde, no estado, é o maior produtor de milho, segundo maior em produção de soja e feijão, além de deter uma alta quantidade de rebanho bovino, suíno e aves em geral [5].

Na cidade de Dourados não há uma empresa específica responsável pela organização e gerenciamento do tráfego urbano, por meio de uma secretaria, denominada como "Agência Municipal de Transporte e Trânsito - AGETTRAN". A cidade não possui cálculos de demanda viária por fluxo de veículos por hora, mas sim, uma previsão de fluxo de veículos em quantidade. Essa informação possibilita que o projeto viário urbano tende a ter uma eficácia reduzida em garantir conforto, economia e segurança aos usuários da via.

Dourados foi fundada em 10 de maio de 1861, com planejamento viário bem definido, onde a grande maioria de suas ruas são retilíneas nos sentidos Norte-Sul e Leste-Oeste, formando cruzamentos ortogonais, o que garante precisão e padronização das dimensões das quadras da cidade, as quais são padronizadas em 100 metros de largura e 100 metros de comprimento. De acordo com a lei complementar nº 205, de 19 de outubro de 2012 [3], as vias de dourados são definidas conforme o uso, em:

1. Eixos Principais: adequados ao transporte coletivo e de cargas;
2. Eixos Secundários: adequados ao transporte coletivo e de cargas;
3. Eixos de Suporte: adequados ao transporte coletivo e de cargas;
4. Vias Estruturais: adequadas ao transporte coletivo e veículos de médio porte;
5. Vias Coletoras: adequadas ao transporte coletivo e veículos de médio porte;
6. Vias de Serviços: adequadas à circulação de veículos de cargas e médio porte;
7. Vias Locais: adequadas à circulação de veículos de médio porte;
8. Vias Residenciais das Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS): adequadas à circulação de veículos de médio porte; e
9. Vias para Cicloviárias: adequadas à circulação de bicicletas.

O trabalho científico proposto estuda os efeitos das variáveis do tráfego urbano dentro do contexto da cidade estudada. Ressaltando seus impactos individuais dentro do deslocamento urbano e analisando seu conjunto de interferências no tráfego urbano em uma via de estudo em questão. Com os dados obtidos da pesquisa, espera-se haver uma proposta de modificação para a melhoria do tráfego urbano [1].

II. OBJETIVOS

A. Objetivo Geral

Analisar como o controle semafórico, quantidade e características dos veículos locais e características da via interferem na fluidez do tráfego urbano de Dourados, buscando identificar os principais causadores de trânsito, engarrafamentos e acidentes na região da cidade estudada, avaliando possíveis propostas de melhoria.

B. Objetivos Específicos

A análise segue os seguintes passos:

1 – Medição do fluxo de veículos da via por faixa, bem como os tempos de ciclo semafóricos a fim de se ter parâmetros de estudos da via e entender possíveis problemáticas causados pelo excesso de demanda viária.

2 – Análise da demanda viária e impactos da qualidade da via no fluxo de veículos e segurança do tráfego urbano.

III. VARIÁVEIS DO TRÁFEGO E INFRAESTRUTURA

A. Vias

A via é a variável mais estável do trânsito, devendo ser considerada como todo o panorama: pavimento; sinalização; árvores; prédios. É considerada uma paisagem urbana e possui classificações conforme o Código de Trânsito Brasileiro [2]:

1 – Locais, caracterizadas por cruzamentos em nível, com a ausência de semáforos, destinadas a acessos locais, como residências em bairros ou áreas restritas, possuindo velocidade máxima de segurança de 30 quilômetros por hora (Km/h).

2 – Coletoras, são aquelas que tem a função de coletar e distribuir o fluxo de veículos que queiram entrar ou sair das vias de trânsito rápido, possibilitando o fluxo de veículos dentro das regiões da cidade, possuindo velocidade máxima de segurança de 40 Km/h.

3 – Arteriais, são vias que possibilitam o trânsito entre as regiões da cidade, ainda possuindo transições em nível, porém controladas por semáforos. Possuem acessos aos lotes lindeiros e vias secundárias, além de velocidade máxima de segurança de 60 Km/h.

4 – Expressas, são caracterizadas por acessos especiais de trânsito livre, não possuindo interseções em nível, acessos aos lotes lindeiros e nem o transpasse de pedestres pelo menos nível da via. São vias de trânsito rápido de alto fluxo e velocidade máxima de segurança de 80 Km/h.

Dourados possui uma infraestrutura urbana viária de baixa qualidade devido às quantidades excessivas de remendos no asfalto, em virtude de anos de operação de manutenções corretivas realizadas pelos governantes da cidade sem haver operações de revitalizações geral das vias.

A qualidade viária, adicionada às vias um alto grau de perigo na condução dos veículos, impacta em riscos aos ciclistas e pedestres de serem atingidos por algum veículo que possa perder o controle.

B. Vias do Cruzamento

1) Avenida Marcelino Pires

Marcelino Pires, um dos fundadores da cidade, é o nome que recebe a principal via que atravessa o centro de Dourados de Leste a Oeste. A via possui aproximadamente 8 quilômetros de extensão, 3 faixas de rodagem por sentido e canteiro central arborizado, com 6 metros de largura. Há ainda a 4ª faixa por sentido, que é utilizada para estacionamentos paralelos à pista.

A via atravessa toda a área central do município, atuando como um centroide entre as regiões sul e norte. Em toda a sua extensão há uma alta concentração de estabelecimentos comerciais, responsáveis por uma alta taxa de movimentação de capital que, por estarem localizados num ponto chave, recebem moradores das regiões sul e norte da cidade. A Av. Marcelino Pires tem grande importância para a cidade, por receber usuários que adentraram a cidade à Oeste, à Leste, ao Norte e ao Sul, atuando como a via chave de deslocamento e relacionamento entre todas as entradas e saídas e regiões da cidade.

2) Avenida Presidente Vargas

A avenida Presidente Vargas é a principal via de acesso através do norte da cidade. A via possui aproximadamente 4,5 quilômetros de extensão, 2 faixas de rodagem por sentido e canteiro central arborizado, em sua maior parte, e é utilizado como estacionamento à 45° na região central da cidade. Há ainda a 3ª faixa por sentido, que é utilizada para estacionamentos paralelos à pista.

A via é uma importante variável do tráfego urbano, atuando como o meio onde os veículos se deslocam, a avenida Presidente Vargas, é uma via chave para a cidade, recebendo o fluxo advindo do norte e das vias leste e oeste do anel viário que há entorno da cidade.

Dada sua praticidade e agilidade, ela recebe uma alta taxa de usuários diários que desejam se locomover à região central da cidade, inclusive a avenida Marcelino Pires.

C. Fluxo de Veículos

Dourados, possui atualmente uma frota total de aproximadamente 147.000 (cento e quarenta e sete mil) veículos circulantes em suas vias [4] e, segundo a AGETTRAN, cerca de 10.000 (dez mil) veículos de cidades vizinhas adentram a cidade em dias normais. O fluxo de veículos é intenso nos horários de início, meio e fim da jornada de trabalho.

O fluxo de veículos é contado a partir da linha de retenção do semáforo, a fim de se formar um histograma de passagem de veículos no semáforo em intervalos de 5 segundos, repetindo-se este processo por 10 vezes para que se tenha maior confiabilidade dos dados. Feita a contagem, os dados são avaliados em escritório para a montagem do histograma, aplicando fatores de ponderação para cada tipo de veículo passante, onde caminhões, ônibus e motocicletas tem pesos diferentes na contagem.

O fluxo crítico de veículo, segundo o CONTRAN [2], pode ser contabilizado, em vias normais, sem declividade, como 1.800 veículos por hora por faixa, porém pode ser calculado pelo histograma calculado, como a média das 4 (quatro) maiores quantidades de veículos que passaram pelo semáforo no intervalo de tempo predefinido.

O fluxo médio de veículos é calculado a partir de análise do gráfico de fluxo diário de veículos, onde são avaliados a quantidade de veículos passantes no semáforo por hora, ao longo do dia. A relação entre o fluxo médio de veículos e o fluxo de saturação de veículos é chamada de taxa de ocupação, e se trata de um parâmetro utilizado para análise do semáforo em estudo e cálculo do tempo ideal do ciclo semafórico e seus componentes.

D. Sinalização Semafórica

Segundo o manual brasileiro de sinalização de trânsito [2], volume V – sinalização semafórica, atualizado em 2014 pela resolução 483 do CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito), sinalização semafórica é um subsistema da sinalização viária que se compõe de indicações luminosas acionadas alternada ou intermitentemente por meio de sistema eletromecânico ou eletrônico. Tem a finalidade de transmitir diferentes mensagens aos usuários da via pública, regulamentando o direito de passagem em interseções de via onde o espaço viário é disputado por dois ou mais movimentos conflitantes ou advertindo sobre situações especiais nas vias.

A sinalização semafórica é um subsistema de sinalização viária e, por isso, deve-se obedecer aos mesmos princípios da sinalização de trânsito em geral, admitindo-se o princípio básico de percepção dos usuários da via, garantindo a real eficácia de sua atuação. A tabela seguinte elenca os sete princípios da sinalização do tráfego urbano:

Tabela 1 - Princípios da Sinalização do Trânsito [2]

Legalidade	Estar de acordo com o Código de Trânsito Brasileiro e legislação complementar.
Suficiência	Permitir fácil percepção do que realmente é importante, com quantidade de sinalização compatível com a necessidade.
Padronização	Seguir um padrão legalmente estabelecido e atender à regra de que situações iguais devem ser sinalizadas segundo os mesmos critérios.

Clareza	Transmitir mensagens objetivas de fácil compreensão. Evitar a ocorrência de informação conflitante no direito de passagem.
Precisão e confiabilidade	Ser precisa e confiável, corresponder à situação existente. Ter credibilidade. Atender aos requisitos técnicos mínimos de segurança viária e fluidez, alternando o direito de passagem de movimentos conflitantes.
Visibilidade e legibilidade	Ser vista à distância necessária e em tempo hábil para a tomada de decisão.
Manutenção e conservação	Estar permanentemente limpa, conservada e visível. Sofrer as adequações necessárias, tais como reprogramação, atualização e remoção, acompanhando a dinâmica do trânsito

1) Tempo Semafórico

Segundo o Manual de sinalização de trânsito volume V – sinalização semafórica [2], tempo semafórico é composto, resumidamente, pelos tempos de verde, e entreverdes do ciclo semafórico. Dentre os componentes do tempo semafórico, estão os tempos de verde, amarelo, vermelho e vermelho geral. Os tempos citados são definidos como:

- I. Estágio Semafórico: soma do tempo de verde e o tempo de entreverdes que o segue.
- II. Verde: tempo de verde necessário para escoar o fluxo de veículos crítico do estágio.
- III. Amarelo: tempo de finalização de passagem ou parada com segurança, compreendido entre o tempo de verde e o tempo de vermelho geral.
- IV. Vermelho: tempo onde um grupo de veículos não recebe o direito de passagem no cruzamento, permanecendo imóveis até que o tempo de verde se inicie.
- V. Vermelho Geral: tempo em que a luz vermelha permanece acesa para ambos os estágios, compreendido entre o fim do amarelo de um estágio e o início de verde, do outro estágio.
- VI. Entreverdes: é o intervalo de tempo compreendido entre o final do verde de um estágio e o início do verde do estágio subsequente. Para semáforos veiculares, o entreverdes é composto pelos tempos de amarelo e vermelho geral. Para semáforos de pedestres, o entreverdes é composto pelos tempos de vermelho intermitente e vermelho geral.

VII. Tempo Perdido: tempo do ciclo semafórico onde nenhum veículo recebe o direito de passagem, compreendido pelo entreverdes, que, por sua vez, pode contemplar um estágio semafórico para pedestres.

Para a realização do cálculo do tempo ideal do estágio semafórico, é necessária que haja a contagem dos veículos passantes no cruzamento a ser analisado, afim de se obter medidas do fluxo médios de veículos passantes e o fluxo crítico de saturação comportado pelo semáforo, este último, pode ser considerado como 1.800 veículos por hora por faixa, em vias normais, sem declividade [2].

A partir das informações de fluxos viários coletadas, é calculada a taxa de ocupação das vias, que é a relação entre o fluxo médio de veículos passantes e o fluxo crítico de saturação da via. Uma vez calculadas as taxas de cada via, sua soma indicará a taxa de ocupação do cruzamento, onde este valor deve ser menor do que 1 ou 100%. A partir dessas informações, o tempo de ciclo ótimo do semáforo é calculado pelo método de Webster [2], segundo a equação abaixo (Equação 1):

$$T_{co} = \frac{1,5 \times T_p + 5}{1 - \sum_{y=1}^n y_i}$$

Onde:

T_{co} → Tempo de ciclo ótimo, em segundos;

T_p → Tempo perdido total, em segundos;

y_i → Taxa de ocupação crítica do estágio (i); e

n → Número de estágios.

Após o cálculo do tempo ótimo de ciclo, é calculado o tempo de verde efetivo de cara estágio do semáforo, utilizando-se a equação (Equação 2) abaixo, pelo método de Webster [2]:

$$T_{vei} = \frac{(T_{co} - T_p) \times y_i}{\sum_{y=1}^n y_i}$$

Onde:

T_{vei} → Tempo de verde efetivo, em segundos;

T_{co} → Tempo de ciclo ótimo, em segundos;

y_i → Taxa de ocupação crítica do estágio (i); e

n → Número de estágios.

E. Veículos de Dourados

Dourados possui, segundo o IBGE [4], uma frota total de 147 mil veículos, subdivididos em categorias de automóveis, caminhões, caminhonetes, caminhonetes, ciclomotores, micro-ônibus, motocicletas, ônibus e outros veículos, conforme tabela seguinte:

Tabela 2 - Quantitativo de Veículos em Dourados [4]:

Quantidade de Veículos		Ano
Local	Tipo	2017
Dourados	AUTOMÓVEL	66.784
	CAMINHÃO	4.368
	CAMINHONETES/CAMINHONETAS	17.931
	CICLOMOTOR	702
	MICRO-ÔNIBUS	257
	MOTOCICLETA / MOTONETA	48.036
	ÔNIBUS	593
	OUTROS	7.454
	AUTOMÓVEIS E CAMINHONETES/CAMINHONETAS	84.715
	UTILITÁRIO	1.241
	TOTAL	147.366

Nota-se um alto índice de veículos grandes, como as caminhonetes e caminhonetes, que somam 12% do total da frota dos veículos da cidade e, quando comparada apenas com o número de automóveis, este valor sobe para 21%.

Na cidade de São Paulo, a participação das caminhonetes e caminhonetes no total da frota corresponde à 11%, mas quando esta contagem compara apenas os automóveis e caminhonetes/caminhonetes, a participação sobe apenas para 14%.

Este número é utilizado na comparação para a mensuração de um problema viário, que é o espaço. Devido esses veículos serem de maior porte, reduzem os espaços nas faixas das vias e, caso existam vagas de estacionamentos sem preparo, estes veículos podem comprometer a capacidade dos estacionamentos.

F. O Homem no Tráfego Urbano de Dourados

O homem é a variável mais complexa presente no trânsito, pois contém bagagem histórica e emocional. Segundo Lester [1], os usuários possuem características diferentes de direção que são interferidas por uma alta quantidade de variáveis.

Inicialmente, a reação aos estímulos e necessidades do tráfego urbano deve ser analisada, pois os motoristas têm tempos diferentes de reagir à informação, por exemplo: o tempo que um motorista leva para retirar seu carro da inércia quando um semáforo libera o fluxo é diferente de outro.

O tempo de resposta à informação é chamado de: tempo de reação. O tempo de reação, conforme citado acima, varia também para o mesmo motorista em situações diferentes de humor e horário do dia. Segundo Lester [1], as principais variáveis são:

I. Influência do Álcool;

- II. Fadiga;
- III. Estresse; e
- IV. Período do dia.

O engenheiro de tráfego urbano deve levar em consideração os fatores humanos para o correto dimensionamento do sistema de tráfego. Outro ponto a ser levado em consideração é que, em muitos casos, o valor médio do tempo de reação pode não ser o mais adequado para a confiabilidade da segurança do sistema, pois uma parcela considerável de motoristas não será analisada. Para que haja mais segurança, quanto mais alto o valor percentil dos motoristas atendidos, maior é a segurança promovida ao tráfego.

Existe uma grande insuficiência de fiscalização de trânsito em Dourados. Isto gera um ponto de atenção crítico com relação aos motoristas da cidade, pois os jovens, menores de idade e sem a carteira nacional de habilitação, se sentem livres para assumir o controle de veículos e utilizarem as vias da cidade normalmente. Há inúmeros jovens menores de idade dirigindo ilegalmente e sem treinamento na cidade, aumentando ainda mais a problemática do deslocamento urbano.

Outro ponto também relacionado à educação do trânsito, é a atitude de certos motoristas de acordo com o nível do seu veículo. Em visita técnica no local de estudo, foi constatado que os motoristas dos veículos de maior porte, geralmente as caminhonetes, possuem atitudes de maior risco para o trânsito, como avanço de sinal vermelho e interrupção da trajetória dos veículos menores. Tal ponto é preocupante, pois pode gerar consequências graves, tais como acidentes e danos físicos e ao patrimônio.

IV. RESULTADOS E ANÁLISES

As medições do fluxo de veículos foram realizadas na segunda feira do dia 16 de abril de 2018, sendo realizadas nos horários de manhã, almoço e fim da tarde, com o objetivo de se determinar o fluxo de veículos, bem como sua variação ao longo do dia. Foram anotadas as observações do analista responsável pela medição, onde pontos de atenção foram estudados e causam grandes impactos na fluidez do deslocamento dos veículos.

O cruzamento tem dois estágios semafóricos, exclusivos para a passagem de veículos. Foi constatado que o tempo de sinal verde para a Avenida Marcelino Pires é duas vezes maior que o tempo de verde da Avenida Presidente Vargas. Foi constatado que não há tempo semafórico previsto exclusivamente para pedestres, onde os semáforos de pedestres do cruzamento estavam inoperantes, o que agrava as condições de segurança das ruas da cidade, principalmente para os pedestres, principal modal afetado.

O gráfico abaixo representa o diagrama do ciclo semafórico com dois estágios, onde o gráfico externo representa a Avenida Marcelino Pires e o gráfico interno representa a Avenida Presidente Vargas:

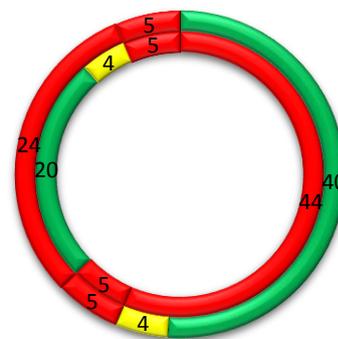


Gráfico 1 - Ciclo Semafórico do cruzamento em análise.

No dia da medição, o clima, uma das 4 variáveis do tráfego urbano, estava de acordo com os padrões da cidade, sem chuva e temperatura média em torno de 28 graus célsius. As vias estavam em condições normais de operação, onde todos os fatores impactantes do dia a dia puderam ser analisados, os quais mostraram um alto impacto na fluidez do deslocamento.

De acordo com medições realizadas no local, o fluxo crítico de veículos na cidade, nas vias analisadas são de 1.962 veículos por hora na Avenida Marcelino Pires e 1.710 veículos por hora na Avenida Presidente Vargas.

A. 1ª Medição: Manhã

Na manhã, o fluxo se mostrou consideravelmente abaixo do máximo diário. Foi constatado que o comércio local passa a receber maiores taxas de consumidores apenas no horário de almoço e fim de tarde, tornando as ruas mais vazias pela manhã.

Foram realizadas duas medições de 45 minutos cada, às 7 horas e 45 minutos e às 8 horas e 45 minutos. Na primeira medição, para a Avenida Marcelino Pires, foi notado um baixo índice de tráfego urbano, porém o maior fluxo foi medido no sentido de Oeste a Leste, ou seja, sentido que permite o acesso dos veículos na região do centro comercial urbano, local de alto fluxo de pessoas e mercadorias.

Na segunda medição houve aumento do fluxo, tanto de entrada quanto de saída do centro comercial, sendo medido um maior fluxo de veículos no sentido de Leste a Oeste, porém mesmo com um fluxo veicular levemente maior, a via se mostrou mais ocupada no sentido oposto, a qual é responsável pelo acesso ao centro comercial urbano de Dourados.

1) Medição Avenida Marcelino Pires

A Avenida Marcelino Pires se mostrou menos utilizada pela manhã. As informações coletadas apontaram maior fluxo de veículos da via no sentido Oeste-Leste, o qual representa o sentido que dá acesso ao centro comercial da cidade. Nota-se também um baixíssimo fluxo veicular no final do tempo de verde de ambos sentidos da via, evidenciando ainda mais a baixa utilização da via pelos moradores da cidade, ponto que dá a oportunidade alterações do tempo semafórico, possibilitando a melhoria do tráfego.

Em seguida, há a tabela de consolidação dos dados das medições da manhã:

Tabela 3 - Consolidação do fluxo veicular da manhã

Fluxo de Saturação (Veículos/Hora)		
Av. Marcelino Pires	Fluxo de Saturação	Média
Sentido Leste-Oeste	954	846
Sentido Oeste-Leste	738	

O fluxo de saturação da via, neste horário, é baixo quando comparado às referências bibliográficas [2], pois o fluxo médio de saturação em uma via com semáforos é, normalmente, de 1.800 veículos por hora por faixa.

A avenida em questão possui 3 faixas, o que a permitiria ter um total de 5.400 veículos por hora como o seu fluxo de saturação total. Estes dados evidenciam a baixa utilização da via por parte dos moradores da cidade.

2) Medição Avenida Presidente Vargas

A Avenida Presidente Vargas se mostrou, como a Avenida Marcelino Pires, pouco utilizada pela manhã. Nota-se um baixo fluxo veicular no ciclo semafórico da via, causado principalmente pelos horários da medição, pois o centro comercial da cidade ainda estava em processo de abertura, portando muitos consumidores ainda não estavam em processo de deslocamento.

Em seguida, há a tabela de consolidação dos dados das medições da manhã:

Tabela 4 - Consolidação do fluxo veicular da manhã

Fluxo de Saturação (Veículos/Hora)	
Av. Presidente Vargas	Fluxo de Saturação
Sentido Norte-Sul	981
Sentido Sul-Norte	720

Em ambas medições o fluxo se mostrou abaixo dos parâmetros do CONTRAN [2], porém a Avenida Presidente Vargas registrou fluxos de saturação semelhantes aos da Avenida Marcelino Pires, que possui fluxos médios superiores. Estas informações exaltam a principal função da via, que é a entrada e saída da cidade, recebendo o fluxo de pessoas que seguem para seus trabalhos ou consumos em centros comerciais.

B. 2ª Medição: Almoço

No horário de almoço da mesma data, o fluxo se mostrou consideravelmente acima do fluxo matinal. Foi constatado que o comércio local passa a receber maiores taxas de consumidores, tornando as ruas mais movimentadas e cheias.

No horário de almoço foram realizadas duas medições de 45 minutos cada, as 12 horas e 30 minutos e as 13 horas e 30 minutos. Na medição, para a Avenida Marcelino Pires, foi conferido um índice de tráfego urbano consideravelmente maior do que o período matutino, onde os fluxos contabilizados

no sentido de Oeste a Leste e de Leste a Oeste, ou seja, houve aumento da quantidade de veículos à região de centro comercial urbano, local de alto fluxo de pessoas e mercadorias.

Dois pontos chamaram a atenção neste período, o primeiro foi o impacto das vagas de estacionamentos paralelos às vias. Nestes locais, onde os veículos executam a manobra da baliza, as vias têm uma de suas faixas interrompidas.

Esta interrupção da faixa, além de causar considerável redução na capacidade da via, é um ponto gerador de perigo, uma vez que o veículo em manobra pode colidir com outro na faixa que ainda há fluxo.

O segundo ponto de atenção foi a ausência de preparo da via para o transporte público. Os ônibus do transporte coletivo ocupam mais de uma faixa da via, impactando a capacidade total de fluxo da via, uma vez que o tempo exigido para que um ônibus saia da inércia e atravesse completamente o semáforo é consideravelmente maior que o tempo de um veículo leve.

1) Medição Avenida Marcelino Pires

A Avenida Marcelino Pires se mostrou mais utilizada no horário de almoço. As informações coletadas apontaram maior fluxo de veículos no sentido Oeste-Leste, o qual representa o sentido que dá acesso ao centro comercial da cidade. Nota-se também um considerável aumento do fluxo veicular comparado ao fluxo no período matutino, ocasionado pelo aumento das atividades comerciais e de serviços.

Foi constatado que o fluxo de veículos é similar em ambos os sentidos da via, onde houve alta demanda no início do tempo de verde. Entretanto, após a passagem do alto fluxo de veículos nos instantes iniciais do tempo de verde, a demanda caiu drasticamente, fazendo, que o semáforo passasse a ter momentos de ociosidade, enquanto a outra avenida tinha demanda em tempo de vermelho. Desse modo o ponto evidencia a necessidade de adequação do ciclo semafórico à demanda viária.

Segue a tabela de consolidação das medições realizadas:

Tabela 5 - Consolidação do fluxo veicular do almoço.

Fluxo de Saturação (Veículos/Hora)	
Av. Marcelino Pires	Fluxo de Saturação
Sentido Leste-Oeste	1404
Sentido Oeste-Leste	1449

2) Medição Avenida Presidente Vargas

A Avenida Presidente Vargas também se mostrou mais utilizada no horário do almoço. Nota-se um considerável aumento do fluxo veicular comparado ao fluxo matinal, ocasionado pelo aumento das atividades comerciais e de serviços.

Observa-se também que ambos os sentidos, independentemente do fluxo e mesmo com os agentes conflitantes presentes na via, resultaram em curvas esperadas de um histograma de fluxo

semafórico, o que mostra que o semáforo está com a taxa de funcionamento adequada para este horário.

Abaixo segue a tabela de consolidação das medições realizadas:

Tabela 6 - Consolidação do fluxo veicular do almoço.

Fluxo de Saturação (Veículos/Hora)	
Av. Presidente Vargas	Fluxo de Saturação
Sentido Norte-Sul	972
Sentido Sul-Norte	1269

C. 3ª Medição: Tarde

No fim do período vespertino da mesma data, foi anotado o maior fluxo do dia. Foi constatado que o comércio local passa a receber ainda maiores taxas de consumidores, tornando as ruas mais movimentadas e cheias, além disto, o fim da jornada de trabalho implica no retorno das pessoas às suas casas, o que ocasionou uma grande taxa de utilização das vias.

No período da tarde foram realizadas duas medições de 45 minutos cada, às 17 horas e 30 minutos e às 18 horas e 30 minutos. Para ambas as vias a medição, resultou no maior fluxo de análise com similaridade entre os 4 (quatro) sentidos analisados. Os fluxos de saturação críticos para o horário foram de 1598 veículos por hora para a Avenida Marcelino Pires e 1548 para a Avenida Presidente Vargas.

Contatou-se que, dada a importância das vias em estudo, ambas foram muito utilizadas pelas pessoas que circulam na cidade, houve alta taxa de deslocamento de pessoas tanto para saída e entrada da cidade quanto para o acesso do centro comercial.

Durante a análise houve um ponto distante 50 metros ao norte do cruzamento, na Avenida Presidente Vargas, onde há um local para retorno no canteiro central. O ponto em questão não tem restrição para nenhum sentido da via, ou seja, tanto o fluxo de Norte-Sul quando o fluxo Sul-Norte, pode fazer uso do retorno, que também não tem canteiro semafórico, restando apenas o controle dos próprios motoristas que, caso haja conflito entre os sentidos, um deles deve parar na via, o que causa interrupção de uma faixa da Avenida Presidente Vargas e, conseqüentemente, impactos negativos no tráfego urbano.

1) Medição Avenida Marcelino Pires

A Avenida Marcelino Pires recebeu sua maior demanda viária neste horário no fim do dia. As informações coletadas apontaram ocupações similares em ambos os sentidos da via, os quais representam o acesso e saída do centro comercial da cidade.

Nota-se também um considerável aumento do fluxo veicular comparado às demais medições do dia, ocasionado pelo fim do expediente de trabalho e a atividade dos estabelecimentos comerciais, concluindo-se que a via é muito utilizada como uma opção de saída da região comercial da cidade.

Abaixo segue a tabela de consolidação das medições realizadas:

Tabela 7 - Consolidação do fluxo veicular da tarde.

Fluxo de Saturação (Veículos/Hora)	
Av. Marcelino Pires	Fluxo de Saturação
Sentido Leste-Oeste	1512
Sentido Oeste-Leste	1683

2) Medição Avenida Presidente Vargas

A Avenida Presidente Vargas também mostrou seu maior fluxo no período da tarde. Nota-se também um considerável aumento do fluxo veicular comparado ao fluxo do restante do dia, ocasionado, não apenas pelas atividades comerciais e de serviços, mas também pela alta taxa de acesso e saída da cidade para as cidades vizinhas ao norte do município.

Abaixo está a tabela de consolidação das medições realizadas:

Tabela 8 - Consolidação do fluxo veicular da tarde.

Fluxo de Saturação (Veículos/Hora)	
Av. Presidente Vargas	Fluxo de Saturação
Sentido Norte-Sul	1548
Sentido Sul-Norte	1548

V. CONCLUSÕES

A cidade de Dourados tem na região de fluxo alto de veículos comparado com as cidades vizinhas. Trata-se de uma região importante na área do agronegócio e por esse motivo é necessária uma importância maior no controle do volume de veículos diários.

A via requer cuidados na redução de reparos pontuais e investimentos no recapeamento, pois a qualidade do asfalto afeta diretamente no fluxo de veículos que transitam diariamente no local.

Quanto à educação, análise do homem como variável, mostra-se uma grande oportunidade em trabalhos educacionais, campanhas de conscientização para a redução de acidentes e conseqüentemente maior fluxo de veículos.

No principal objeto de estudo, que é a análise semafórica do cruzamento principal da cidade, a coleta de dados em diferentes horários, assim como a contagem de veículos real, determinou que os tempos semafóricos estão superdimensionados, ocasionando uma obstrução quanto ao fluxo de veículos.

A redução do tempo semafórico, para ambos os cruzamentos, terá um aproveitamento melhor na quantidade de veículos circulantes e reduzirá possíveis sobredemandas, conhecida popularmente como o trânsito gerado no horário de pico.

As medições de fluxo diário de veículos permitem o cálculo do tempo ideal para o tempo semafórico para o cenário atual da cidade. Porém, foi constatado que não há presença de um tempo específico para o cruzamento de pedestres, logo, também é possível se calcular o tempo ideal em cenários diferentes a fim de implementação em campo.

De acordo com o CONTRAN [2], a velocidade média de cruzamento de um pedestre é de 1,2 metro por segundo. A avenida Marcelino Pires é a via mais larga do cruzamento, possuindo 34 metros de largura total, havendo presença de um canteiro central de 6 metros de largura, totalizando uma travessia de 40m. A partir destas informações é possível se calcular o tempo necessário para pedestres, que resulta em aproximadamente 35 segundos.

As medições ao longo do dia resultaram em uma taxa de ocupação de 23% para a Avenida Marcelino Pires e 18% para a Avenida Presidente Vargas, resultando em uma taxa de 41% para o cruzamento, viabilizando os cálculos por Webster [2].

A partir do cálculo do tempo ideal de pedestres e avaliando-se o tempo perdido já da situação atual do cruzamento, foram criados cenários para o cruzamento, com os cálculos realizados a partir do método de Webster [2]:

- I. Cenário atual, com correção do tempo de ciclo.
- II. Redução do tempo de vermelho geral, a fim de se reduzir o tempo perdido.
- III. Tempo de pedestres minorado em 15 segundos, assumindo travessia em duas etapas.
- IV. Tempo de pedestres total, assumindo travessia em uma etapa.

O tempo de ciclo é calculado somando-se todos os tempos do semáforo, no gráfico 1, totalizando um ciclo de 78 segundos, onde foi notado nas análises que os tempos de verde aparentam superdimensionamento, pois há períodos de grande ociosidade no semáforo nos fins do tempo de verde.

O tempo perdido é calculado somando-se todos os tempos onde não há autorização para a passagem de veículos no semáforo, no gráfico 1, tem-se os tempos detalhados do cruzamento, onde há os tempos de 5 segundos de tempo de vermelho geral e mais 4 segundos de tempo de amarelo duas vezes dentro do ciclo. A partir do exposto, calcula-se o tempo perdido do cenário 1, retrato da realidade do cruzamento, totalizando 18 segundos. No cenário 2, o tempo perdido é ajustado para 12 segundos, reduzindo-se o TVG de 5 para 2 segundos. No cenário 3, adota-se travessia de pedestres em duas etapas, totalizando um tempo perdido de 20 segundos. No cenário 4, é feito com todo o tempo de travessia de pedestres, totalizando um tempo perdido de 35 de 45 segundos.

Os resultados dos cálculos podem ser conferidos na tabela a seguir:

Tabela 9 - Cálculo de Cenários de Tempo Semafórico

Cenário 1	
Tempo Perdido Total (S)	18
Tempo de Ciclo Ótimo (S)	54
Tempo de Verde - Marcelino Pires (S)	20
Tempo de Verde - Presidente Vargas (S)	16
Tempo Perdido por Hora (Min)	20
Cenário 2	
Tempo Perdido Total (S)	12
Tempo de Ciclo Ótimo (S)	39
Tempo de Verde - Marcelino Pires (S)	15
Tempo de Verde - Presidente Vargas (S)	12
Tempo Perdido por Hora (Min)	18
Cenário 3	
Tempo Perdido Total (S)	30
Tempo de Ciclo Ótimo (S)	85
Tempo de Verde - Marcelino Pires (S)	30
Tempo de Verde - Presidente Vargas (S)	24
Tempo Perdido por Hora (Min)	21
Cenário 4	
Tempo Perdido Total (S)	45
Tempo de Ciclo Ótimo (S)	123
Tempo de Verde - Marcelino Pires (S)	43
Tempo de Verde - Presidente Vargas (S)	35
Tempo Perdido por Hora (Min)	22

A partir dos resultados, conclui-se que o cruzamento pode ser corrigido com mais de um dos cenários expostos. A melhor opção está na combinação de cenários, onde nos períodos de menor demanda por parte dos pedestres, isto é, período da manhã enquanto o centro comercial não é altamente demandado, utiliza-se menores tempos de ciclo, priorizando a agilidade na alternância de liberação dos sentidos do tráfego. Enquanto nos horários de maior demanda de pedestres, utiliza-se os cenários 3 ou 4, dando tempo adequado e seguro para a passagem de pedestres.

A adoção dos cenários calculados tem grande vantagem frente à realidade do cruzamento, pois promoverá mais segurança aos usuários, uma vez que o tempo para o cruzamento de pedestres será escalonado corretamente. O tempo de ociosidade do semáforo também será reduzido, pois com a redução dos tempos de verde, as vias terão maior alternância de fluxo e menos tempo paradas, garantindo agilidade na fluidez do trânsito.

Para finalizar, mesmo cidades que não tenham um órgão específico para essa análise, recomenda-se que nos setores da secretaria da prefeitura tenha profissionais capacitados na engenharia de tráfego com o objetivo de propor melhorias nas

vias, visto que possíveis congestionamentos possam ser solucionados com mudanças nos controles semafóricos.

VI. REFERÊNCIAS

[1] LESTER, A. H. **Engenharia de infraestrutura de transportes: uma Integração Multimodal**, São Paulo: Cengage, 2011.

[2] CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (CONTRAN). **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - Volume V - Sinalização Semafórica**. Brasília: CONTRAN, 2014.

[3] Publicação Detran - **LEI COMPLEMENTAR Nº 205, Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo e o Sistema Viário no município de Dourados**. Dourados, 2012.

[4] Publicação IBGE - IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2018. **População no último censo: IBGE, Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <
<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ms/dourados/panorama>>.
Acesso: 07/03/2018, 17:00.

[5] Publicação Prefeitura de Dourados - **PERFIL SOCIOECONÔMICO DE DOURADOS**. Disponível em: <
<http://www.youblisher.com/p/1713108-Perfil-Socioeconomico-de-Dourados/>>. Acesso: 11/04/2018, 14:00.

[6] Publicação Prefeitura de Dourados - **CIDADE DE DOURADOS**. Disponível em: <
<http://www.dourados.ms.gov.br/index.php/cidade-de-dourados/>>. Acesso: 27/02/2018, 17:55.