

METODOLOGIA DE CARACTERIZAÇÃO DO CONGESTIONAMENTO URBANO A PARTIR DE DADOS MODELADOS POR SISTEMAS CENTRALIZADOS DE CONTROLE DE TRÁFEGO EM TEMPO REAL

Hamifrancy Brito Meneses

Hélio Henrique Holanda de Souza

Curso de Tecnologia em Estradas

Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará – CEFET/CE

Marcus Vinicius Teixeira de Oliveira

Controle de Tráfego em Área de Fortaleza – CTAFOR

Autarquia Municipal de Trânsito, Serviços Públicos e de Cidadania de Fortaleza – AMC

Resumo

A ocupação desordenada do solo e o uso indiscriminado de modos de transporte individual têm intensificado a ocorrência de congestionamentos de tráfego nas médias e grandes cidades brasileiras, resultando em piora na qualidade de vida. Este trabalho apresenta uma metodologia de caracterização de congestionamentos recorrentes em interseções semaforizadas controladas por sistemas CTA (Controle de Tráfego em Área em Tempo Real). Esta metodologia é capaz de identificar as aproximações semaforizadas de um dado corredor de tráfego, onde ocorrem condições recorrentes de congestionamento e seus respectivos horários e dias. Esta identificação é efetuada com base na análise estatística descritiva de dados de tráfego modelados por sistemas centralizados de controle de tráfego. Os resultados obtidos para aplicação desta metodologia para um corredor arterial na cidade de Fortaleza, indicam que o método proposto permite identificar de forma clara e objetiva os locais e horários onde ocorrem condições congestionadas de tráfego rotineiras e predominantes.

Abstract

The disordered occupation of the soil and the indiscriminate use of individual transport mode have been intensifying the occurrence of traffic congestion in great Brazilian cities, resulting in worsening at the life quality in urban centers. This work presents a methodology for characterization of traffic jam, in signal intersections controlled by UTC Centers. This methodology is capable to identify the links in the signal intersection, where happen repeated conditions of traffic jam and their respective hours and days. This identification is made combining descriptive statistical analysis of traffic data, modeled by UTC Centers in real time, with the experience at the local traffic engineers. The results for application at this methodology, in an arterial corridor in the Fortaleza city, have indicate that the proposed method allows to identify the places, hours and days where happen repeated and predominant congested traffic conditions.

1. INTRODUÇÃO

O aumento desordenado do adensamento urbano, associado ao uso indiscriminado do solo e dos modos de transporte individual (ex.: automóvel, motocicleta), têm ocasionado o agravamento das condições de tráfego urbano nas grandes capitais brasileiras (Araújo e Portugal, 2001). Como consequência, as populações dos grandes centros urbanos têm sofrido com diversos efeitos negativos resultantes da condição congestionada de tráfego (ex.: poluição sonora, aumento dos tempos de viagem, acidentes de trânsito etc.).

As condições congestionadas de tráfego compreendem as condições de operação viária em que a qualidade do fluxo de tráfego se deteriora além do nível aceitável pelo usuário, resultando em aumento do tempo de viagem e do atraso, na emissão de poluentes, em aumento do número de acidentes, da poluição sonora, etc. (Thurgood, 1995). A definição do nível aceitável de congestionamento varia conforme o usuário, o modo de transporte, o período de tempo (hora do dia, dia da semana e/ou ano) e a localização geográfica.

Neste contexto, frente ao aumento das condições de tráfego congestionadas nos centros urbanos, algumas capitais brasileiras, como São Paulo, Rio de Janeiro e Fortaleza, têm implantado sistemas centralizados de controle do tráfego urbano (sistemas CTA) para promover uma gestão mais eficiente e eficaz dos deslocamentos viários (Loureiro *et al.*,

2002). Estes sistemas promovem o monitoramento e a otimização da circulação viária, tendo como base um conjunto de dados coletados e modelados em campo, em tempo real.

Complementarmente, os sistemas CTA podem ser usados para auxiliar no processo de caracterização de condições congestionadas de tráfego não triviais, por meio da análise de bases de dados de tráfego modeladas pelos respectivos sistemas de controle semafórico (ex.: sistema SCOOT). Diante deste contexto, este trabalho apresenta uma metodologia de caracterização das condições de congestionamento no sistema viário urbano, com base em dados de tráfego modelados por sistemas de controle semafórico em tempo real.

2. CONTROLE CENTRALIZADO DE TRÁFEGO URBANO

Conforme destaca Aquino *et al.* (2001), os sistemas centralizados de controle de tráfego (sistemas CTA) constituem em uma das aplicações de *Advanced Traffic Management Systems* (ATMS), usados para promover a gestão do tráfego urbano. Estes sistemas buscam otimizar o uso da capacidade viária existente e reduzir o tempo de viagem dos usuários. De acordo com Souza *et al.* (2000), os sistemas CTA podem adotar três estratégias de operação semafórica: seleção dinâmica de planos, operação em tempo fixo e operação em tempo real. Nesta última modalidade, o controle semafórico é implementado, em tempo real, com base em dados de tráfego coletados em campo. Além da aplicação destes dados para fins operacionais de controle de tráfego, os dados coletados e modelados pelos sistemas CTA podem ser utilizados para atividades de planejamento, uma vez que são consolidados e armazenados em bases de dados específicas (Wood, 1993).

No caso específico do sistema CTA de Fortaleza (CTAFOR), a gestão do tráfego urbano é efetuada com base em três sub-sistemas, são eles: a) o sub-sistema de Circuito Fechado de Televisão (CFTV), que emprega câmeras para o monitoramento remoto do tráfego urbano em campo; b) o sub-sistema de painéis de mensagens variáveis, que utiliza painéis instalados em pórticos para disseminar mensagens variadas de trânsito aos usuários do sistema viário; e c) o sub-sistema de controle semafórico centralizado, baseado no modelo *Split Cycle Time and Offset Optimization Technique* (SCOOT), que utiliza um conjunto de *hardware* e *software* para implementar o controle centralizado otimizado, em tempo real, das principais interseções semaforizadas de Fortaleza (Medeiros *et al.*, 2001).

Além de implementar o controle semafórico em tempo real, o sistema SCOOT alimenta periodicamente uma base de dados de tráfego específica. Conforme relata Meneses (2003), esta base de dados abrange a modelagem de dezoito variáveis de tráfego (ex.: volume, atraso, tempo de viagem), agregadas temporalmente em períodos de 15 minutos, para até sete categorias de entidades viárias (ex.: semáforo, área, *links*). Deste conjunto de variáveis, foram destacadas duas variáveis que apresentam relevância na capacidade de identificação de condições congestionadas de tráfego. Este processo inicial de identificação ocorreu com base em discussões técnicas junto ao corpo técnico do CTAFOR, divisão do órgão gestor do trânsito de Fortaleza responsável pela gestão do sistema CTA da cidade. As variáveis selecionadas foram: saturação e congestionamento.

A variável saturação, medida em (%), compreende o grau de saturação de uma dada aproximação semafórica, conforme modelado pelo sistema SCOOT. Em termos teóricos a saturação mede o percentual de tempo de verde usado por uma dada aproximação do semáforo, com base na passagem de veículos sobre os laços detectores da referida aproximação, durante o estágio de verde. Entretanto, em termos práticos, os valores de saturação modelados pelo SCOOT variam de 0 a 160 %, em geral. Desta forma, quando a saturação é superior a 100%, a oferta de tempo de verde foi inferior à demanda dos

veículos de uma dada aproximação que desejavam transpor a correspondente interseção semaforizada, ocasionando a formação de fila residual. Esta fila residual é detectada por meio dos laços magnéticos em campo e serve de base para estimar o adicional da variável saturação que excede o limite teórico de 100%. No caso da variável congestionamento, também medida em %, expressa um percentual de ocupação do laço detector de uma dada aproximação semaforizada, durante um dado período de tempo. Esta variável é calculada pela razão entre o número de períodos de 4s que o detector esteve ocupado e o número total de períodos observados (PEEK, 2001).

3. METODOLOGIA DE CARACTERIZAÇÃO DO CONGESTIONAMENTO URBANO

A metodologia de caracterização do congestionamento urbano compreende a identificação das aproximações semaforizadas, dos horários e dias da semana onde se configura a recorrência de condições congestionadas de tráfego. Esta identificação é efetuada com base em dados modelados por sistemas centralizados de controle de tráfego em tempo real. No caso do sistema SCOOT, adotado pelo CTAFOR, o processo de identificação de condições congestionadas foi implementado com base na análise agregada dos níveis médios das variáveis saturação e congestionamento modeladas pelo sistema SCOOT. De forma complementar, agrega-se ao processo de análise a variável fluxo de tráfego médio, para fins de hierarquização dos pontos críticos de congestionamento identificados. A seguir, procede-se a descrição da referida metodologia, que está dividida em cinco etapas.

A primeira etapa consiste na hierarquização dos corredores de tráfego prioritários, por meio da determinação do volume de tráfego das aproximações das interseções semaforizadas que compõem um dado corredor de tráfego urbano. A determinação deste volume de tráfego é efetuada pelo somatório da variável fluxo de tráfego calculada pelo sistema SCOOT para cada aproximação semaforizada, em períodos de agregação temporal de 15 minutos. Este somatório é efetuado para cada uma das aproximações ao longo de todo o dia, durante todos os dias que compõem um dado mês típico, desconsiderados dias atípicos. Determinados o volume de tráfego mensal de cada aproximação, o volume de tráfego do corredor como um todo é obtido por meio do somatório dos volumes individuais obtidos para cada uma das aproximações que compõem o corredor de tráfego em análise.

Finalizada a etapa de hierarquização dos corredores de tráfego, procede-se a segunda etapa, onde são importados os dados de tráfego modelados pelo sistema de controle semaforizado SCOOT do CTAFOR, necessários para o processo de caracterização do congestionamento viário em corredores de tráfego urbano. Desta forma, são importados os dados de *fluxo de tráfego* (veic/h), *saturação* (%) e *congestionamento* (%) para cada uma das aproximações semaforizadas do corredor de tráfego em estudo, por meio do *software* ASTRID (*Automatic SCOOT Traffic Information Database*), responsável pelo armazenamento e gerenciamento da base de dados dinâmica do sistema SCOOT. A importação destes dados é efetuada para todos os dias da semana, durante o período de 24 horas, ao longo de um dado mês típico. Cabe destacar, que os dados importados são tratados quanto a existência de valores extremos. Assim, são eliminados os dados de dias atípicos, resultados de feriados e eventos, bem como valores falhos de modelagem efetuados pelo sistema (ex.: saturação elevada concomitantemente com uma medida de fluxo de tráfego nula).

Ao final da etapa de importação de dados, a terceira etapa compreende a elaboração de gráficos cartesianos temáticos de congestionamento. A escala horizontal deste tipo de gráfico apresenta todos os períodos horários de 15 minutos ao longo das 24h do dia (96 períodos de 15 minutos). Por sua vez, a escala vertical é subdividida em duas categorias. A primeira escala vertical, posicionada à esquerda do gráfico, dispõem a variação dos

indicadores de decisão denominados *saturação* e *congestionamento* médios, medidas em %. A variável *saturação* é representada no gráfico temático por meio de barras verticais, enquanto a variável *congestionamento* é representada por meio de gráficos de linhas e pontos. Já a segunda escala vertical, posicionada à direita do gráfico, dispõe a escala de variação da medida subsidiária correspondente ao *fluxo de tráfego médio*, em veículo/hora e representado na forma de gráfico de linha. Estes gráficos de caracterização das condições de congestionamento são gerados para cada uma das aproximações semaforicas do eixo viário estudado, para os dias de sábado, domingo e um dia típico de um dado mês. O dia típico é obtido a partir da média das variáveis consideradas durante os dias de segunda a sexta-feira, desconsiderando-se dias atípicos (ex.: feriados, grandes eventos).

Após a elaboração dos gráficos temáticos de caracterização do congestionamento, a quarta etapa consiste na elaboração de uma tabela síntese de congestionamento urbano. Ao contrário dos gráficos temáticos de congestionamento, que são elaborados para quaisquer condições de saturação e de congestionamento, esta tabela apresenta as mesmas variáveis de decisão apresentadas nos referidos gráficos, somente em condições potencialmente congestionadas. Desta forma, a referida tabela síntese dispõe, para cada aproximação semaforica do corredor viário estudado, somente os períodos horários de 15 minutos onde a variável *saturação* foi superior a 100%, bem como o valor médio e o coeficiente de variação desta variável ao longo de horários de pico do tráfego. Estas medidas são determinadas para cada aproximação considerando separadamente um dia típico, um sábado e um domingo do mês estudado.

Efetuada a elaboração das tabelas síntese e dos gráficos temáticos de congestionamento urbano, procede-se a quinta etapa em que ocorre a identificação dos pontos críticos de congestionamento. Esta identificação é realizada por meio da combinação dos dados de *saturação*, *congestionamento* e de *fluxo de tráfego* agregados e apresentados nas tabelas sínteses e nos gráficos temáticos de congestionamento, elaborados nas etapas anteriores.

A referida análise combinada é efetuada em dois momentos. No primeiro momento, procede-se a identificação dos cruzamentos semaforicos e seus respectivos períodos horários onde a saturação é superior a 100%, tendo como base a tabela síntese de congestionamento elaborada para o corredor de tráfego estudado. Contudo, esta evidência inicial abrange somente a categoria de *congestionamento* em função da formação de fila residual, onde os usuários de uma aproximação viária levam dois ou mais ciclos para transpor e cruzamento semaforico. Nestas situações, o sistema SCOOT registra a permanência de veículos sobre os laços detectores por intervalos de tempo superiores aos tempos de verde ofertados, ocasionado uma medida de saturação superior a 100%. Entretanto, podem ocorrer situações de congestionamento, mesmo quando toda a demanda de veículos de uma dada aproximação é atendida num mesmo ciclo. Dessa forma, o congestionamento é caracterizado pela permanência de veículos parados sobre os laços detectores durante o período de verde, embora estes veículos sejam atendidos durante o estágio de verde ofertado, não ocorrendo a formação de fila residual. Esta situação inviabiliza a identificação de condições congestionadas por meio da variável saturação, uma vez que o sistema SCOOT registrará valores de saturação inferiores a 100%.

Neste caso, a identificação de pontos e horários críticos de congestionamento é realizada em um segundo momento por meio da análise combinada da tabela síntese com os gráficos temáticos de congestionamento. Inicialmente, procura-se identificar, com base na tabela síntese, as aproximações semaforicas que registraram valores elevados para a média e/ou para o coeficiente de variação da variável *congestionamento* modelada pelo SCOOT, ao

longo do período de 24 horas. Em seguida, identificadas as aproximações candidatas a condições congestionadas, procede-se a análise detalhada de seus respectivos gráficos temáticos de congestionamento, buscando-se avaliar de forma subjetiva o nível de variação da variável *congestionamento*. Por meio desta análise subjetiva, são identificados os horários e as aproximações semafóricas onde a variação do congestionamento é significativa o suficiente para caracterizar a ocorrência de condições congestionadas.

Cabe ressaltar ainda que, a determinação do nível de variação significativa da variável congestionamento, capaz de caracterizar a ocorrência de situação de congestionamento de tráfego, varia de um local para outro. Além disto, esta caracterização de congestionamento, sob baixos níveis de saturação, depende do conhecimento das condições reais de tráfego em campo, por parte da equipe técnica que efetua a análise. Desta forma, é fundamental combinar as análises da tabela síntese e dos gráficos temáticos de congestionamento, com inspeções em campo e discussões técnicas com técnicos que detenham um bom conhecimento da prática operacional cotidiana do tráfego no corredor viário estudado.

O resultado final desta metodologia de identificação de condições congestionadas em corredores de tráfego consiste na listagem das aproximações e respectivos horários onde foram evidenciadas condições mínimas de mais de um ciclo para transpor o cruzamento semafórico, pelo atraso sofrido durante o período de verde numa dada aproximação.

4. APLICAÇÃO PILOTO: CORREDOR VIÁRIO DA AVENIDA 13 DE MAIO

4.1. Caracterização geral do corredor da Avenida 13 de Maio

A aplicação piloto da metodologia de caracterização de congestionamento urbano foi implementada no corredor viário da Avenida 13 de Maio. Com uma extensão de aproximadamente 2,6 km, a referida avenida compõe um dos principais corredores arteriais de ligação leste-oeste da cidade de Fortaleza. A seguir, a Figura 1 apresenta uma representação gráfica do corredor viário da av. 13 de maio e das aproximações semafóricas sob controle centralizado do CTAFOR.

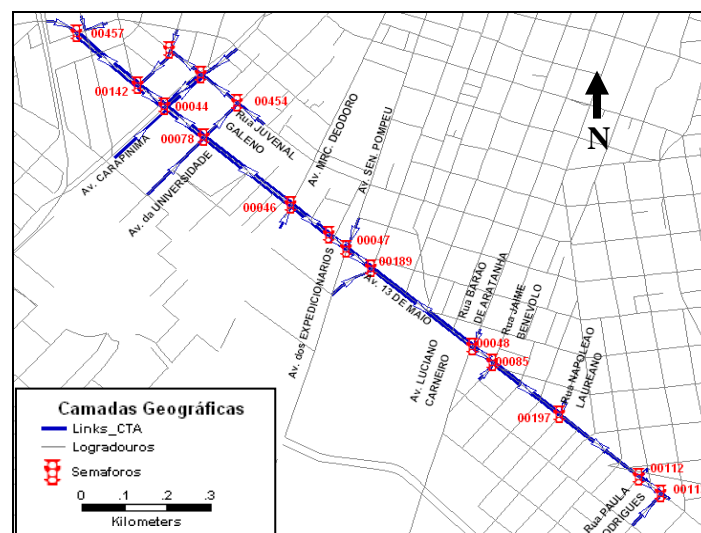


Figura 1.: Representação gráfica do corredor arterial da av. 13 de maio em Fortaleza.

Em termos de geometria, o referido corredor é composto por duas pistas, cada uma com duas faixas de tráfego, sendo os sentidos separados por um canteiro central. Em termos de controle semafórico, a Av. 13 de Maio dispõe de controle semafórico centralizado em tempo real, implementado pelo CTAFOR, em 11 interseções e 2 semáforos para pedestres ao longo do referido corredor de tráfego.

O uso do solo lindeiro ao corredor da Av. 13 de Maio é predominantemente comercial, com a disposição de *shopping centers*, bancos, farmácias, restaurantes, universidades, igrejas, que constituem pólos geradores de tráfego (PGT's). A maior parte do acesso aos lotes lindeiros ao corredor arterial é realizado por meio de rebaixamento do meio fio. Além disto, este corredor viário concentra uma grande quantidade de linhas de transporte coletivo, associada com uma grande movimentação de pedestres nas proximidades dos PGT's mencionados. Estas condições de uso do solo e de circulação viária resultam em uma maior disputa pelo espaço na via, potencializando a ocorrência e o agravamento de condições congestionadas de tráfego.

4.2. Caracterização de condições de congestionamento viário na Avenida 13 de Maio

Os resultados da aplicação da metodologia de caracterização de congestionamento urbano no corredor da Av. 13 de Maio, conforme descrito na seção 3, foram, inicialmente, consolidados numa Tabela Síntese de Congestionamento, conforme ilustrado na Figura 2.

Cruzamento: 00078 - Av. 13 de Maio X Av. da Universidade									
Link: 00078:C - Aproximação Sul: Av da Universidade.									
Horário (hh:mm)	Dia típico			Sábado			Domingo		
	SAT. Média (%)	CONG Médio (%)	C.V. CONG (24h)	SAT. Média (%)	CONG Médio (%)	CONG (24h)	SAT. Média (%)	CONG Médio (%)	CONG (24h)
07:45 08:00	100,19	-	-	-	-	-	-	-	-
08:15 08:30	114,95	-	-	-	-	-	-	-	-
08:30 08:45	147,95	-	-	-	-	-	-	-	-
08:45 09:00	106,33	-	-	-	-	-	-	-	-
06:30 09:30	-	8,00	0,80	-	0,17	1,85	-	0,00	0,00
10:30 14:30	-	0,98	0,87	-	0,08	1,93	-	0,00	0,00
17:30 19:30	-	7,33	0,46	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00
06:00 24:00	-	2,85	1,49	-	0,05	3,40	-	0,00	0,00
Cruzamento: 00047 - Av. 13 de Maio X Av. Sen. Pompeu									
Link: 00047:e - Aproximação Norte: Av. Sen. Pompeu.									
Horário (hh:mm)	Dia típico			Sábado			Domingo		
	SAT. Média (%)	CONG Médio (%)	C.V. CONG (24h)	SAT. Média (%)	CONG Médio (%)	C.V. CONG (24h)	SAT. Média (%)	CONG Médio (%)	C.V. CONG (24h)
06:30 09:30	-	1,50	0,91	-	0,03	3,46	-	0,00	0,00
10:30 14:30	-	1,73	1,10	-	1,04	1,62	-	0,00	0,00
17:30 19:30	-	11,80	0,71	-	0,04	2,83	-	0,00	0,00
06:00 24:00	-	2,09	1,99	-	0,38	2,93	-	0,00	0,00

Figura 2.: Ilustração parcial da Tabela Síntese de Congestionamento do corredor da av. 13 de Maio em Fortaleza, determinada a partir de dados do mês de maio de 2007.

Num primeiro momento, a partir dos dados apresentados na Tabela Síntese de Condições de Congestionamento, foi possível identificar às aproximações semaforicas do corredor da Av. 13 de Maio, sujeitas a condições congestionadas de tráfego. Inicialmente, foram evidenciadas às aproximações cuja saturação média (variável SAT) ultrapassou 100%, bem como seus respectivos horários de ocorrência. Por exemplo, conforme Figura 3, a aproximação sul do cruzamento da Av. 13 de Maio com Av. da Universidade, apresentou condições de saturação média superiores a 100% durante o período de 7:45 às 9:00 hs de um dia típico (segunda a sexta-feira), no mês de maio de 2007. Os dados de saturação obtidos para esta aproximação indicam condições congestionadas de tráfego (ver Figura 3.a e 3.b), onde os condutores de veículos necessitam, em média, de mais de um ciclo para transpor o referido cruzamento semaforico.

Além das aproximações congestionadas devido à ocorrência de níveis de saturação superiores a 100%, a análise dos resultados da Tabela Síntese de Congestionamento (ver Figura 2) permite identificar aproximações semaforicas congestionadas devido a atrasos durante o período de verde. Este tipo de congestionamento é caracterizado com base nos valores médios e na variação da variável congestionamento (variável CONG), modelada pelo SCOOT. Esta variável mede o nível de ocupação dos laços detectores veiculares, em campo, durante o estágio de verde de uma dada aproximação. Cabe destacar que, neste tipo

de congestionamento, embora os usuários sofram atraso durante o período de verde, a maioria consegue transpor o cruzamento semafórico em um único ciclo.

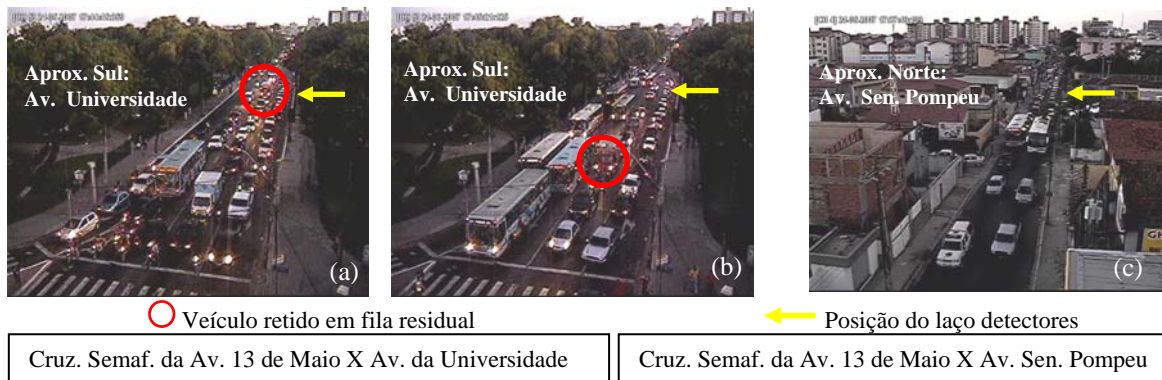


Figura 3.: Ilustração de condições de tráfego em aproximações semaforizadas potencialmente congestionadas do corredor da Av. 13 de Maio.

Assim, no caso do corredor viário da Av. 13 de Maio, a análise da respectiva Tabela Síntese de Congestionamento (ver Figura 2) permitiu identificar condições congestionadas de tráfego na aproximação norte do cruzamento semafórico da Av. 13 de Maio com a Av. Sen. Pompeu, durante o período de 17:30 às 19:30 hs (ver Figura 3.c). Neste período, a variável CONG apresentou o valor médio máximo (11,8%), com moderada dispersão em torno da tendência central. Este resultado indica que os laços detectores desta aproximação estiveram ocupados por até 11,8% do estágio de verde, por veículos lentos ou parados.

Após a análise tabular, um segundo momento analítico é necessário para avaliar com maior precisão os períodos e a intensidade de condições congestionadas de tráfego nas aproximações semaforizadas consideradas congestionadas, a partir da análise da variável CONG. Para tanto, ambas variáveis de decisão SAT e CONG são apresentadas de forma gráfica, em conjunto com a variável fluxo de tráfego (FLT), para cada aproximação semafórica potencialmente congestionada, apontada pela variável CONG. A seguir, a Figura 4 apresenta o exemplo de Gráfico de Congestionamento da aproximação norte (Av. Sen. Pompeu) do cruzamento semafórico da Av. 13 de Maio x Av. Sen. Pompeu.

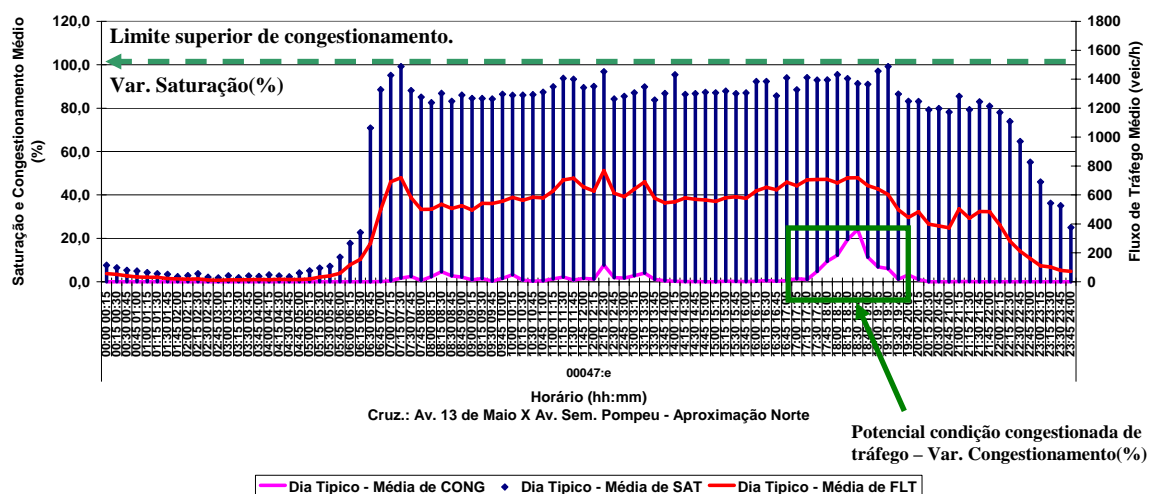


Figura 4.: Ilustração do Gráfico de Congestionamento da aproximação norte do cruzamento da Av. 13 de maio com Av. Sen. Pompeu.

A análise da Figura 4 permite identificar com mais clareza o período horário e a intensidade das condições congestionadas de tráfego na aproximação norte da Av. 13 de Maio com Av. Sen. Pompeu. Assim, conforme Figura 4, a variação da variável CONG foi mais significativa no período de 18:00 às 19:00 hs, com valor máximo de CONG igual a 21%. Nos demais períodos do dia, a variação da referida variável foi pouco significativa. Cabe destacar que durante o período considerado congestionado, com base na variável CONG, a variável SAT não ultrapassou o limite de 100%. Desta forma, o tipo de congestionamento identificado na aproximação norte da Av. Sen. Pompeu é diferente daquele identificado para a aproximação sul da Av. da Universidade. Na primeira aproximação, o congestionamento é caracterizado pela predominância de usuários sofrendo atrasos durante o estágio de verde, embora consigam transpor a interseção semafórica em um único ciclo. Já na segunda aproximação, ocorre a predominância da formação de fila residual após a execução do estágio de verde, fazendo com que os usuários necessitem de mais de um ciclo semafórico para transpor o respectivo cruzamento semafórico.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou uma metodologia prática de caracterização de pontos críticos de congestionamento urbano, com base na análise estatística descritiva de dados de tráfego modelados por sistemas centralizados de controle semafórico. A aplicação desta metodologia para um corredor arterial de tráfego na cidade de Fortaleza permitiu constatar a eficácia deste método, relativamente à identificação de aproximações semafóricas congestionadas, bem como seus horários e dias de recorrência.

Contudo, a metodologia apresentada neste trabalho limita-se a permitir a identificação de condições congestionadas de tráfego predominante em um dado corredor de tráfego, uma vez que toda a análise é baseada em medidas de tendência central dos indicadores de desempenho (SAT, CONG e FLT). Além disto, a eficácia dos resultados requer que os indicadores de desempenho sejam analisados em conjunto com os técnicos responsáveis pela gestão cotidiana do corredor de tráfego analisado, visando a incorporação do caráter subjetivo e qualitativo das condições operacionais de tráfego locais.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aquino, W.; N. B. de Aquino e W. F. Pereira (2001) Considerações sobre o Uso de ITS. *Revista de Transportes Públicos*, ANTP, Ano 23, 2º semestre, p. 33-37.
- Araújo, L. A. e L. da S. Portugal (2001) Um Procedimento de Análise do desempenho de Redes Viárias Urbanas Relacionadas com a Qualidade de Vida. *Anais do XV Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, ANPET, Campinas, SP, Vol. 1, p. 199-207.
- Loureiro, C. F. G.; C. H. P. Leandro; M. V. T. de Oliveira (2002) Sistema Centralizado de Controle do tráfego de Fortaleza: ITS Aplicado à Gestão Dinâmica do Trânsito Urbano. *Anais do XVI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, ANPET, Natal, RN, Comunicações Técnicas, p. 19-26.
- Thurgood, G. S. (1995) Development of a Freeway Congestion Index Using an Instrumented Vehicle. Transportation Research Board, *The 74 th Annual Meeting*, Washington, D.C., USA.
- Wood, K. (1993) *Urban Traffic Control – Systems Review*. Project Report 41- UG26. Transportation Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire, Inglaterra.
- Medeiros, F. C.; M. S. Luna e C. F. G. Loureiro (2001) Controle do Tráfego em Área de Fortaleza: Uma Nova Experiência na Gerência do Trânsito. *Anais do 13º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito*, ANTP (CD-Rom), Porto Alegre, RS.
- Meneses, H. B. (2003) *Interface Lógica Em Ambiente SIG para Bases de Dados de Sistemas Centralizados de Controle do Tráfego Urbano em Tempo Real*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Fortaleza, Ceará, Brasil.
- PEEK (2001) *Operator Manual – ASTRID*. Volume D, Peek Traffic LTD, London, UK.