

AValiação DA QUALIDADE DO TRáfego NAS VIAS ARTERIAIS DE FORTALEZA UTILIZANDO O *HIGHWAY CAPACITY MANUAL* 2000

Carlos Felipe Grangeiro Loureiro
Francisco Suliano Mesquita Paula
Dante Diego de Moraes Rosado e Sousa
Felipe Viana Bezerra Maia

Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes – PETRAN
Universidade Federal do Ceará – UFC

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo principal avaliar a qualidade do tráfego na malha viária urbana de Fortaleza, a partir da aplicação da metodologia do *Highway Capacity Manual* (HCM2000) em uma amostra de 15 corredores arteriais da cidade. Como objetivo secundário, buscou-se verificar a aplicabilidade do método de classificação das vias urbanas e do modelo de simulação das velocidades médias propostos no Capítulo 15 do HCM2000. Os resultados da análise operacional indicaram cerca de 1/3 da rede arterial operando em níveis de serviço E/F, resultando em velocidades médias de deslocamento nos picos em torno de 20 km/h. Quanto à aplicabilidade da metodologia do HCM2000, foram constatadas diferenças significativas entre as velocidades simuladas e as observadas em campo, recomendando-se uma recalibração dos parâmetros de entrada, assim como adaptações no método de classificação viária.

ABSTRACT

This work aimed at the assessment of the quality of traffic mobility in Fortaleza's urban street network, based on the use of the Highway Capacity Manual (HCM2000) methodology applied to a sample of 15 arterial corridors. As a secondary objective, it tried to verify the applicability of the urban streets classification method and of the average travel speed simulation method presented in HCM2000's Chapter 15. The results of the operational analysis indicated that 1/3 of Fortaleza's arterial system is operating under levels of service E/F, resulting in average travel speeds during peak hours around 20 km/h. Regarding the applicability of HCM2000's methodology, there were significant differences between the simulated and observed speeds, being recommended a recalibration process of input variables, as well as adjustments in the classification method.

1. INTRODUÇÃO

A frota de veículos em Fortaleza vem crescendo, nas últimas duas décadas, a uma taxa média de 6% ao ano, o que vem acarretando congestionamentos cada vez mais expressivos nas horas de pico, especialmente devido a uma maior concentração de fluxos veiculares nestes períodos e a uma quantidade crescente de interseções semaforizadas, resultando em deslocamentos mais lentos entre as diversas origens e destinos da cidade. Como consequência, os custos de deslocamento por motivos trabalho e estudo elevam-se para o usuário do transporte motorizado, especialmente o do transporte coletivo. Da mesma forma, vem crescendo o número de ocorrências e a severidade dos acidentes de trânsito, com destaque para os atropelamentos e as colisões com bicicletas.

Por outro lado, a expansão da oferta na malha viária da cidade não vem acompanhando o aumento da demanda por deslocamentos que, embora a uma taxa menor, evoluem proporcionalmente ao crescimento da frota de veículos. A maior parte destes deslocamentos em Fortaleza, como é o caso das médias e grandes cidades brasileiras que não possuem uma rede de vias expressas, ocorrem no conjunto das vias arteriais. Porém, como a cidade possui uma malha bastante reticulada (ver Figura 1), com vias estreitas e sem uma hierarquia bem definida, parte considerável dos deslocamentos de média e longa distância acaba por utilizar vias coletoras e locais, fenômeno que tende a se intensificar com a saturação das vias arteriais decorrente da intensificação descontrolada do seu uso do solo lindeiro. Na Figura 1, que apresenta a classificação viária do município de Fortaleza segundo a sua Lei de Uso e Ocupação do Solo, pode-se observar também o desenho reticulado da rede arterial, assim

como uma configuração planejada de anéis expressos que tendem a operar como vias arteriais, como já vem acontecendo com o 1º Anel Viário, dada a incapacidade de controlar os acessos ao solo lindeiro e a falta de recursos para investimentos em viadutos e túneis, resultando na implantação de semáforos nos cruzamentos com as vias arteriais. Percebe-se, portanto, a relevância das vias arteriais para a mobilidade dos usuários do transporte motorizado em Fortaleza, interligando todas as regiões do município. Logo, monitorar, avaliar e manter a qualidade desses corredores de tráfego torna-se algo prioritário para a manutenção de condições adequadas de fluidez e segurança na malha.

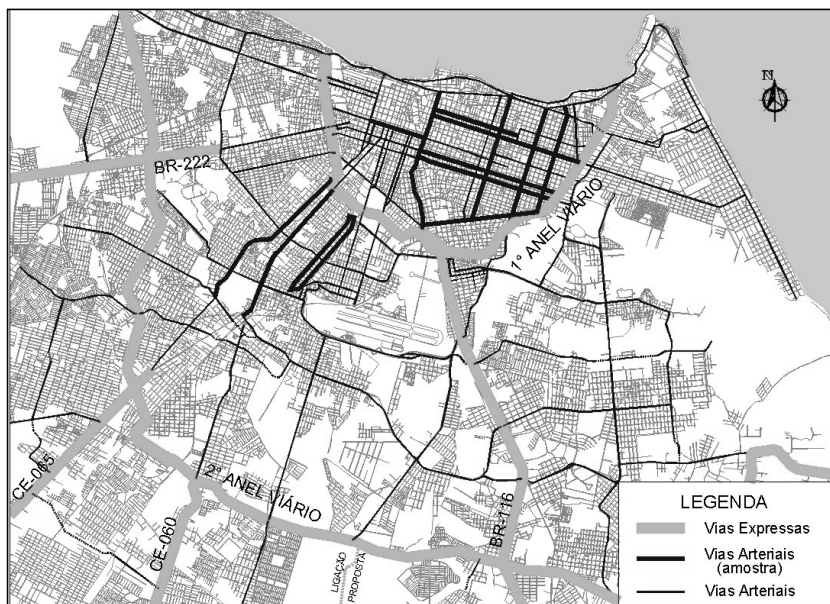


Figura 1: Sistema Viário do Município de Fortaleza.

Um primeiro esforço de avaliar o nível de serviço das vias arteriais da cidade foi desenvolvido por Pereira Neto *et al.* (2003), que analisaram um conjunto de corredores arteriais operados pelo Sistema Centralizado de Controle do Tráfego de Fortaleza - CTAFOR (Loureiro *et al.*, 2002), com o objetivo de medir os ganhos obtidos com a implantação deste tipo de controle semafórico. Buscando implementar uma avaliação mais abrangente da qualidade do tráfego em toda a rede de vias arteriais da cidade, este trabalho aplicou a metodologia do *Highway Capacity Manual* – HCM 2000 (TRB, 2000) na análise do nível de serviço, nos períodos de pico do tráfego, de uma amostra representativa (ver destaque na Figura 1) das vias arteriais de Fortaleza. Os 15 corredores incluídos na amostra, com extensão variando entre 1,2 e 3,6 km, foram selecionados em função da sua significativa contribuição para a mobilidade na malha viária urbana, com dez deles inseridos na região limitada pelo 1º Anel Viário (região mais adensada, com intenso uso do solo residencial e comercial) e os demais representando importantes corredores arteriais radiais, interligando os bairros periféricos à área central da cidade. Como objetivo secundário, este trabalho buscou fazer uma discussão conceitual sobre a aplicabilidade do Capítulo 15 do HCM2000, avaliando seu método de classificação das vias urbanas e comparando os resultados dos níveis de serviço determinados a partir das velocidades médias de percurso observadas em campo, com aqueles baseados nas velocidades simuladas pelo modelo do HCM2000.

2. METODOLOGIA DO HCM 2000 PARA ANÁLISE DE VIAS URBANAS

A metodologia do HCM para a análise do nível de serviço de vias urbanas (arteriais e coletoras) utiliza como principal medida de desempenho a velocidade média de percurso no segmento analisado, considerando essencialmente os atrasos experimentados nas interseções semaforizadas e refletindo o grau de mobilidade ou fluidez do seu tráfego de passagem. A estrutura básica da metodologia não sofreu alterações significativas em relação às versões 85 e 94 do manual, porém alguns parâmetros foram modificados e introduzidos na versão 2000, tais como a quantidade de categorias de projeto, o número de classes de vias e a forma de determinação do atraso, além de alguns fatores que refletem características da operação semaforizada. A base conceitual e a metodologia para a análise de vias urbanas estão apresentadas, respectivamente, nos capítulos 10 e 15 do HCM2000. Embora não explicitada desta forma no manual, pode-se entender a metodologia de análise do nível de serviço (NS) como um conjunto de três métodos: o primeiro para a definição da classe da via; o segundo para a determinação do NS; e o terceiro para a estimação da velocidade média de percurso do segmento analisado, caso não tenham sido coletadas observações desta variável em campo.

O primeiro passo para a avaliação da qualidade do tráfego de passagem nas vias arteriais urbanas, segundo a metodologia do HCM2000, é a definição do trecho de via a ser estudado e sua sub-divisão em segmentos limitados pelas interseções semaforizadas existentes ao longo do trecho. Aplica-se, então, o primeiro método objetivando a definição da classe da via, em função das suas características funcionais e de projeto, sendo estabelecidas quatro categorias por ordem decrescente de importância da mobilidade (I, II, III e IV). Neste ponto, faz-se necessária a determinação da Velocidade de Fluxo Livre (VFL) para cada um dos segmentos, medida diretamente em campo ou estimada a partir da categoria de via em que os segmentos serão classificados. Definida a classe da via, e após o levantamento em campo da Velocidade Média de Percurso (VMP) para cada segmento em análise, procede-se a aplicação do segundo método objetivando a determinação do NS correspondente à velocidade observada, de acordo com a expectativa de fluidez dos usuários desta via. A Tabela 1, transcrita do Capítulo 15 do HCM2000, apresenta os intervalos de VMP correspondentes a cada NS, tendo como base a VFL padrão para cada uma das quatro categorias de via. Vale destacar que o NS A representa uma VMP superior a 90% da VFL, enquanto que o NS F indica velocidades médias inferiores a 30% da VFL.

Tabela 1: Intervalos de velocidade média de percurso por NS e Classe da Via.

Classe da via	I	II	III	IV
VFL padrão	80 Km/h	65 Km/h	55 Km/h	45 Km/h
Nível de Serviço	Velocidade Média de Percurso (km/h)			
A	$v > 72$	$v > 59$	$v > 50$	$v > 41$
B	$56 < v \leq 72$	$46 < v \leq 59$	$39 < v \leq 50$	$32 < v \leq 41$
C	$40 < v \leq 56$	$33 < v \leq 46$	$28 < v \leq 39$	$23 < v \leq 32$
D	$32 < v \leq 40$	$26 < v \leq 33$	$22 < v \leq 28$	$18 < v \leq 23$
E	$26 < v \leq 32$	$21 < v \leq 26$	$17 < v \leq 22$	$14 < v \leq 18$
F	$v \leq 26$	$v \leq 21$	$v \leq 17$	$v \leq 14$

A determinação direta em campo da VMP pode ser feita aplicando-se a técnica do carro teste. É recomendado pelo manual que o número de observações (viagens realizadas pelo carro teste) deve ser tão maior quanto maior for a variabilidade dos resultados obtidos com a pesquisa, devendo estar entre 6 e 12 observações. Caso não seja viável a medição em campo da VMP, sua estimação pode ser realizada pelo terceiro método proposto no HCM, que pode ser visto como um modelo de simulação operacional do tráfego na via. Na prática, esse

modelo simula o tempo médio necessário para os veículos percorrerem um determinado segmento da via (tempo médio de percurso), composto de duas parcelas: a primeira referente ao tempo médio em movimento e a segunda referente ao tempo médio sofrendo atraso devido ao controle semafórico.

O tempo médio em movimento é definido como o tempo necessário para que os veículos percorram o segmento em condições de baixa densidade de tráfego, sem interferência do controle semafórico. Sua obtenção é feita a partir da VFL, que é a velocidade média desenvolvida pelos motoristas nas mesmas condições descritas anteriormente, da classe da via e do comprimento do segmento. A outra componente do tempo simulado pelo modelo é a magnitude do atraso médio sofrido pelos veículos devido ao controle semafórico, denominado de atraso de controle, dividido em duas parcelas: atraso uniforme e atraso aleatório. A parcela uniforme do atraso é calculada assumindo-se que as chegadas dos veículos são perfeitamente uniformes e o fluxo veicular é estável. O atraso aleatório, por sua vez, corresponde à parcela que assume a aleatoriedade na chegada dos veículos na aproximação, fruto da alimentação das vias transversais, da dispersão do pelotão entre cruzamentos distantes ou de bandas de passagem estreitas. Uma terceira parcela é ainda adicionada no caso da existência de filas iniciais resultantes da supersaturação no período anterior ao da análise.

A simulação do atraso médio é baseada em modelos matemáticos de teoria das filas, requerendo a definição de parâmetros de entrada a partir da coleta em campo de dados inerentes às características geométricas e operacionais da via. A expressão do atraso uniforme é baseada no primeiro termo da formulação de atraso de Webster. Na sua simulação, faz-se necessário obter os valores de tempo de ciclo, verde efetivo, grau de saturação e capacidade de aproximação, além do tipo de progressão semafórica utilizada no corredor. Já na simulação do atraso aleatório, são necessários dados adicionais referentes ao tipo de controle semafórico (fixo ou atuado) da interseção em análise, assim como estratégias operacionais das interseções a montante.

Como cada um dos três métodos que compõem a metodologia de análise de NS do HCM2000 foi calibrado e validado para a realidade da malha viária urbana e da população usuária americana, é de se supor que sua aplicação na avaliação de vias arteriais brasileiras exija um significativo esforço de recalibração de parâmetros e, mais importante, de validação das faixas de nível de serviço em relação às expectativas dos usuários brasileiros quanto à fluidez em cada categoria de via (segundo método). Na aplicação desenvolvida neste trabalho, buscou-se avaliar a aplicabilidade do método de classificação das vias arteriais, assim como do método de simulação da VMP, sem recalibrar seus parâmetros de entrada, partindo-se da hipótese, considerada bastante forte, de que o segundo método valida-se adequadamente para a realidade local. Considerou-se que este tipo de aplicação é a normalmente adotada pela comunidade técnica brasileira ao utilizar o HCM2000 como modelo de avaliação da qualidade do tráfego nacional.

3. CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS ARTERIAIS DE FORTALEZA SEGUNDO O HCM

Conforme mencionado anteriormente, a amostra analisada foi composta por 15 dos principais corredores arteriais da malha viária de Fortaleza, sendo que nove destes estão incluídos na área controlada pelo CTAFOR, operando nos períodos de pico com controle semafórico em tempo real. Os demais, na época dos levantamentos de campo, tinham planos únicos e desatualizados de tempo fixo, com esquemas de coordenação pouco eficientes. Dessa amostra, cinco corredores são de mão única com duas faixas de tráfego, dois são de mão única

com três faixas, sete têm seção de pista dupla com duas faixas por sentido e o último também de pista dupla, porém com três faixas por sentido. Todas as faixas de tráfego têm largura aproximada de 3,5m. Além disso, todas as vias selecionadas são corredores de transporte coletivo, com ônibus e vans operando em tráfego misto, sem faixas exclusivas, nem baias para embarque/desembarque nos pontos de parada. Também em todas a velocidade máxima regulamentar é de 60 km/h, com proibição de estacionamento paralelo ao meio fio. As diferenças operacionais dizem respeito basicamente aos volumes e composição do tráfego, à densidade de semáforos (variando de 2 a 6 sem./km) e às estratégias de controle semafórico, assim como à intensidade do uso do solo lindeiro, refletida no número de acessos a lotes e na oferta de estacionamentos de recuo.

A classificação destas vias de acordo com os critérios do HCM2000 foi realizada com o auxílio de uma planilha eletrônica desenvolvida por Demarchi *et al.* (2004). O uso desta planilha visou tornar o processo de classificação o mais uniforme e objetivo possível. Os resultados indicaram 14 corredores da amostra incluídos na Classe III (categoria de projeto “intermediário” e categoria funcional “secundária”) e apenas um na Classe II (categoria de projeto “intermediário” e categoria funcional “primária”). Concluiu-se que esta classificação não condizia com a realidade da amostra, que compõe-se de vias com características de projeto eminentemente urbano.

Efetuuou-se, então, uma análise de sensibilidade para identificar os critérios do HCM2000 que estavam contribuindo para este julgamento errôneo da classificação da categoria de projeto, restritos a basicamente dois: estacionamento e movimentação de pedestres. Com relação ao critério “estacionamento”, o HCM contempla apenas a existência de estacionamento paralelo ao meio-fio, desconsiderando estacionamentos de recuo, bastante comuns nos ambientes urbanos brasileiros, com forte impacto negativo sobre o tráfego de passagem face à quantidade de manobras de entrada/saída. Já no que diz respeito à movimentação de pedestres, acredita-se que este critério no HCM esteja relacionado diretamente à obrigatoriedade dos motoristas darem prioridade ao pedestre nas travessias em faixas sinalizadas, reduzindo a velocidade média de percurso. Na amostra analisada, entretanto, embora haja em algumas vias um volume significativo de pedestres circulando nos passeios, a travessia só é realizada nos cruzamentos semaforizados, durante o tempo de vermelho das aproximações do corredor, sem comprometer a fluidez do tráfego. Desconsiderou-se, portanto, o efeito da travessia de pedestres sobre o tráfego de passagem.

Consideradas essas adaptações, as vias anteriormente enquadradas na Classe III foram para a Classe IV (categoria de projeto “urbano”), enquanto aquela classificada originalmente na Classe II, mudou para Classe III; todas mantendo sua classificação funcional. Vale reforçar a importância de uma classificação compatível com a realidade das vias arteriais brasileiras, já que pelo HCM a categoria da via simboliza a expectativa do usuário quanto à sua fluidez.

4. DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE SERVIÇO SEGUNDO O HCM

Uma vez definida a classificação das vias arteriais consideradas na amostra, procedeu-se a determinação do nível de serviço (Tabela 1) nos períodos do pico da manhã (7:00-8:30h) e do pico da tarde (17:00-18:30h), inicialmente com base nos valores de velocidade média observados em campo (NS Obs.) e, posteriormente, com base nos valores simulados pela metodologia do HCM2000 (NS Est.), buscando avaliar a aplicabilidade do seu terceiro método. Os resultados estão apresentados nas seções a seguir.

4.1. Nível de Serviço Observado (NSO)

O NS observado deve representar as condições reais de fluidez do tráfego de passagem nas vias analisadas, pois sua determinação foi feita por meio de medição direta dos tempos de percurso e retardamentos, levantados em campo pelo método do carro teste. As pesquisas de velocidade foram realizadas em 2002 e 2003, nos meses de maio e junho, durante dias úteis típicos (terça, quarta e quinta), nos períodos de pico especificados. Para os corredores controlados pelo CTAFOR, o número de observações por pico (viagens realizadas) variou entre 4 e 8, enquanto nos demais corredores foi de 11 a 17. Essa diferença é explicada pela menor variação nos atrasos resultante da operação coordenada em tempo real do CTAFOR, quando comparada à operação em tempo fixo, com plano único, dos demais corredores.

4.2. Nível de Serviço Estimado (NSE)

Na aplicação do modelo do HCM2000 de simulação das velocidades médias de percurso, os dados relativos às características operacionais da via, como volumes veiculares e plano semafórico vigente na época dos levantamentos de campo, foram obtidos diretamente na Autarquia Municipal de Trânsito, Serviços Públicos e Cidadania - AMC. Para o fluxo de saturação, foi adotado um valor padrão de 1.800 vph/faixa. No que se refere ao fator de progressão semafórica, adotou-se o nível 5 (qualidade da progressão altamente favorável) para os corredores controlados pelo CTAFOR e o nível 4 (progressão favorável) para os demais corredores. Com relação à velocidade de fluxo livre, este parâmetro não pôde ser coletado em campo, seguindo-se a recomendação do HCM de adotar um valor igual ao da velocidade máxima regulamentar (60 km/h). Finalmente, adotou-se, para todos os corredores, um fator k referente ao tipo de controle semafórico igual a 0,5 (valor padrão para controle de tempo fixo), já que o HCM não apresenta valores de k para um controle em tempo real. Entretanto, a análise de sensibilidade deste fator indica uma fraca influência nos resultados finais dos tempos de atraso estimados.

4.3. Comparação do NS Observado em Campo com o NS Estimado pelo HCM

A Tabela 2 apresenta os resultados de VMP e NS observados e estimados para o pico da manhã, nos segmentos de oito dos corredores da amostra analisada. Por restrição de espaço, os valores do pico da tarde e dos demais corredores não foram apresentados, tendo, porém, um comportamento bastante semelhante. Os valores de VMP observados em campo ($V_{obs.}$) mostrados na Tabela 2 representam os pontos médios dos intervalos de confiança (com erros constantes de 4 km/h – nível de significância em torno de 5%) estimados a partir dos dados amostrais. Esses intervalos (IC) foram utilizados na comparação com os valores de VMP estimados ($V_{est.}$). Caso a velocidade estimada pelo HCM não esteja contida no IC da velocidade observada (valores destacados em negrito), considera-se que o modelo do HCM não foi capaz de simular adequadamente o desempenho operacional do segmento em questão. Já com relação aos valores de NS, o NSE foi determinado diretamente da Tabela 1, considerando a VMP estimada, enquanto que o NSO está representando a faixa dos valores de VMP observada contidos no IC.

Na comparação das velocidades, considerando todos os segmentos dos 15 corredores analisados, verificou-se que em apenas 26% destes segmentos a VMP estimada pelo HCM não foi significativamente diferente da VMP observada em campo. Nos outros 74% dos segmentos, 65% destes apresentaram velocidade estimada superior à observada, representado cerca de metade da amostra total. Verifica-se, portanto, a inadequabilidade do modelo de simulação operacional do HCM2000 para as vias arteriais de Fortaleza. Além disso, pode-se

constatar que, contrariamente ao verificado nos estudos de Gasparini (2002), nem sempre o modelo do HCM tende a superestimar as velocidades reais.

Vale ainda destacar que, como o objetivo da análise de desempenho operacional é a determinação do NS no qual a via está operando, a validação do modelo do HCM não deve ser feita exclusivamente sobre a variável velocidade. Podem acontecer situações nas quais haja diferenças significativas entre as velocidades observadas e estimadas, sem caracterizar estimativa de NS muito distoante da realidade local. Considerando-se uma divisão em três níveis das condições operacionais da via (bom – A/B; regular – C/D; ruim – E/F), o modelo de simulação do HCM conseguiu reproduzir a qualidade real do tráfego em cerca de 40% dos segmentos analisados na amostra, o que não deixa de ser um desempenho pouco satisfatório.

Tabela 2: VMP e NS das Vias Arteriais de Fortaleza

Segt.	L.O.	A. Sales - O/L				D. Moreira - S/N				P. Valdevino - L/O				P. Vieira - O/L			
		V _{obs.}	V _{est.}	NSO	NSE	V _{obs.}	V _{est.}	NSO	NSE	V _{obs.}	V _{est.}	NSO	NSE	V _{obs.}	V _{est.}	NSO	NSE
1	M	25	33	C/D	B	16	17	D/E/F	E	19	39	D/E	B	33	46	B/C	A
	T	38	29	A/B	C	12	12	E/F	F	15	38	D/E/F	B	41	45	A/B	A
2	M	32	42	B/C	A	36	38	B/C	B	28	19	C	D	22	38	C/D/E	B
	T	24	41	C/D	A	24	38	C/D	B	24	15	C/D	E	22	38	C/D/E	B
3	M	31	21	B/C	D	20	30	D/E/F	C	14	14	E/F	E	21	26	C/D/E	C
	T	31	23	B/C	C	46	31	A	C	29	16	B/C	E	12	25	E/F	C
4	M	41	20	A/B	D	8	17	F	E	24	44	C/D	A	9	14	F	F
	T	19	22	D/E	D	8	15	F	E	23	39	C/D	B	7	9	F	F
5	M	29	38	B/C	B	37	20	A/B	D	21	36	C/D/E	B	37	39	B	B
	T	28	37	B/C	B	39	18	A/B	D	19	36	D/E	B	33	39	B/C	B
6	M	23	37	C/D	B	38	37	A/B	B	11	27	E/F	C	46	39	A	B
	T	25	37	C/D	B	41	33	A/B	B	9	24	F	C	31	39	B/C	B
7	M	40	34	A/B	B	12	22	E/F	D	28	27	C	C	13	13	E/F	F
	T	18	35	D/E	B	10	22	F	D	18	23	D/E/F	C	11	14	E/F	F
8	M	16	25	E/F	C	25	34	C/D	B	11	18	E/F	D	14	19	E/F	D
	T	9	27	F	C	39	23	A/B	C	8	13	F	F	15	21	D/E/F	D
9	M	41	21	A/B	D	17	20	D/E/F	D	24	35	C/D	B	28	25	C	C
	T	35	21	B/C	D	8	18	F	D	38	39	A/B	B	32	24	B/C	C
10	M	16	13	E/F	F	16	10	D/E/F	F	30	40	B/C	B	13	11	E/F	F
	T	20	14	C/D/E	F	8	11	F	F	40	36	A/B	B	19	28	D/E	C
11	M	15	28	D/E/F	C	33	43	B/C	A	31	38	B/C	B				
	T	25	22	C/D	D	18	40	D/E/F	B	38	38	A/B	B				
12	M					12	20	E/F	D								
	T					30	16	B/C	E								
Segt.	L.O.	Universidade - S/N				G. Matos - S/N				J. Pessoa - S/N				J. Bastos - N/S			
		V _{obs.}	V _{est.}	NSO	NSE	V _{obs.}	V _{est.}	NSO	NSE	V _{obs.}	V _{est.}	NSO	NSE	V _{obs.}	V _{est.}	NSO	NSE
1	M	8	23	F	C	28	49	C	A	16	38	E/F	B	16	31	E/F	C
	T	10	24	F	C	33	50	B/C	A	32	39	B/C	B	38	32	B/C	C
2	M	10	13	F	F	30	43	B/C	A	60	55	A	A	57	42	A	B
	T	8	14	F	F	30	43	B/C	A	39	56	A/B	A	37	41	B/C	B
3	M	8	12	F	F	22	31	C/D/E	C	9	24	F	C	48	45	A/B	B
	T	13	13	E/F	F	26	32	C/D	B	20	25	C/D/E	C	34	45	C	B
4	M	10	12	F	F	27	36	C/D	B	19	31	C/D/E	C	8	19	F	E
	T	7	13	F	F	23	36	C/D	B	21	31	C/D/E	C	27	18	C/D	E
5	M					25	27	C/D	C					67	41	A	B
	T					26	27	C/D	C					37	39	B/C	B
6	M													45	49	B	B
	T													39	48	B/C	B

■ - Velocidade estimada significativamente diferentes das observadas.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A avaliação da qualidade do tráfego de passagem, nos picos da manhã e tarde, nos segmentos dos 15 corredores que compuseram uma amostra representativa da malha arterial de Fortaleza indicou que cerca de 1/3 dessa malha vem operando em condições operacionais indesejáveis (NS E/F), enquanto 28% dos segmentos apresentam NS A/B e os restantes 39% NS C/D. Este quadro operacional resulta em velocidades médias de deslocamento, em períodos de pico, nas vias arteriais da cidade variando em torno de 20 km/h, com tendência de queda acentuada nas próximas décadas em função do crescimento constante da frota de veículos.

A realização deste estudo também possibilitou uma melhor compreensão da estrutura metodológica da análise de nível de serviço das vias urbanas proposta no HCM2000, resultando na identificação dos conceitos e parâmetros a serem adaptados à realidade das vias arteriais brasileiras. No primeiro método, além dos problemas conceituais relacionados às características de projeto “estacionamento” e “movimentação de pedestres”, percebe-se a incompatibilidade da classificação viária proposta com a tipologia das nossas vias arteriais. Recomenda-se o desenvolvimento de uma nova classificação, subdividindo-se a Classe IV que atualmente inclui quase a totalidade das vias arteriais existentes em Fortaleza.

Com relação ao segundo método, de determinação do NS, acredita-se ser bastante recomendável uma avaliação da expectativa do motorista brasileiro quanto à qualidade da fluidez nas vias arteriais nacionais, já que o conceito de nível de serviço para o nosso motorista pode ser significativamente diferente do conceito do motorista americano. Além disso, faz-se importante destacar que o HCM sugere uma estimativa pontual da VMP observada em campo (média da amostra igual à média da população), não destacando a variabilidade amostral embutida no método de medição da velocidade média. Já no que diz respeito ao terceiro método, constatou-se que o modelo do HCM de simulação operacional não representa bem a realidade das vias arteriais de Fortaleza. Recomenda-se um estudo de recalibração dos seus parâmetros de entrada, para em seguida avaliar de forma mais consistente sua aplicabilidade.

Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido com o apoio financeiro do CT-Transporte e do CNPq. Os autores também agradecem à Autarquia Municipal de Trânsito, Cidadania e Serviços Públicos de Fortaleza (AMC) pela cooperação em todas as etapas do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Demarchi, S. H, Loureiro, C. F. G., Setti, J. R. A. (2004) Análise do método do HCM2000 para a Classificação de Vias Urbanas Brasileiras. *Anais do XVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET, Florianópolis*.
- Gasparini, R., (2002). Análise da Adequabilidade do HCM para o Estudo de Vias Urbanas. Dissertação de Mestrado, Publicação TU.DM-05 A/02, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 94 p.
- Loureiro, C. F. G., Leandro, C. H. P., Oliveira, M. V. T (2002) Sistema Centralizado de Controle de Controle de Tráfego de Fortaleza: ITS Aplicado à Gestão Dinâmica do Trânsito Urbano. *Anais do XVI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET, Natal, Comunicação Técnica p.19-26*.
- Pereira Neto, W. A., Oliveira Neto, F. M., Loureiro, C. F. G. (2003) Avaliação do desempenho operacional em períodos de pico do controle semafórico em tempo real nos corredores arteriais de Fortaleza. *Anais do XVII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET, Rio de Janeiro, v. 1, p.313-326*.
- TRB (2000). Highway Capacity Manual. Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C.

Universidade Federal do Ceará
Departamento de Engenharia de Transportes
Campus do Pici, Bloco 703
CEP: 60.455-760 Fortaleza -CE
Fone/Fax: (85) 288-9488

e-mail:
Carlos Felipe G. Loureiro: felipe@det.ufc.br
Francisco S. M. Paula: suliano@det.ufc.br
Dante D. de M. R. e Souza: dante@det.ufc.br
Felipe V. B. Maia: viana@det.ufc.br