

# **CONTROLE DE TRÁFEGO EM ÁREA DE FORTALEZA – CTAFOR: UMA NOVA EXPERIÊNCIA NA GERÊNCIA DO TRÂNSITO**

Francisco das Chagas Medeiros (ETTUSA/DITRAN/CTAFOR)  
Marcelo dos Santos de Luna (ETTUSA/DITRAN/CTAFOR)  
Carlos Felipe Grangeiro Loureiro (UFC/DET)

## **1. INTRODUÇÃO**

As mudanças ocorridas na última década no município de Fortaleza, especialmente referentes ao crescimento populacional, ao adensamento urbano e às alterações no uso do solo, resultaram em uma sensível degradação operacional de sua malha viária. Os problemas decorrentes vinham sendo tratados exclusivamente com investimentos na infraestrutura viária, através da expansão da malha e do alargamento de vias. Essa política foi revista a partir de março de 2000, com a decisão da Prefeitura Municipal de Fortaleza (PMF) de licitar e implantar um sistema de controle centralizado de tráfego, batizado de CTAFOR. O CTAFOR tem por fim propiciar uma sobrevida ao sistema viário existente, utilizando-o de forma mais racional. Com essa finalidade, três sub-sistemas são integrados numa mesma central de operações: um sub-sistema de monitoração de tráfego por circuito fechado de televisão (CFTV), um sub-sistema de painéis de mensagens variáveis (PMV) e um sub-sistema de controle centralizado de semáforos. As expectativas com relação aos benefícios operacionais do CTAFOR baseiam-se na premissa de que as obstruções à fluidez do tráfego possam ser rapidamente detectadas e removidas, e que seja alcançada uma redução da ordem de 20% nos atrasos das interseções semaforizadas, proporcionando um aumento na velocidade média do tráfego, diminuição no consumo de combustíveis e na poluição por emissão de gases.

Entendendo que esse tipo de tecnologia vem se tornando cada vez mais atraente para as municipalidades brasileiras, como a forma mais moderna de gerenciar o trânsito urbano, este trabalho tem como objetivo descrever as características dos componentes dos três sub-sistemas que compõem o CTAFOR, como se deu o processo de implantação, as dificuldades encontradas e as primeiras impressões da operação desse sistema.

## **2. PROCESSO LICITATÓRIO**

As especificações dos componentes do CTAFOR foram feitas a partir de levantamentos de campo e estudos do tráfego contratados pelo DETRAN-CE, no período de 1996 a 1998,

junto a uma equipe de professores e alunos da Universidade Federal do Ceará (UFC) e técnicos da ASTEF. O projeto básico licitado pela Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Territorial (SMDT) da PMF, contemplando a centralização de 125 cruzamentos semaforizados, 30 câmeras de vídeo e 20 painéis de mensagens, foi desenvolvido pela equipe técnica da Divisão de Trânsito da Empresa de Trânsito e Transportes Urbanos S.A. (ETTUSA), responsável pela gerência e operação do trânsito de Fortaleza, tendo contado com a assessoria do Departamento de Engenharia de Transportes (DET) da UFC e de consultores externos.

### **2.1 Licitação dos sub-sistemas de CFTV, PMV e Semáforos**

Optou-se por fazer a licitação dos três sub-sistemas em separado. Apesar dos componentes do CTAFOR serem operados conjuntamente a partir de um único centro de controle, não há uma integração física entre eles. A integração lógica e operacional se dá por meio do elemento humano: operadores, técnicos e engenheiros. A realização de processos licitatórios diferenciados permitiu uma maior especialização das empresas concorrentes, evitando também que recursos impetrados no julgamento de um dos editais interferisse no julgamento dos demais.

Os sub-sistemas de PMV e de CFTV tiveram suas licitações baseadas no menor preço, com os dois processos licitatórios sendo concluídos em 38 e 78 dias, respectivamente. Já o sistema centralizado de controle semaforizado teve sua licitação baseada na análise de propostas técnicas e de preços, julgadas ao longo de quatro meses. Os três editais especificaram que cada empresa contratada deveria ser responsável pela elaboração do projeto e execução das obras civis necessárias, fornecimento de todo equipamento e material (*hardware* e *software*), bem como ferramentas de manutenção, peças e equipamentos sobressalentes, aplicação de cursos de treinamento para operação e manutenção, além de um período de operação assistida e de manutenção dos equipamentos (12 meses). A implantação física do centro de controle foi incluída no edital de licitação do sub-sistema de CFTV.

### **2.2 Rede de comunicação de dados e imagens**

Experiências anteriores em cidades do Brasil e do exterior demonstraram que construir e manter redes próprias de linhas privadas (LP's) e de fibra óptica, para a comunicação dos equipamentos de campo com a central, não se constituíam em tarefas adequadas a um

órgão de trânsito, além de acarretar longos períodos e elevados custos de implantação. Optou-se, então, por alugar, através de inexigibilidade de licitação, os serviços e a infraestrutura da concessionária local de telefonia, repassando para esta a responsabilidade de disponibilização e manutenção das LP's e da rede de fibra óptica. Buscando reduzir custos e prazos na implantação do CTAFOR, além de promover maior agilidade na operação do sistema, a central de operações ficou localizada dentro das dependências da própria concessionária, onde o contrato preveu um espaço físico de 285 m<sup>2</sup>.

### **3. SUB-SISTEMA DE PMV**

O sub-sistema de painéis de mensagens variáveis tem por finalidade alertar os motoristas sobre as condições do tráfego a jusante de seu trajeto. Sua contribuição nos objetivos do CTAFOR está em permitir que os motoristas, cientes da ocorrência de algum incidente de trânsito, evitem vias e cruzamentos nos quais o tráfego esteja com fluidez comprometida. Adicionalmente, os painéis servem para divulgar campanhas educativas de trânsito e mensagens institucionais.

#### **3.1 Especificações técnicas do PMV**

A tecnologia empregada no sub-sistema de PMV implantado em Fortaleza é toda nacional. O sistema em operação abrange 20 painéis dispostos nos principais corredores arteriais da cidade, sendo que os equipamentos e o *software* de controle na central estão prontos para trabalhar com o dobro desse número. Os equipamentos instalados em campo foram especificados para utilizarem a tecnologia de *LED* (diodo emissor de luz) para uma legibilidade de no mínimo 150 metros. Quanto às condições de operação, os painéis devem ser capazes de operar 24 horas por dia junto a vias de tráfego intenso, resistindo à poluição e trepidação, intempéries, variação de temperatura de 0 a 60°C, umidade relativa do ar atingindo 100%, além de seus componentes estarem protegidos contra as condições de alta salinidade encontradas na orla marítima de Fortaleza. Os painéis são instalados em estruturas de sustentação do tipo pórtico ou semi-pórtico em aço galvanizado. O pé-direito requerido entre o pavimento e a base da treliça que sustenta o painel foi especificado em 6,0m de altura, superior ao mínimo requerido pela legislação vigente. A própria treliça sustenta um passadiço utilizado para manutenção dos painéis, não havendo necessidade de remoção do equipamento para eventuais consertos.

Os painéis apresentam duas linhas de 16 caracteres alfanuméricos, incluindo acentuação ortográfica, com espaçamento fixo. Cada caractere é formado por uma matriz de 7 x 5 pontos, com uma altura de 30 ou 40 centímetros. Cada ponto dessa matriz é composto de um *cluster* de *leds* vermelhos e verdes, permitindo exibir quatro cores: vermelha, laranja, amarela e verde. Seis dos painéis foram dotados de um módulo gráfico capaz de exibir pictogramas formados em uma matriz de 16 x 16 pontos de *clusters* de *leds*, com as mesmas características descritas acima. Dessa forma é possível enfatizar as mensagens escritas com o emprego da sinalização de trânsito.

As mensagens exibidas nos painéis são enviadas da central de controle por *software* próprio rodando em plataforma PC/Windows. O *software*, originalmente, era um gerenciador de banco de dados para as mensagens a serem exibidas que sofreu modificações para incluir recursos de verificação do estado operacional dos painéis. Entre os recursos disponíveis citam-se: possibilidade de atualização dos relógios internos dos painéis, escolha de cores das mensagens, exibição de mensagens em modo intermitente, escolha da duração de exibição de cada mensagem, agendamento de exibição de mensagens e controle de intensidade luminosa, entre outros. Toda comunicação entre o computador da central e os painéis é feita através de LP's.

### **3.2 Processo de implantação do PMV**

A finalidade de informar as condições de tráfego orientou a localização dos painéis na malha viária urbana de Fortaleza em dois níveis. Entendeu-se que havia a necessidade de informar a situação do tráfego adiante para aqueles que adentravam na zona mais densamente urbanizada da cidade, localizando-se painéis próximos desse limite, nas principais rodovias e avenidas de fluxo de tráfego. Por outro lado, dentro dessa região de adensamento urbano, é notável a existência de uma sub-região onde se concentram as atividades comerciais e há uma forte verticalização do uso do solo provocando tráfego intenso, o que exigiu que parte dos painéis fosse reservada para essa sub-região mais central.

Uma vez definidas as vias em que ficariam os equipamentos e sua localização aproximada, foram feitas visitas nos locais para definir precisamente os pontos em que se locariam as fundações dos pórticos. Deve-se levar em consideração que os pórticos que sustentam os painéis são estruturas robustas exigindo uma fundação significativa, o que é um fator restritivo dentro do meio urbano. Apesar da instalação dos pórticos nas rodovias quase não

apresentar restrições físicas, ocorreram restrições jurisdicionais que impossibilitaram a instalação de dois painéis em rodovias federais. Dentro do ambiente urbano as restrições são das mais variadas ordens: acessos de veículos no local da implantação, largura estreita dos passeios e canteiros, existência de caixas subterrâneas de serviços de água, esgoto e telefonia, fiação aérea de redes de eletricidade e de telefonia, além de obstrução visual por arborização dentro do limite de legibilidade especificado.

### **3.3 Considerações operacionais do PMV**

A tecnologia de elementos luminosos à base de *led* foi preferida por razões de durabilidade e de baixo consumo de energia. No entanto, numa cidade com intensa insolação como Fortaleza, a incidência direta de luz solar prejudica a leitura das mensagens, o que requeriria uma intensidade luminosa maior dos *clusters* de *leds*. Por outro lado, no período noturno, cores mais intensas como o amarelo, têm sua legibilidade diminuída pelo efeito de transbordamento luminoso que dá um aspecto borrado aos caracteres. A especificação de um controle de intensidade luminosa permitiu minimizar esses problemas. Outro aspecto já destacado refere-se ao fato de que os pórticos são estruturas bastante intrusivas no meio urbano, sejam física ou visualmente, e os problemas são muitos em sua locação. Sugere-se dar preferência ao uso de semi-pórticos, locados em canteiro central quando existente, para diminuir o impacto visual e físico dos equipamentos. Além disso, um conhecimento prévio do cadastro do local das fundações evita surpresas e transtornos de relocar o painel.

A experiência mostrou, ainda, que o uso de linha discada para a transmissão de mensagens é extremamente ineficiente e a adoção de linha privada com conexão direta foi uma decisão acertada. Por fim, o uso de painéis com espaçamento fixo de caracteres é funcional, porém algumas mensagens não se apresentam visualmente agradáveis. O limite dos 16 caracteres por linha requer que se abreviem palavras, portanto um maior número de caracteres ou mesmo o uso de painéis com caracteres de espaçamento variável poderiam ser aconselhados, bem como um módulo gráfico de melhor resolução. Apesar dos problemas enfrentados e de ainda estarmos em processo de implantação, adaptação e aprendizado, os painéis já se mostraram eficientes em diversas ocasiões e cumprem bem seu papel no tratamento de congestionamentos quando bem localizados.

#### **4. SUB-SISTEMA DE CFTV**

O sub-sistema de circuito fechado de televisão tem por fim monitorar vias e cruzamentos que, por apresentarem tráfego intenso, a ocorrência de qualquer incidente perturbando o fluxo acarretaria severo congestionamento. A função do sub-sistema CFTV dentro dos objetivos do CTAFOR está na possibilidade de identificação remota de um incidente, fazendo com que os operadores da central de controle disparem uma cadeia de procedimentos que tem por fim garantir a segurança dos usuários e desobstruir a via o mais rapidamente possível.

O CFTV tem se mostrado uma ferramenta extremamente valiosa, principalmente aliada ao sub-sistema de PMV. Sua eficiência é, no entanto, diretamente ligada à eficiência do setor de operações de campo e fiscalização do órgão que gerencia o trânsito, uma vez que é este que deve tomar às providências de canalização do tráfego ou desobstrução da via dos incidentes detectados na central.

##### **4.1 Especificações técnicas do CFTV**

Constituem o sub-sistema de CFTV, equipamentos de campo (câmeras) e equipamentos internos à central (monitores, gravadores de vídeo e controles). Todo o sub-sistema foi dimensionado para operar com 60 câmeras e 20 monitores no *rack* de observação, na proporção de três câmeras para cada monitor. Nesta primeira etapa, foram instaladas 30 câmeras, deixando o sistema com 100% de capacidade de reserva. Além dos 20 monitores de vigilância coloridos de 29", dispõe-se de três monitores coloridos de 14" para as bancadas e um monitor central colorido de 64". Um computador faz toda a intermediação das comunicações entre equipamentos permitindo que a imagem de qualquer câmera possa ser exibida em quaisquer das 30 saídas de vídeo disponíveis, bem como permite que se preparem programações de posicionamento das câmeras para que estas varram, sem a intervenção do operador, todo seu campo de visibilidade. Dois vídeos-cassetes tipo *time-lapse* permitem gravar simultaneamente, durante 96 horas contínuas, as imagens multiplexadas de todas as 30 câmeras a uma baixa taxa de atualização.

O sistema de câmeras tem tecnologia americana e apresenta características próprias para operação em ambientes externos durante as 24 horas do dia. Montadas no alto de postes metálicos de 15 m de altura, as câmeras suportam variação de temperatura de -40 a 60°C, possuindo ainda limpador de lente e um esguicho d'água, acionáveis da central. A maior

parte dos ajustes são automáticos, como foco e velocidade do obturador, bastando que o operador aponte a câmera para o local desejado. O zoom óptico de 22 vezes, acrescido de um zoom digital de oito vezes, dá um alcance de visão limitado apenas por obstruções físicas do meio urbano. A sensibilidade de operação sob baixas condições de luminosidade de até 0,07lux permite a perfeita operação durante o período noturno. As câmeras são montadas em uma base que lhes permite um giro de 360° horizontais, bem como uma varredura vertical de 90° para baixo e 40° para cima. Todos os controles de movimentação das câmeras são feitos por meio de teclado e *joystick*, sendo a comunicação de dados e transmissão de imagens feitas por meio de uma rede de fibra óptica.

#### **4.2 Implantação do CFTV**

A implantação do sub-sistema de CFTV não apresentou grandes dificuldades. Iniciou-se definindo os pontos, a nível macroscópico, onde se localizariam as câmeras, orientando-se pelos cruzamentos críticos e os principais corredores da cidade. A exata localização dos postes de suporte foi definida com auxílio de um caminhão dotado de um braço mecânico no qual se adaptou uma câmera. Dessa forma pode-se ter uma idéia inicial do alcance e visibilidade que seriam obtidos. Apesar da técnica empregada, o local exato de implantação sofreu ajustes finais devido à existência de caixas de serviços subterrâneas e a proximidade da rede elétrica, sendo que neste último caso foi preciso solicitar à concessionária local um isolamento adicional da rede. Os postes metálicos, apesar da altura, não são muito intrusivos visualmente, principalmente numa paisagem urbana já repleta de interferências. Quanto à obstrução física no passeio, esta só se fez sentir durante a implantação, devido ao porte da fundação ser de um metro de diâmetro por dois metros de profundidade.

#### **5. SUB-SISTEMA DE CONTROLE SEMAFÓRICO**

O sub-sistema de centralização do controle semafórico é baseado no *software* SCOOT (*split, cycle and offset optimization technique*) com interface e *hardware* ingleses. O controle é do tipo adaptativo, em tempo real, exigindo uma troca contínua de dados entre os controladores e o computador central. O fluxo de dados se dá por meio de LP's, da seguinte forma: detectores de demanda, instalados no gabinete do controlador, coletam dados do tráfego por meio de laços indutivos e os enviam a um computador responsável pelo gerenciamento do fluxo de informações (FEP). Estes dados são, por sua vez, repassados para um computador central que define os melhores instantes de mudança dos estágios, enviando de volta as ordens ao controlador, que executa a ação e retorna uma confirmação.

O sistema de controle semafórico trabalha sob três níveis de controle: isolado em tempo fixo, centralizado em tempo fixo e centralizado em tempo real. A condição ideal é a operação em tempo real, mas algumas situações podem requerer a operação em tempo fixo como na ocorrência de acidentes de trânsito e em falhas na rede de comunicação de dados. Além da escolha do tipo de operação, as decisões do *software* SCOOT podem sofrer intervenções do operador, que se dão por meio de terminais de computador padrão PC/Windows. Nesses terminais, roda uma interface gráfica que permite ao técnico enviar comandos ao servidor *Alpha*, que roda o SCOOT, e também obter dados em tempo real dos parâmetros de operação do sistema.

### **5.1 Implantação dos equipamentos semafóricos**

O processo de implantação dos equipamentos não é muito diferente da instalação usual de cruzamentos semaforizados, diferenciando-se pelos cortes dos laços indutivos e a instalação do gabinete do controlador que fica no passeio, com fundação rasa. O uso da rede de telefonia local já existente, reduziu as obras civis executadas. A falta de conhecimento da qualidade do fornecimento de energia elétrica e telefonia foi o principal problema enfrentado durante a implantação do controle semafórico centralizado. O equipamento de campo, que integra controlador e eletrônica de comunicação, exige uma qualidade de sinal de telefonia bem mais limpo e estável do que aqueles utilizados em transmissão normal de dados, apesar de sua baixa taxa de transmissão de 1200 bps. Uma equipe técnica da concessionária telefônica conseguiu corrigir os problemas de comunicação com grande sucesso, enquanto que problemas relacionados à energia e à temperatura ambiente foram corrigidos com pequenas modificações no *hardware* e *firmware* do controlador, bem como na disposição dos componentes no gabinete que os aloja. Toda a instalação dos equipamentos de campo e configuração do *software* de controle, bem como a calibração do modelo de tráfego, é feita pela empresa contratada, sob supervisão/orientação dos técnicos do CTAFOR.

### **5.2 Considerações operacionais**

Como o sistema de tempo real abrange 125 cruzamentos, optou-se por contratar uma auditoria de segurança viária para analisar os projetos funcionais das interseções, fazendo-se uma revisão da sinalização e da geometria dos cruzamentos. Foram ainda elaborados, pela própria equipe técnica do CTAFOR, planos de tempo fixo para um mínimo de quatro



períodos distintos, pois uma programação semafórica de tempo fixo bem ajustada e atualizada é um requisito indispensável na implantação desse tipo de sistema, devido a necessidade, já comentada, de o sistema operar em tempo fixo sob determinadas situações.

A principal orientação que se pode dar é que um conhecimento das condições recomendadas de operação dos equipamentos, bem como das condições reais de fornecimento dos serviços de telefonia e energia, evitam transtornos que podem afetar diretamente os usuários do sistema viário. Um prévio treinamento da equipe local de técnicos permite uma melhor adequação do sistema à realidade local, prevendo-se antecipadamente problemas que por ventura possam surgir.

Uma avaliação dos benefícios operacionais do sistema de controle semafórico em tempo real, do ponto de vista de redução de atraso nos cruzamentos e aumento da velocidade média nos corredores, seria precipitado no momento, uma vez que apenas 50% do sub-sistema está em operação. De início, pretende-se deixar o sub-sistema em condições operacionais satisfatórias para, após a sua implantação completa, proceder um ajuste fino nos parâmetros de calibração do SCOOT, bem como uma avaliação das estratégias de controle mais adequadas a cada área controlada.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O período de operação do CTAFOR para uma avaliação completa de seu desempenho ainda é curto principalmente porque muitos dos esforços ainda se concentram em dar continuidade na sua implantação, deixando sua operação em segundo plano. Espera-se que por volta de julho de 2001, todo o sistema esteja implantado, quando então a operação será a prioridade do corpo técnico.

Da experiência até o presente momento, vale destacar algumas considerações finais. Primeiro, pode-se dizer que o processo licitatório dividido em três foi um passo bastante acertado, apesar de que o sub-sistema de PMV é, operacionalmente, extremamente dependente do sub-sistema CFTV. Além disso, o sub-sistema de PMV tem seu poder bastante diluído dentro da malha viária urbana, uma vez que, a menos da existência de um sistema viário com hierarquização bem definida, o padrão reticulado de malha gera uma matriz O-D complexa que dificulta o direcionamento da mensagem adequada ao público alvo. Espera-se que com a centralização de todos os cruzamentos, as informações de

congestionamento a serem repassadas aos motoristas se basearão não só no monitoramento do tráfego via CFTV e nas comunicações de rádio dos agentes de operação, como também nas indicações de saturação/ocupação de *links* geradas pelo SCOOT.

Quanto ao sistema CFTV, este é indiscutivelmente valioso como ferramenta de gerência, mas requer um comprometimento da equipe de operação em campo e fiscalização do órgão gestor de trânsito, para que os incidentes identificados na central possam ser rapidamente atendidos e solucionados. Não seria de todo errado dizer que quanto mais câmeras melhor; talvez a melhor política seria concentrar os investimentos em CFTV dentro da área mais adensada, enquanto que, nos seus arredores, o sistema de PMV cumpriria um papel de complementaridade.

Por fim, tem sido mais que patente a importância de um controle de tráfego centralizado para uma cidade do porte de Fortaleza. Entretanto, cidades de menor porte podem se beneficiar com sistemas semelhantes, adaptando-se a tecnologia empregada para redução de custos: um sistema de CFTV é essencial, porém um sistema de PMV fixo poderia ser substituído por um menor número de PMVs móveis, enquanto que o controle centralizado de semáforos poderia ser de tempo fixo deixando a operação em tempo real para uma futura expansão.

## **7. BIBLIOGRAFIA**

- SMDT (2000) *Sistema de Painéis de Mensagens Variáveis*. Documento Geral de Licitação, Concorrência No. 01/2000, Secretaria Municipal de Desenvolvimento Territorial, Prefeitura Municipal de Fortaleza. Fortaleza, CE.
- SMDT (2000) *Sistema de Circuito Fechado de TV para o Trânsito de Fortaleza*. Documento Geral de Licitação, Concorrência No. 02/2000, Secretaria Municipal de Desenvolvimento Territorial, Prefeitura Municipal de Fortaleza. Fortaleza, CE.
- SMDT (2000) *Controle de Tráfego em Área para Fortaleza*. Documento Geral de Licitação, Concorrência No. 04/2000, Secretaria Municipal de Desenvolvimento Territorial, Prefeitura Municipal de Fortaleza. Fortaleza, CE.