

EDITAL 436 - Concurso RT-  
03 Engenharia de  
Transportes - 16/11/2022

Nº 91

Folha: 1/3

## Ponto 06

Capacidade, medida em veículos por hora, é o fluxo de tráfego suportado por uma via em determinadas condições (raio de curvatura e número de faixas, por exemplo). Quando observado os dados de campo esse valor deve ser visto repetidamente quando a via trabalha em sua capacidade ou próximo dela. Esse foi um conceito que foi evoluindo ao longo do tempo, antes era considerado como um valor único, porém estudos demonstram que ele varia dia-a-dia, por tanto, para sua definição é necessário um amplo conjunto de dados.

No fluxo ininterrupto, ou contínuo, a capacidade é definida pelo fluxo veicular em si e pelas condições da via. A existência de sistema de gerenciamento de tráfego, ocorrência de sinistros e as condições climáticas afetam o seu valor. Já nas vias de fluxo interrompido, ou descontínuo, as formas de controle e a quantidade de acessos/cruzamentos também afetam a capacidade. Nas vias semaforizadas, a capacidade depende do fluxo de saturação e do tempo de verde efetivo, isto é, o tempo de ciclo que os veículos estão efetivamente utilizando para deslocamento. Para vias sinalizadas com sinal de "PARE", a capacidade depende do GAP disponível na via de fluxo principal. O GAP crítico, menor espaçamento aceito pelos motoristas, é definido de maneira probabilística observando o maior GAP rejeito e o GAP aceito por cada motorista.

As medidas de desempenho são formas de medir a "saúde" do sistema, com qual nível de serviço ele está desempenhando sua função. O tempo de viagem é uma medida importante para os viajantes se planejarem e para definir a confiabilidade de um sistema de transporte. O atraso é dado pelo tempo observado acima do tempo de viagem ideal, e ele também ajuda a observar a confiabilidade do sistema. Os atrasos são importantes para medir o desempenho de uma via semaforizada, além disso, a presença de semáforos pode aumentar os atrasos fora dos horários de pico. Outra medida de desempenho é o tamanho das filas de congestionamento, essa é uma medida importante para definir prioridades de investimento, além disso, o congestionamento pode fazer com que veículos desviem sua trajetória por caminhos que muitas vezes são



foram projetados para receber aquele fluxo. Outra importante medida de desempenho é a relação entre "volume" e capacidade ( $V/C$ ), que representa o nível de serviço da via. Apesar de ser tradicionalmente conhecida como  $V/C$ , essa medida relaciona, na verdade, a demanda (veículos que desejam utilizar aquele sistema) e a capacidade, por isso a relação pode ser maior que 1. No cálculo do ciclo semafórico ótimo, a relação  $V/C$  é utilizada como um coeficiente de segurança para manter o nível de serviço desejado. O número de paradas e o <sup>porcentagem</sup> de pessoas que realiza viagens em um tempo pré-determinado são outras medidas de desempenho.

Resiliência do sistema está ligada ao fato de possuir alternativas viáveis e rapidez na recuperação em caso de colapsos, desastres ambientais (que tendem a ser mais frequentes com as mudanças climáticas), ou qualquer outra ocorrência inesperada. Para um sistema ser resiliente é importante que ele tenha alta conectividade e espaço para os mais diversos modos de transportes. Medidas como preferência para o transporte coletivo e incentivo a transportes ativos ajudam na resiliência do sistema, que pode ser afetada pela quantidade de modos de transportes e rotas alternativas existentes. Vale ressaltar que as redes viárias também servem como linha de socorro nos desastres.

No nível operacional, um curto horizonte de tempo, entender a capacidade e a resiliência de uma rede viária ajuda na definição de planos de contingência em caso de sinistros de tráfego. Esses planos muitas vezes abrangem rotas alternativas que deverão ter o tempo <sup>de ciclo</sup> semafórico modificado, localização de operadores de tráfego em locais críticos e painéis de mensagens variáveis indicando os desvios. Já os atrasos são importantes para (calcular) de finição dos tempos semafóricos rotineiros e os tempos de viagem para posicionamento de equipes de resgate. Para autorização de fechamento total ou parcial de vias públicas para obras, conceitos como capacidade e fluxo veicular são fundamentais. Simuladores <sup>podem auxiliar esse planejamento.</sup>

No nível tático utiliza-se muitas ferramentas matemáticas, ~~podem ser utilizadas~~ como regressões e conceitos de elasticidade. Observar mudanças nos tempos de viagem e nos tamanhos das filas de congestionamento auxiliam a definição de faixas exclusivas de transporte público, implantação de um sistema inteligente de transporte e medidas de gerenciamento de demanda como rodízio.

No nível estratégico uma ferramenta muito utilizada no planejamento é o modelo 4 etapas. Observar a resiliência e o desempenho do sistema atual e futuro é importante para propor a implantação de novos meios de transporte (como a construção de um novo BRT) e mudanças na política 14





EDITAL 436 - Concurso RT-  
03 Engenharia de  
Transportes - 16/11/2022

Nº 91

Folha: 2/3

de uso e ocupação do solo de uma região buscando a melhoria da qualidade de vida dos habitantes. Portanto, para planejar um sistema resiliente é necessário entender sua situação atual em relação a oferta e a demanda através da capacidade disponível e das medidas de desempenho e desenhos os cenários futuros que pretende-se analisar dependendo do horizonte de tempo.

### Ponto 9:

Os sistemas inteligentes de transportes (ITS) buscam otimizar o uso da infraestrutura existente e melhorar a segurança viária. Vale ressaltar que a utilização de mais de um serviço apresenta resultados práticos melhores que a adoção de um único. Além disso, a arquitetura e a padronização dos ITS são importantes para garantir a interoperabilidade do sistema, para reduzir os custos e para manter a comunicação entre todos os envolvidos.

Observando os pacotes de serviço apresentados pela US National ITS Architecture também é possível notar as tendências mundiais desses sistemas. Por exemplo, em 2017, parte dos serviços que eram apresentados junto ao pacote de Gerenciamento Avançado de Tráfego foram deslocados para um novo pacote de serviços denominado Viagens Sustentáveis, mostrando a crescente preocupação com as questões ambientais. Entre esses serviços estão faixas exclusivas para veículos com alta ocupação e gerenciamento de áreas com baixa emissão.

Em regiões metropolitanas podem ser implantados sistemas de detecção automática de acidentes, controle de rampa de acesso ~~em~~ a vias expressas, coordenação semaforica, semaforos inteligentes que garantam a preferência do transporte coletivo, velocidade variável em vias expressas, gerenciamento de estacionamento e faixas exclusivas para veículos com alta ocupação e bilhetagem eletrônica.

Os sistemas automáticos de detecção de acidentes precisam de câmeras ao longo das vias e um centro de controle. Eles são importantes para reduzir o tempo total da ocorrência, aumentar a probabilidade de socorrer as vítimas com vida, reduzir as filas de congestionamento, os atrasos, as emissões de gases de efeito estufa e a ocorrência de acidentes secundários. Os sistemas de controle de rampa de acesso



em vias expressas trazer maior segurança para a via de fluxo principal, reduz a quantidade de sinistros de tráfego e a probabilidade de ocorrência de filas de congestionamento. Para sua implantação são necessários detectores ao longo da via e nas rampas. Como consequências negativas, as vias que dão acesso às rampas podem ser impactadas com congestionamento e os impactos derivados dele.

Os semáforos inteligentes que garantem a preferência para o transporte público reduzem o tempo de viagem desses veículos que carregam grande parte da população e possuem um nível de emissão de gases de efeito estufa menor que os veículos particulares, melhorando a equidade no acesso e a sustentabilidade. Existe uma dificuldade de implantação em vias com dois fluxos importantes, como exemplo pode ser citado o VHT no Rio de Janeiro na altura da Central do Brasil, aquele ponto foi desafiador para o sistema devido ao cruzamento de VHT e uma Avenida com alto fluxo veicular e com faixa exclusiva de ônibus.

Os sistemas de velocidade variável ajudam na segurança viária ao reduzir a instabilidade do tráfego. As melhoras na capacidade foram observadas apenas em simulações. Para sua implementação no Brasil seria necessário mudança nas leis de trânsito.

A coordenação semafórica melhora a fluidez do tráfego geral. Os semáforos ajudam no manuseio do fluxo de tráfego caso alguma ocorrência seja observada ao longo do sistema. Muitas vezes é necessário a implantação de novos blocos semafóricos.

Os sistemas de gerenciamento de estacionamento podem ser utilizados como medida de gerenciamento de demanda com a finalidade de aumentar a rotatividade, dar preferência a algum público específico e implantar cobranças. O valor recebido pode ser destinado a construção de modos mais inclusivos como ciclofaixas.

Sistema de faixa exclusiva para transporte público e bilhetagem eletrônica reduzem tempo de viagem e gasto com transporte, respectivamente. Aquelas que precisam viajar maiores distâncias normalmente no Brasil são os menos favorecidos economicamente e são os mais ajudados com essas medidas.

A tecnologia é um importante aliado para os engenheiros de transportes. O principal é entender a realidade local e ter objetivos claros. (2V)





EDITAL 436 - Concurso RT-  
03 Engenharia de  
Transportes - 16/11/2022

Nº 91

Folha: 3/3

Ponto 08:

O setor de transportes gera uma grande quantidade de dados devido a crescente utilização de ITS. Esses dados são obtidos através de radares, câmeras, GPS e utilização de celulares pelos viajantes, por exemplo.

Observando os ônibus, as tags RFID fornecem informações de quantidade de viajantes em tempo real, rota e tempo de viagem. Porém muitas vezes essas tecnologias embarcadas servem apenas para controle de acesso e não são utilizadas no planejamento e operação dos transportes. Alguns governos ou entes reguladores não possuem acesso a esses dados, o que dificulta a sua utilização. Para mudar essa realidade é importante deixar claro no contrato essa necessidade. Além disso, quanto maior o número de operadores, maior a complexidade dos dados. A bilhetagem eletrônica traz informações importantes para o planejamento e operação, mas vale ressaltar que os bilhetes nem sempre são validados no momento do embarque. A lotação do veículo é possível obter através do peso, porém a balança é facilmente descalibrada. Problemas no asfalto podem descalibrá-la, por exemplo.

Em relação ao transporte individual, os aplicativos de tempo de viagem são importantes para fazer um panorama da cidade. Para definir tempos de viagem também é possível analisar os dados de radares em rede, o desafio é entender as múltiplas opções de caminhos existentes e <sup>reconhecer</sup> possíveis paradas realizadas ao longo da rede.

Poucos dados estão disponíveis sobre o transporte a pé, já para o transporte cicloviário existem os aplicativos de nicho, mapas colaborativos e os dados dos operadores de bicicletas compartilhadas, por exemplo. Uma dificuldade encontrada ao buscar analisar esses grandes grupos de dados é entender os vieses que são importantes para planejar uma cidade, tais como gênero e renda, principalmente após a Lei de Proteção de Dados.

Estudos que fazem o cruzamento entre dados socioeconômicos e de GPS de celulares ajudam, por exemplo, a entender o limite das áreas urbanas, os padrões de viagens, as diferenças entre os dias de semana e finais de semana, a diferença do consumo energético, entre outros.

Com essas informações é possível fazer ajustes no sistema de transporte a fim de garantir a acessibilidade para todos.

Olhando para o planejamento e operação de linhas de ônibus, por exemplo, é importante conhecer a variação horária, os trechos críticos e os locais que estão gerando mais atraso no tempo de viagem para propor políticas com faixas exclusivas, novos horários de funcionamento da linha e o tamanho da frota necessário.

Já olhando para os veículos particulares e ônibus que não transitam de maneira segregada, saber o tempo de viagem, velocidade e fluxo viário são importantes para definição de implantação de uma faixa reversível, por exemplo.

Portanto, ter esses dados como informações para os planejadores e operadores de uma cidade é de grande valia para a melhoria da mobilidade daquela região.

