

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

Nº 34

Folha: 1/8

## Ponto 9: Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS)

Os sistemas inteligentes de transporte (ITS) são mecanismos empregados para facilitar o deslocamento de pessoas e bens de forma rápida, eficiente e segura, eliminando o uso de infraestrutura viária. Os ITS envolvem recursos tecnológicos capazes de identificar a localização dos veículos que geram os deslocamentos, receber e processar uma vasta gama de informações, como posicionamentos de veículos e condições de tráfego e divulgar essas informações aos usuários do sistema.

Os ITS relacionados a gestão avançada das condições de tráfego fornecem em tempo real informações sobre as condições de congestionamento e de eventuais interdições na via, bem como de incidentes que possam prejudicar a fluidez do trânsito. Deste modo, o usuário pode alterar a rota, evitando pontos de congestionamento e reduzindo o tempo de percurso. Além do benefício para o usuário que chega mais rápido ao seu destino, há de se destacar que o uso desses ITS por parte dos usuários da via gera benefícios para todos os demais (externalidade positiva), uma vez que o trânsito se torna mais fluido, reduzindo a demanda de passagem de veículos nos pontos congestionados e demandando em consideração que a maior parte dos automóveis circula a base de combustíveis fósseis, a redução do tempo de percurso impacta positivamente na redução da emissão de combustíveis fósseis. Contudo, cabe um alerta sobre um possível efeito indesejável dos ITS de gestão de tráfego: a criação de novos pontos de ~~congestionamento~~ congestionamento. Ademais, se o congestionamento está sendo causado por operações de fiscalização de trânsito no sentido

de colônias que motoristas dirijam alcoolizados, tais como as operações do "deixar seco", o uso dessa categoria de ITS pode facilitar o escape de motoristas infratores. Por fim, essa categoria de ITS pode incentivar e aumentar o uso do transporte motorizado individual, o que agrava os problemas de congestionamento, uma vez que a infraestrutura viária possui capacidade finita. A quantidade excessiva de automóveis na via fecha o princípio de utilização Pareto-eficiente da mesma, prejudicando a todos os usuários.

Os ITS de condições do veículo são sistemas acoplados aos veículos que medem sua velocidade, aceleração, nível de combustível, bem como são capazes de identificar eventual mau funcionamento dos componentes do veículo. Esses ITS são muito importantes na identificação de falhas técnicas antes que elas ocasionem acidentes, servindo de alerta ao motorista.

Os ITS de gestão do tráfego e cobrança eletrônica de pedágios possibilitam a cobrança automática do pedágio sem a necessidade de parada do motorista através do uso de sensores no via capazes de identificar um dispositivo de cobrança automática de pedágio no veículo. Cabe ressaltar a melhoria da fluidez no trânsito, uma vez que o motorista não necessita parar para efetuar o pagamento do pedágio. Essa categoria de ITS também gera externalidades positivas, uma vez que mesmo que nem todos os usuários possuam o dispositivo de cobrança automática, ainda assim são beneficiados pela redução do tempo de espera.

Os ITS de gestão de informações ao viajante possibilitam acesso a condições de tráfego, opções de rotas e opções de transporte. Sua função principal é informar ao viajante as opções de acesso a um destino possibilitando o planejamento antecipado da viagem. Além da redução da ansiedade, o planejamento antecipado permite a escolha mais eficiente do ~~meio~~ meio de deslocamento, reduzindo as custos

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

Nº 34

Folha: 26

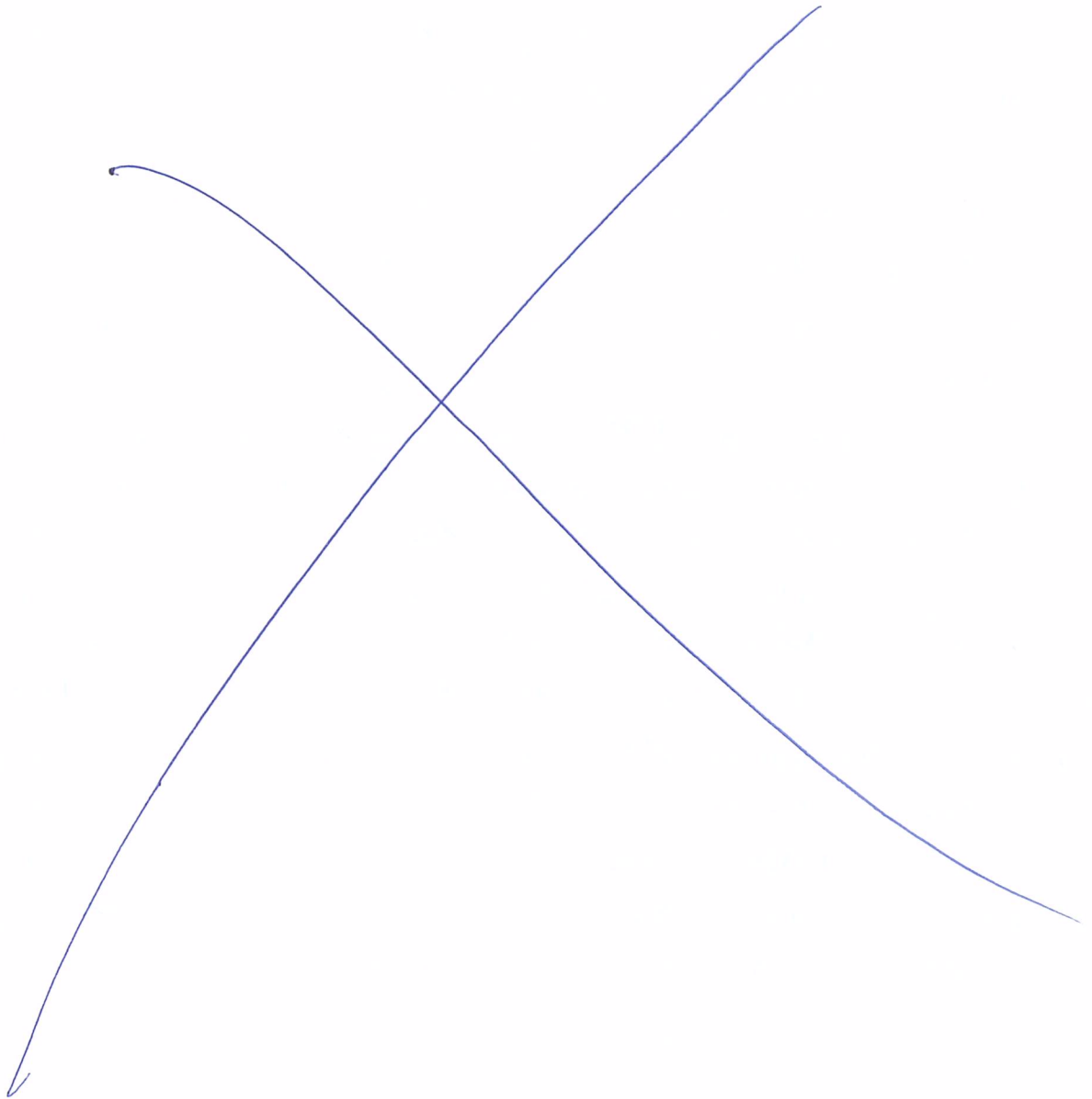
do viagem, o tempo de deslocamentos e eventualmente o volume de emissões, uma vez que o viajante opta por rotas menos congestionadas.

Os ITS relacionados a gestão avançada dos transportes públicos possibilitam a localização em tempo real dos veículos, bem como a identificação de condições de atraso ou adiantamento em relação ao horário de ~~partida~~ em cada parada. Esses ITS funcionam em conjunto com um Sistema de Apoio à Operação<sup>(SAC)</sup>, que funciona como uma central receptora de informações dos veículos. Ações como a liberação de um veículo reserva podem ser autorizadas pelo SAC para reduzir os problemas causados aos usuários com o atraso do veículo. Ademais, esse ITS pode funcionar em parceria com a gestão semafórica possibilitando que em condições específicas de atraso os ônibus possam solicitar prioridade de passagem, alterando os tempos dos semáforos.

Em relação aos ITS, uma aplicação que tem crescido bastante é o Moovit. Esse aplicativo possibilita o acesso a opções de transporte público para realizar determinada trajetória. O aplicativo disponibiliza os horários, pontos de parada e rotas de acordo com as informações de origem e destino informadas pelo viajante. Desse modo, o viajante consegue planejar de forma antecipada a sua viagem. Apesar de apresentar opções multimodais de deslocamento, não é possível comprar um ticket único de deslocamento através do Moovit. Em algumas regiões onde o aplicativo opera é possível, tão somente, a compra de tickets isolados por trecho de viagem.

calor destacar as aplicativos e-hailing (ultor e 99) que possibilitam a usuário contactar motoristas particulares através do celular. O app possibilita a identificação do motorista mais próximo do usuário, facilitando o deslocamento por transporte individual e também reduzindo a necessidade de que cada passageiro dispare do seu próprio veículo individual motorizada. Contudo calor destacar que esse aplicativos competem com os transportes públicos.

Além desse tipo de aplicativos, existe uma outra categoria em que o motorista previamente define os pontos de origem e destino e abre a opção de compartilhamento da viagem com outros usuários, como o blo blo car.



## 18 - Ciência de dados aplicada ao planejamento e operações de sistemas de transporte

O uso em massa da internet para realização de atividades rotineiras gera uma vasta quantidade de dados que podem ser estudados para compreensão tanto do comportamento atual das pessoas, bem como das tendências de comportamento futuro. Nesse sentido, cabe destacar o potencial de uso dos dados de tecnologias móveis, tais como as smartshanes, para análise dos padrões de mobilidade. No Brasil, atualmente existem 198 milhões de smartshanes, quantidade bem próxima do total de pessoas no país (200 milhões de habitantes).

Machine learning é o conjunto de técnicas usadas para ensinar as máquinas a realizar tarefas de aprendizagem. As técnicas de machine learning são empregadas para análise e processamento do vasto volume de dados (Big Data) produzido diariamente pelas pessoas na internet de identificar padrões e tendências que possam facilitar a tomada de decisão por entidades públicas e privadas. Por exemplo, a aplicação de redes neurais artificiais tem crescido no estudo de acidentes viários, uma vez que não requer suposições quanto a distribuição dos dados nem quanto a relação entre as variáveis, ao contrário das tradicionais análises estatísticas como as análises de regressão. O modelo de redes neurais utiliza os dados reais dos acidentes para o seu aprendizado.

Em relação as formas de aprendizado das técnicas de Machine Learning destacam-se: (a) aprendizado supervisionado em que o modelo recebe tanto dados de entrada como dados de saída e a partir dos dados de saída recebidas identifica padrões de resultados esperados; (b) aprendizado não super-

versionado em que o modelo recebe apenas os dados de entrada e deve identificar as relações entre eles; (c) aprendizagem de reforço é um tipo de aprendizagem supervisionado baseado em punições e recompensas.

Em relação a origem dos dados usados para o planejamento e operação de sistemas de transporte destacam-se quatro fontes principais de dados: (a) estrada, (b) veículo, (c) viajante e (d) ambiente amplo.

Os sensores de loop instalados no pavimento são um tipo de dado de estrada utilizado pelo poder público para identificação da quantidade de veículos bem como da velocidade que passam em um determinado trecho da via. A grande vantagem desse método é que ele não é afetado pelas condições climáticas, contudo os sensores podem ser danificados pelo peso dos veículos que transitam na via.

É importante ressaltar que a instalação de sensores no pavimento representa um considerável aumento das custos da infraestrutura viária. Desse modo, surge o problema de localização de sensores que objetiva alcançar a melhor performance do mapeamento de via sujeito a restrição orçamentária. Em resumo, esse problema trata da definição dos pontos de instalação dos sensores.

Dois abordagens são possíveis na utilização de sensores. A primeira delas é a de observar o tráfego, estima-se que de 60 a 70% da via precisa conter sensores de loop para a observação do comportamento real do tráfego. Isso pode economicamente inviável por vias muito extensas. A segunda possibilidade é estimar o tráfego através da instalação dos sensores em pontos estratégicos de origem e destino e a partir desses dados gerar estimativas sobre o sistema de transporte.

As câmeras instaladas na via também caracterizam dados de estrada. As câmeras possuem uma cobertura mais ampla do que os sensores e não são afetadas pelo peso dos veículos. Seus dados, geralmente, são analisados e processados pelo poder público. Assim como os sensores, as câmeras aumentam os custos da infraestrutura viária. Ademais, as imagens das câmeras são fortemente afetadas pelas condições climatológicas. Softwares como Matlab podem ser usados para o processamento das imagens das câmeras, identificando a placa de motoristas infratores.

Dados do GPS dos veículos podem ser usados para identificar incidentes bem como infrações e condições de prejuízo ao tráfego. Esses dados são de complexa extração e análise e podem ser imprecisos quanto a localização caso o GPS não esteja conectado a internet. Contudo, não requerem custos adicionais na infraestrutura viária.

Os dados obtidos dos viajantes através de redes sociais, Waze, Twitter, fornecem informações em tempo real sobre incidentes e podem alertar as autoridades em caso de acidentes com vítimas e demais situações que requerem intervenção. Contudo, a localização do incidente nem sempre é precisa. Além disso, os dados são semi-estruturados requerendo softwares capazes de lidar com linguagens naturais (Python é um exemplo).

Os dados obtidos por viajantes caracterizam uma abordagem denominada crowdsourcing, em que um conjunto grande de pessoas contribui voluntariamente para gerar informações sobre determinado tópico. Gera-se de conseguir mapear incidentes de

forma bem mais rápida do que os métodos tradicionais e crowdsourcing pode facilitar a disseminação de dados falsos por pessoas mal intencionadas (fake news) e por isso a confiabilidade dos dados deve ser sempre checada com cautela.

Dados de ambiente amplo são aqueles obtidos através de tecnologias como drones e possibilitam a identificação de incidentes em regiões de difícil acesso, bem como o planejamento do melhor forma de enviar ajuda. A qualidade das câmeras instaladas nos drones pode ser prejudicada pelas condições climatológicas e pela altura do voo.



EDITAL 436 - Concurso RT- 03 Engenharia de Transportes - 16/11/2022		Nº 39	Folha: 5/6
---	--	-------	------------

Ponto 6: Capacidade, desempenho e resiliência de redes viárias semaforzadas e não semaforzadas

A capacidade de uma via está associada ao fluxo (taxa de veículos por unidade de tempo) máximo que ela comporta antes de entrar em um estágio de congestionamento. O congestionamento ocorre quando a demanda de veículos que desejam passar pela via é maior do que a quantidade máxima transportada de veículos passando simultaneamente pela via (densidade máxima). Nessa situação, forma-se uma fila de espera para passagem na via.

O desempenho da via pode ser medido pela frequência e pela intensidade dos congestionamentos, bem como tempo necessário para sair do estágio congestionado para o estágio de trânsito livre (resiliência). Alguns possíveis indicadores são quantidade de episódios de congestionamento na semana, horários em que os congestionamentos ocorrem, velocidade durante o ~~tempo~~ estágio congestionado versus velocidade durante o trânsito livre, tempo necessário para atravessar a via durante o estágio congestionado versus tempo durante o estágio ~~livre~~ de trânsito livre.

No nível operacional, as soluções para melhorar a eficiência das redes viárias deve considerar ~~e~~ ~~as~~ restrições a circulação de veículos privados nos horários de pico, tais como redução do oferta de estacionamento nos centros urbanos, pedágio diferenciado ~~por~~ nos horários de pico, radiação de placas autorizadas a circular. Aumento do oferta de transportes públicos de massa durante os horários de pico.

~~horários de pico~~. Ademais, há de se considerar aspectos ~~no nível tático~~ de microacessibilidade. Os deslocamentos muitas vezes são motivados pelo baixo custo de atividades no entorno. Nesse modo, uma solução tática deveria envolver também a identificação dos principais fluxos de origem-destino e o que motiva a realização das viagens. O aumento do custo de facilidades como comércio e clínicas em regiões mais carentes pode diminuir a demanda de usuários da via.

No nível estratégico, é preciso incluir o planejamento do uso do solo e a melhoria das condições de acessibilidade por transporte público. Outra ponta é a análise dos polos geradores das viagens sobre a demanda de usuários da via. Uma vez que a sobrecarga da via pode estar sendo causada por empacotamentos no entorno.

O desempenho da via também pode ser mensurado através do volume de acidentes. Nesse sentido, cabe destacar que a sinalização é a forma de comunicação entre o usuário e a via e nas vias não semaforizadas, as sinalizações horizontal e vertical ganham uma importância ainda maior.

A sinalização horizontal refere-se às marcações feitas sobre o pavimento. Essas marcações são feitas com material retrorefletivo de modo que tanto pedestres possam facilmente identificá-las. Com o tempo, devido ao desgaste natural do pavimento por conta do atrito contante com a roda das veículos, o pavimento vai perdendo as partículas retrorefletivas da marcação, o que dificulta a identificação das marcações pelo usuário da via. Uma solução operacional para esse problema é a restauração dos trechos comprometidos.

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

Nº 34

Folha: 6/6

A atenuação semafórica também é um meio de reduzir o número de acidentes na via, pois desestimula a ação oportunista de pedestres que optam por atravessar a via ~~mesmo~~ contrariando a sinalização semafórica, devido ao alto tempo de espera.

Calte também ressaltar que uma medida de desutilização da via é o tempo que os motoristas permanecem parados sem que haja fluxo de pedestres por conta da indicação semafórica. Nesse sentido botões de acionamento ~~de~~ ~~o~~ quando existe intensão do pedestre em atravessar a via são mecanismos úteis para melhorar de desempenho. Em complemento, podem ser instalados sobre o faixas de pedestres sensores de identificação de pedestres, assim mesma que o botão tenha sido acionado, se não houver pedestres atravessando a via, a sinalização semafórica se altera em benefício dos motorista

