

6 – Roteiro detalhado para a elaboração de Estudos de Mobilidade Urbana:

SMT – Secretaria Municipal dos Transportes
EPTC – Empresa Pública de Transporte e Circulação
EEV- Equipe de Estudos de Viabilidade

Roteiro para a Elaboração de Estudo de Mobilidade Urbana para Empreendimentos de Impacto Urbanos

A. Caracterização do empreendimento urbanístico.

A caracterização do empreendimento urbano é feita através de informações fornecidas pelo empreendedor. As características do projeto que interessam para os estudos de circulação e acessibilidade são:

- Localização do empreendimento urbanístico;
- Uso a que se destina;
- Características socioeconômicas dos moradores;
- Dimensões (área construída, área computável, nº de vagas de estacionamento, etc.);
- Localização e geometria dos acessos de veículos e pedestres;
- Cronograma de implantação.

Essas informações são usadas para estimar as viagens geradas com a implantação do projeto.

B. Caracterização do entorno.

A caracterização do entorno é feita através de visitas ao local onde será implantado o projeto, análise das bases de dados públicas e privadas disponíveis e entrevistas com membros do poder público.

As características que são relevantes para o estudo são:

- Características funcionais, geométricas e físicas das vias existentes (sentidos de fluxo, restrições de conversão, número de faixas, permissões de estacionamento, largura das vias e passeios, raios de curva, rampas, tipo e condições do pavimento, etc.);
- Localização e programação dos semáforos;
- Localização dos pontos de embarque e desembarque de transporte coletivo;
- Uso do solo no entorno do empreendimento urbanístico;
- Localização de polos geradores de tráfego nas proximidades;
- Projetos de modificação no sistema viário ou implantação de outros polos geradores.

C. Delimitação da área de influência.

Com as características do empreendimento e da área no entorno é possível definir a área de influência através da análise da configuração do sistema viário que será usado para acessar o empreendimento, compreendendo todas as vias que serão afetadas de forma relevante pelo tráfego gerado. A abrangência da área de estudo depende das características do sistema viário da região e das dimensões e atividades relacionadas ao polo gerador de tráfego.

D. Estimativa do tráfego gerado pelo empreendimento urbanístico.

O tráfego gerado pelo empreendimento corresponde ao acréscimo no fluxo de veículos do sistema viário do entorno decorrente de sua implantação.

A estimativa da quantidade de tráfego gerado é feita com a aplicação do “Modelo Quatro Etapas” usado em planejamento de transportes:

- Geração,
A EPTC estabelece a utilização de metodologias consagradas para a estimativa das viagens (nacionais ou americanas), quando tratar-se de ampliação da atividade a EPTC poderá validar a geração de viagens baseadas nas viagens existentes desde que as informações possam ser verificadas se necessário. A geração de viagens é geralmente realizada com o uso de modelos de regressão que relacionam o número de viagens geradas por um empreendimento urbanístico com uma ou mais variáveis cuja estimativa seja de fácil obtenção. Os modelos de produção são normalmente oriundos de Pesquisas de Origem e Destino através de Entrevistas Domiciliares (EDOM), enquanto que modelos de atração são obtidos de levantamentos de campo.
Os polos geradores de tráfego podem ser classificados como produtores ou atratores de viagens, dependendo do uso a que se destinam, os domicílios são considerados como local de produção de viagens enquanto que os locais de trabalho, estudo, lazer, compras e saúde são locais que atraem viagens, seja qual for o modal de transporte.

O conceito de atração e produção é diferente de origem e destino. Assim, tanto a viagem matinal da residência ao local de trabalho quanto a viagem vespertina do local de trabalho para a residência são consideradas como produzidas na residência e atraídas pelo trabalho. As únicas exceções são as viagens em que nem a origem nem o destino são a residência. Nesses casos o local de produção é a origem da viagem e o destino é o local de atração, independentemente do propósito das viagens.

- **Divisão modal,**
Com o número de viagens geradas, são definidas quantas viagens serão realizadas por cada modalidade de transporte (automóvel transporte coletivo, a pé, etc.). Normalmente somente interessam as viagens realizadas por automóvel, uma vez que elas são as que geram a grande maioria dos impactos de tráfego.
As viagens de automóvel atraídas pelo empreendimento urbanístico são de três tipos:
 - Primárias, que são as viagens que não existiam ou tinham destino em outra região da cidade e cujo objetivo é o acesso ao empreendimento urbanístico;
 - Desviadas, as viagens que já ocorriam, mas que tiveram uma alteração de rota para ter acesso ao empreendimento urbanístico;
 - Não desviadas (ou de Passagem), as viagens que já ocorriam e que não necessitam de nenhuma alteração de rota para acesso ao empreendimento urbanístico.As viagens primárias contribuem tanto para o carregamento das vias quanto para o congestionamento nos pontos de acesso. As viagens não desviadas não afetam o carregamento da rede, uma vez que esse tráfego já circula pelas vias. Essas viagens somente contribuem para o volume total de veículos que entram e saem dos estacionamento. As viagens desviadas podem ou não causar impacto dependendo das condições locais das vias.
A determinação dos percentuais de cada tipo de viagem é uma tarefa complexa, uma vez que eles são uma função tanto do tipo de uso do solo e da localização do projeto, quanto do volume e composição do fluxo que se desloca no seu entorno. Postos de gasolina e lojas de conveniência, por exemplo, possuem uma grande quantidade de viagens não desviadas e desviadas, enquanto Universidades, cinemas, casas de espetáculos e centros esportivos têm uma ampla predominância de viagens primárias. Da mesma forma, quanto mais inserido no meio urbano o empreendimento, menor será a contribuição das viagens primárias na composição dos deslocamentos atraídos.
- **Distribuição,**
A etapa de distribuição consiste na determinação dos locais da cidade de onde se destinam as viagens com origem ao empreendimento urbanístico. Nessa etapa são usados modelos específicos para cada tipo de uso do empreendimento urbanístico. Esses modelos dividem a cidade em zonas e relacionam o número de viagens gerado por cada zona com a distância ou o tempo de deslocamento entre essa zona e o empreendimento.
- **Alocação de viagens,**
A etapa de alocação consiste em definir o itinerário que será usado pelas viagens atraídas para entrar e sair do empreendimento urbanístico. Essa etapa define o carregamento adicional em cada link de via no entorno do empreendimento urbanístico que somado ao carregamento existente no ano de implantação caracteriza a situação futura com o empreendimento urbanístico.

E. Projeção do crescimento do tráfego de passagem.

Para estimar o tráfego futuro sem o empreendimento urbanístico, são utilizadas taxas de crescimento para o tráfego atual. Na falta de informações específicas, adota-se a taxa de 1,5% ao ano, que é um valor recomendado e utilizado para estudos de tráfego na Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA). A situação futura com projeto é a soma da situação sem projeto com a situação com projeto. Com os dois cenários de análise, situação futura sem projeto e com projeto, é feita uma comparação dos níveis de serviço do sistema viário e estabelecidos os impactos.

F. Metodologia de avaliação das interseções.

A EPTC estabelece a utilização do método ICU – “Intersection Capacity Utilization”. O método permite avaliar qual o percentual da capacidade de uma interseção que é utilizado para escoar um determinado volume de tráfego. Essa avaliação é feita comparando o tempo necessário para escoar o tráfego existente com o tráfego escoado pela interseção em condições de saturação tendo como referência um tempo de ciclo padronizado. O ICU2003 é a segunda revisão da metodologia de cálculo. A primeira revisão foi realizada no final da década de 1990 e incorporou as seguintes melhorias ao método original:

- Utilização dos fluxos de saturação conforme definidos pelo HCM2000;
- Incorporação de procedimentos para modelar conversões à esquerda permitidas e pistas compartilhadas para seguir em frente e dobrar à esquerda;
- Consideração dos tempos mínimos de verde, tempos para pedestres e interferências de pedestres;

- Melhoria na lógica do tratamento de conversões a direita, considerando conversões livres a direita e fazes sobrepostas para conversão a direita.
- Posteriormente, o ICU2003 acrescentou as seguintes modificações:
- Utilização de volumes horários no lugar de volumes de 15 minutos;
 - Novo método para conversões à esquerda “permitidas”;
 - Novo método para avaliar interseções em “diamante”;
 - Nova planilha de cálculo para avaliar interseções urbanas isoladas;
 - Mudança nos limites percentuais entre os níveis de serviço.

Definição dos níveis de serviço baseados na capacidade (ICU2003).

Nível de Serviço	Valor calculado do ICU	Diagnóstico da situação
A	até 55%	<i>A interseção não apresenta congestionamento. Um ciclo de 80 seg. ou menos vai atender o tráfego de forma eficiente. Todo o tráfego é atendido no primeiro ciclo. Flutuações no tráfego, acidentes e bloqueios de pista são resolvidos sem problemas. A interseção pode acomodar mais 40% de tráfego em todos os movimentos</i>
B congestionamento.	>55% até 64%	<i>A interseção apresenta muito pouco congestionamento. Quase todo o tráfego é atendido no primeiro ciclo. Um tempo de ciclo de 90 seg. ou menos atende o tráfego de forma eficiente. Flutuações no tráfego, acidentes e bloqueios de pista são resolvidos com uma incidência mínima de congestionamento. A interseção pode acomodar mais 30% de tráfego em todos os movimentos.</i>
C	>64% até 73%	<i>Pequena incidência de congestionamento. A maioria do tráfego é atendida no primeiro ciclo. Um ciclo de 100 seg. ou menos atende o tráfego de forma eficiente. Flutuações de tráfego, acidentes e bloqueios de pista podem causar algum congestionamento. A interseção pode acomodar mais 20% de tráfego em todos os movimentos</i>
D	>73% até 82%	<i>Em situações normais a interseção não apresenta congestionamento. Grande parte do tráfego é atendida no primeiro ciclo. Um ciclo de 110 segundos ou menos atende o tráfego de forma eficiente. Flutuações de tráfego, acidentes e bloqueios de pista podem causar congestionamento. Tempos de ciclo mal dimensionados podem causar congestionamento. A interseção pode acomodar mais 10% de tráfego em todos os movimentos.</i>
E congestionamento.	>82% até 91%	<i>A interseção está próxima ao limite de congestionamento. Muitos veículos não são atendidos no primeiro ciclo. Um ciclo de 120 segundos é necessário para atender a todo o tráfego. Pequenas flutuações de tráfego, acidentes e bloqueios de pista podem causar um congestionamento significativo, tempos de ciclo mal dimensionados podem causar congestionamento. A interseção possui menos de 10% de reserva de capacidade.</i>
F provavelmente ocorrem	>91% até 100%	<i>Interseção está no limite da capacidade e períodos de congestionamento de 15 a 60 minutos consecutivos. É comum a existência de filas residuais ao final do tempo de verde. Um tempo de ciclo superior a 120 segundos é necessário para atender todo o tráfego. Pequenas flutuações no tráfego, acidentes e bloqueios de pista podem causar um congestionamento crescente. Tempos de ciclo mal dimensionados podem causar congestionamento crescente.</i>

G provavelmente	>100% até 109%	A interseção está até 9% acima da capacidade e ocorrem períodos de congestionamento de 60 a 120 minutos consecutivos. A formação de longas filas é comum a. Um tempo de ciclo superior a 120 segundos é necessário para atender todo o tráfego. Motoristas podem escolher rotas alternativas, caso existam, ou reduzir o número de viagens na hora do pico. Os tempos semafóricos podem ser ajustados para distribuir a capacidade para os movimentos prioritários.
H	mais de 109%	A interseção está mais de 9% acima da capacidade e provavelmente ocorrem períodos de congestionamento de 60 a 120 minutos consecutivos. A formação de longas filas é comum a um tempo de ciclo superior a 120 segundos é necessário para atender todo o tráfego. Motoristas podem escolher rotas alternativas, caso existam, ou reduzir o número de viagens na hora do pico. Os tempos semafóricos podem ser ajustados para distribuir a capacidade para os movimentos prioritários.

G. Avaliação dos impactos gerados.

O impacto de um projeto em uma interseção é definido como a diferença entre o ICU da situação sem projeto e o ICU da situação com projeto. Tipicamente o ICU da situação com projeto é maior que o da situação sem projeto e o impacto é considerado negativo, indicando que as condições da interseção pioram quando o projeto é implantado. Por outro lado, se em virtude de melhorias propostas na interseção o ICU da situação com projeto for menor do que o ICU da situação sem projeto o impacto é considerado positivo. Para determinar a magnitude de um impacto não basta conhecer o seu valor em termos absolutos é necessário saber como esse impacto se traduz na deterioração nas condições experimentadas pelos usuários do sistema viário. Por exemplo: quando existe muita capacidade disponível e a interseção opera em nível de serviço "A", uma redução de 5% na capacidade disponível pode passar despercebida pelos usuários da via. No entanto, quando a mesma redução de 5% pode causar um impacto muito grande aos demais veículos quando a interseção está operando próxima do limite de sua capacidade.

Para avaliar a magnitude dos impactos nesse estudo, uma vez que não existem critérios quantitativos desenvolvidos no Brasil, foram usados os critérios adotados no Estado da Califórnia, que é o principal estado americano a utilizar o ICU como medida de desempenho de interseções.

Segundo esses critérios, são considerados impactos significativos:

- Variações no ICU iguais ou superiores a 1% quando a interseção opera em níveis de serviço E, F, G e H na situação sem projeto.
- Variações no ICU iguais ou superiores a 2% quando a interseção opera em níveis de serviço D na situação sem projeto.
- Variações no ICU iguais ou superiores a 4% quando a interseção opera em níveis de serviço C na situação sem projeto;
- ICU na situação com projeto superior a 68% quando a interseção opera em níveis de serviço A ou B na situação sem projeto.

Com base nesses critérios, quanto maior a capacidade utilizada, menor é a quantidade de incremento no tráfego necessária para causar impacto sobre a interseção. Variações no ICU inferiores aos valores de referência não são consideradas significativas e, portanto não precisam ser mitigadas ou compensadas.

H. Outras análises.

Além do estudo do sistema viário do entorno é realizada uma análise de micro-acessibilidade ao empreendimento urbanístico, são verificados:

- o layout e as capacidades dos estacionamentos;
- a capacidade e segurança dos pontos de acesso de veículos;
- a capacidade e a segurança das rotas e acessos de veículos;
- a capacidade e a segurança das rotas de pedestres e usuários de transporte coletivo;
- a capacidade e qualidade do sistema de transporte coletivo.

I. Proposição de medidas mitigadoras e compensatórias.

A análise dos impactos observados torna possível a proposição de um conjunto de medidas com o objetivo de mitigar os problemas causados pela implantação do empreendimento urbanístico.

Os polos geradores de tráfego oneram a malha viária em um raio de influência maior do que a área de influência direta e as propostas de mitigação de impacto restringem-se aos entroncamentos mais carregados do entorno imediato, desta forma a EPTC estabelece nível 'D' de serviço para estes

entroncamentos independente do nível de serviço pré-existente, compensando, assim o carregamento do sistema viário que não foi mitigado em decorrência a restrição da área de estudo.

Para avaliação dos impactos, as condições do sistema viário com a implantação das medidas mitigadoras ou compensatórias são comparadas com as condições com e sem projeto. Nessa fase podem ser avaliadas várias alternativas até que sejam atingidos os resultados desejados.

As medidas mitigadoras de impacto tem que ser suficientes para viabilizar o empreendimento quanto aos aspectos da mobilidade urbana ou seja, dentro da área de influência as condições de circulação e segurança têm que ser satisfatórias atendendo a um nível de serviço D (ICU 2003) num horizonte de projeto de 10 anos;

As medidas de circulação propostas deverão ser simuladas para demonstrar o nível de serviço de todas as interseções estudadas.

J. Elaboração do Plano Funcional.

O Plano Funcional Viário é o produto final do Estudo de Mobilidade Urbana e apresenta o projeto básico de todas as intervenções viárias estudadas para mitigar o impacto do polo gerador de tráfego.