

Capítulo 2. ORGANIZAÇÃO DO SISTEMA VIÁRIO

Um primeiro aspecto essencial na atuação da Engenharia de Tráfego vem do reconhecimento de um conjunto razoavelmente complexo de solicitações normalmente exigidas de uma operação viária eficiente, no sentido mais amplo (isto é, incluindo fluidez, capacidade, segurança, economia, externalidades, ...).

A amplitude de sentido aludida pode ser apreendida colocando em perspectiva histórica a evolução das preocupações da Engenharia de Tráfego, que foram progressivamente incorporadas na visão atual da *missão da Engenharia de Tráfego*: proporcionar um uso eficiente e seguro do sistema viário para a movimentação de pessoas e bens envolvida na atividade social, controlando os impactos sociais e ambientais gerados pelo tráfego urbano e contribuindo para universalizar o acesso às atividades sociais para os diferentes grupos sociais, de forma econômica na utilização de recursos.

Embora complexa, a missão é basicamente operacional e está ligada a obter eficiência do sistema viário existente de uma área. A visão inicial da Engenharia de Tráfego privilegiava a atenção aos aspectos de fluidez, idéia que pode ser associada a oferecer capacidade e velocidade adequada na operação viária. Foi, entretanto, o crescimento vertiginoso dos problemas associados à segurança de trânsito (com os danos humanos e materiais decorrentes dos acidentes de trânsito) que trouxe a primeira ampliação de visão.

Naturalmente, ninguém diria que um sistema viário inseguro é verdadeiramente eficiente mas as formulações usuais (como a apresentada acima) mencionam ambos os aspectos separadamente para explicitar ambas as preocupações e para colocar claramente a necessidade de lidar com um certo grau de oposição entre estes objetivos. Ao contrário da relação entre os objetivos de capacidade e velocidade viária, normalmente correlacionados de forma positiva, a relação destes com a segurança de trânsito pode ser inversa (embora a ocorrência de acidentes e mesmo a sua gravidade, sejam afetadas por diversos outros fatores).

Da mesma forma, a menção explícita da necessidade de atender à movimentação de bens e pessoas, de controlar os impactos sociais e ambientais, de universalizar o acesso às atividades sociais, de utilizar recursos de forma econômica, todas tem esta mesma finalidade de relacionar objetivos muitas vezes opostos, que tem de ser simultaneamente ponderados. Muitas das oposições mencionadas são compromissos entre qualidade e custo, presentes na grande maioria das decisões. Entretanto, a questão peculiar da Engenharia de Tráfego é que diferentes agentes sociais, mesmo atendo-se apenas às diferentes variáveis de qualidade da operação, atribuem pesos muito distintos a estas diferentes preocupações, em cada porção do sistema viário considerado.

Tome como exemplo intervenções freqüentes na gestão do sistema viário como a implantação de redutores de velocidade ou a proibição de conversões à esquerda ou de estacionamento junto à via. Normalmente, a reação a propostas como estas é muito distinta (e igualmente intensa) para diferentes grupos de pessoas. Os moradores da área atravessada por uma via arterial de alta velocidade podem manifestar de forma veemente seu desejo de ver implantado um redutor de velocidade (solicitando redutores físicos ou, eles próprios,

Atuação da Engenharia de Tráfego:

- envolve um conjunto complexo de aspectos distintos (historicamente evidenciados);
- tem um foco eminentemente operacional, orientado a tornar eficiente a operação do tráfego;
- envolve conflitos importantes entre os aspectos operacionais, que se transformam em conflitos entre os usuários da via;
- exige a adoção de um princípio organizativo capaz de reduzir o impacto dos conflitos sobre a

cavando valas transversais), enquanto os condutores e passageiros dos veículos que cruzam o trecho assumem posição oposta. Em outras vias ou áreas, os mesmos grupos de pessoas podem trocar de papel e, similarmente, de posição ou opinião.

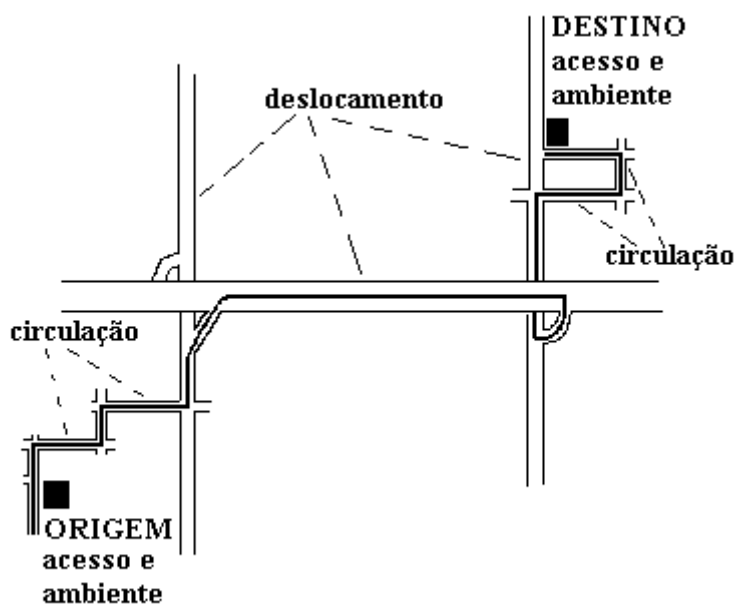
Tradicionalmente, a Engenharia de Tráfego buscou reduzir o impacto potencial dos conflitos que se manifestam na via sobre sua operação através de um princípio de organização do sistema viário, o princípio da hierarquização funcional, que foi progressivamente desenvolvido e combinado com outras preocupações relevantes. A seguir, tanto o princípio básico como suas complementações e alternativas são discutidos.

2.1 O Princípio da Hierarquização Funcional das Vias.

O primeiro princípio fundamental da Engenharia de Tráfego clássica decorre do entendimento de que as vias desempenham diversas funções na vida social e de que as diferenças usuais de ponto de vista na avaliação das intervenções propostas são normalmente relacionadas com interesses distintos nas diversas funções viárias.

As *funções viárias* classicamente destacadas são: deslocamento entre locais; circulação (de uma via a outra); acesso às edificações; ambiente urbano.

Portanto, não é verdade que as vias devem atender apenas aos deslocamentos dos veículos. Para cada usuário do sistema viário, uma parcela relevante da sua viagem realmente busca atender sua necessidade de deslocamento. No entanto, é igualmente verdade que, em qualquer área significativamente povoada, há uma quantidade correspondente de usuários da via que buscam entrar ou sair da via, buscam entrar ou sair das edificações ou estacionar seu veículo junto à via, buscam proteger-se de restrições ou interferências trazidas às suas atividades sociais pelo tráfego nas vias.



Esta visão clássica, embora ainda calcada em uma análise focada sobre o trânsito veicular motorizado, é também a chave para as visões mais humanas ou sociais da Engenharia de Tráfego que, intermitentemente, desafiam seus pressupostos. As necessidades do trânsito dos pedestres, assim como o acesso às edificações, estão fundamentalmente associados com as atividades locais (também, portanto, com a função ambiente urbano). O trânsito de ciclistas (e outros veículos não motorizados ou de motorização menos potente que os automóveis e veículos de maior porte) pode ser considerado em adição ao trânsito de veículos convencional. Os aspectos sociológicos (ou apenas urbanísticos) podem também ser adicionados aos aspectos funcionais. Sem negar a importância da distinção de funções, pode-se construir diversas visões alternativas que se

Organização do Sistema Viário – visão clássica da Engenharia de Tráfego:

- conflitos na operação da via derivam, na maior parte, de conflitos entre funções da via;
- funções da via notadas são:
 - o deslocamento na via;
 - o circulação entre vias;
 - o acesso às edificações;
 - o ambiente urbano.
- usualmente, o trânsito de passagem busca as funções deslocamento ou circulação; e o trânsito local busca as funções acesso ou ambiente urbano.

distinguem mais pelo grau de radicalismo ou pela ordenação dos aspectos mencionados, em termos de prioridade de atendimento.

O princípio básico sobre o qual repousa a Engenharia de Tráfego clássica, e grande parte das variações aludidas acima, corresponde à idéia de adotar uma hierarquização funcional (isto é, baseada nas funções da via) como estratégia de organização do sistema viário, de maneira a resolver os conflitos entre funções e obter uma maior eficiência para o sistema. A definição de uma hierarquização funcional, assim como diversas outras decisões relacionadas com investimentos ou outras ações que tocam a esfera pública, tem fortes traços políticos e afeta diferentemente os diversos grupos sociais. Mas, decidida a implantação de uma organização viária, sua implementação em geral recorre a uma ou outra alternativa de hierarquização funcional das vias.

Um formulação clássica do *princípio de hierarquização funcional* pode ser enunciado como:

Atribuir uma função prioritária a cada elemento do sistema viário, com transição gradativa entre funções, de forma a prover um sistema contínuo e balanceado em cada função (em especial na função deslocamento que percorre maiores distâncias).

A atribuição de uma função prioritária a cada trecho de via é decorrente do reconhecimento de que é tecnicamente impossível atender a todas as funções simultaneamente e lograr um alto grau de eficiência em cada uma delas. Em especial, a eficiência do deslocamento e do acesso local normalmente opõem-se e a promoção de uma eventualmente exige a restrição da outra como condição básica.

Os três outros aspectos (transição gradativa entre funções, continuidade e balanceamento para cada função) são requisitos de uma hierarquização viária que possa ser considerada adequada.

A transição gradativa entre funções decorre do fato de que os conflitos eliminados pela priorização de uma dada função (e restrição das demais) em um trecho viário podem deslocar-se para os trechos de transição entre vias com função prioritária distinta. Por exemplo, isto pode significar uma redução de velocidade mais ou menos suave (isto é, progressiva), dependendo de ter-se uma transição gradual ou não. A transição gradativa facilita o entendimento e a adaptação dos usuários à operação viária pretendida e melhora a segurança de trânsito.

A obtenção de um sistema contínuo em cada função tem também o papel de minimizar as transições entre funções. Cada viagem tem, naturalmente, um ponto de origem e outro de destino onde as necessidades de circulação e acesso deverão ser atendidas. Entre estes pontos, entretanto, deve-se prover um sistema contínuo capaz de satisfazer a necessidade de deslocamento envolvida, com um grau de eficiência compatível. Esta característica deve permitir fazer, inclusive, com que as viagens consumam um tempo menor. No outro extremo, as vias locais devem povoar áreas contíguas, sem interferências intermitentes de vias com tráfego intimidador.

Por fim, a obtenção de um sistema balanceado (isto é, de capacidade compatível com a demanda) é a condição para que a concepção da hierarquização funcional seja viável e sua operação seja adequada. Caso contrário, os congestionamentos decorrentes do desbalanceamento entre demanda e capacidade podem gerar atrasos significativos para a operação do tráfego e podem fazer com que os

Hierarquização Funcional das Vias:

- uma função prioritária em cada elemento viário;
- provendo um sistema:
 - o com transição gradativa entre funções;
 - o contínuo e balanceado (em capacidade) para cada função.

(pode variar bastante na medida ...)

usuários procurem trajetos alternativos que realizem seus deslocamentos por outras vias e tragam para estas vias alternativas os conflitos entre funções que a hierarquização viária busca minimizar. Este aspecto traduz uma tensão entre a visão do gestor do sistema viário (e sua concepção viária) e a visão dos usuários da via (isto é, seu uso efetivo do sistema viário).

2.2. A Utilização do Sistema Viário pelos seus Usuários.

A análise da estrutura e operação do sistema viário é bastante complicada por uma característica intrínseca da sua utilização: a demanda por transporte desdobra-se ao longo de todo o trajeto utilizado para o deslocamento (o que, eventualmente, inclui diferentes modalidades de transporte, com trechos à pé, ônibus, metrô, além do estacionamento), ao contrário da maior parte das atividades sociais, que apenas geram demanda localmente (por exemplo, habitação ou educação).

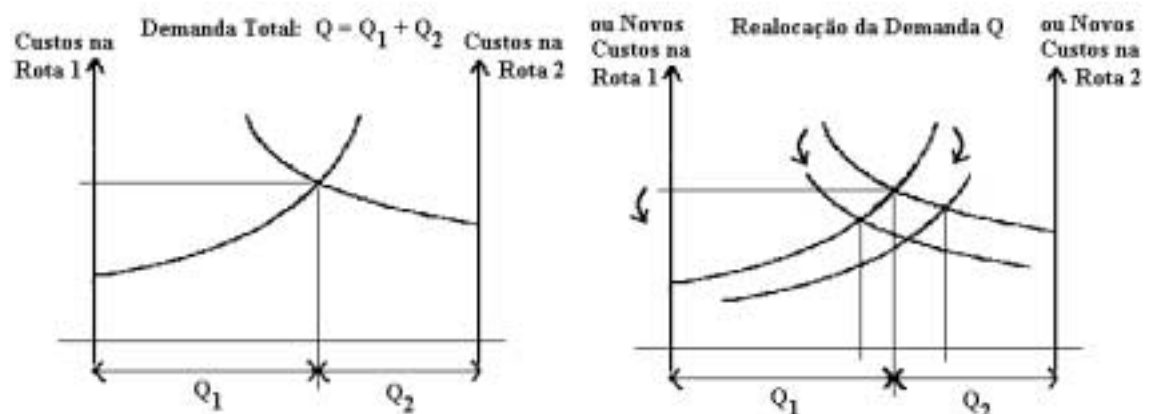
A escolha das rotas para realização dos deslocamentos no sistema viário, que traduz a demanda por viagem em demanda por uso das vias, é realizada pelos usuários da via, normalmente seguindo seu objetivo individual de buscar a opção mais direta, rápida, segura, econômica, entre outros atributos que considere relevante. Esta liberdade de escolha é mais ampla para os usuários com meios próprios de transporte, especialmente no meio urbano (onde a densidade de vias é maior), e faz com que a demanda de tráfego manifesta em uma via não tenha uma relação direta com a via propriamente (somente utiliza a via porque a rota favorável passa por ela).

Para um dado usuário, serão buscadas as rotas de melhor desempenho operacional, em termos gerais (isto é, considerando alguma medida global que pondera os diversos atributos relevantes da qualidade da operação no trajeto, usualmente relacionada com os conceitos de impedância ou custo generalizado de viagem). Em um dado deslocamento, os diversos usuários são distribuídos entre as alternativas de rotas em função de preferências peculiares entre os diferentes atributos que tornam uma ou outra alternativa mais atraente ou de diferenças específicas dos atributos de viagem para cada indivíduo (por exemplo, locais com acesso mais direto a uma ou outra opção viária ou veículos com desempenho mais sensível a uma ou outra característica da rota). Por fim, a repartição da demanda entre as rotas e, em decorrência, entre as vias, determina seu nível de utilização (seu congestionamento ou, eventualmente, sua saturação) e afeta seu desempenho operacional.

Normalmente, admite-se que a repartição da demanda entre as opções de rota segue um equilíbrio (isto é, atinge uma alocação estável) quando as diferentes opções utilizadas têm desempenho global similar e todas as demais opções (as não utilizadas) são inferiores. Este é o princípio de equilíbrio do usuário.

A observação é muito importante porque significa que alterações na qualidade da operação em um trecho do sistema viário fazem com que a demanda seja redistribuída entre as rotas e que intervenções sobre um dado trecho de via podem alterar a demanda de tráfego em diversas outras ligações viárias que formam rotas que utilizam o trecho modificado ou mesmo que formam rotas alternativas.

Considere duas rotas alternativas (1 e 2) e uma demanda total Q (em veículos por hora) entre duas regiões. Em função do efeito de congestionamento sobre a qualidade de operação das vias, as características físicas e de controle de tráfego determinam as curvas de desempenho operacional das vias, com custo generalizado de viagem normalmente crescente (pela redução da velocidade e aumento do consumo de combustível, por exemplo). Se toda a demanda Q utilizar a rota 1, seu custo de viagem será superior ao da rota 2 e vice-versa. Se uma das rotas tem desempenho melhor, cotidianamente haverá alguns usuários que experimentam a nova rota e passam a utilizá-la sistematicamente (a menos que haja alteração na operação da alternativa). Portanto, a situação de equilíbrio na repartição da demanda entre as rotas (Q_1 e Q_2) ocorreria quando as duas alternativas utilizadas exibissem custos aproximadamente iguais, como mostrado na figura abaixo.



Uma melhoria em vias de uma ou outra rota traria um desempenho operacional melhor, que pode ser representado na figura acima por curvas de desempenho com custos menores para cada nível de fluxo de tráfego. O ponto essencial da interpretação é que, em uma ou outra alteração, haverá uma realocação da demanda em direção à rota que teve a intervenção de melhoria e, em função disso, os custos de viagem reduzem-se em ambas. Naturalmente, o mesmo processo opera quando uma das vias tem problemas de operação ou quando a demanda total de viagem aumenta. Aliás, as demais rotas não precisam ser consideradas enquanto seu custo de viagem for maior que o observado nas alternativas utilizadas. No próprio exemplo utilizado, se a demanda total Q fosse pequena, apenas a rota 1 seria utilizada (porque a rota 2 tem custo inicial maior) e a incorporação da rota 2 ocorreria com o crescimento da demanda.

Por outro lado, esta observação significa que a melhoria da operação em uma via pode ser obtida tanto pela intervenção direta sobre esta via, melhorando seu próprio desempenho, quanto pela intervenção em alternativas viárias que permitam reduzir sua demanda (atraindo parte da demanda atual da via para a situação futura, após a implantação da intervenção alternativa). A demanda de tráfego é igualmente beneficiada nas duas formas de intervenção (não necessariamente na mesma medida) pois não tem relação direta com as vias. Qualquer trajeto alternativo que atenda ao desejo de deslocamento desempenho melhor é igualmente uma opção favorável.

Outro ponto importante é a repercussão deste aspecto sobre a estruturação viária e o princípio da hierarquização funcional, em particular o requisito de balanceamento entre demanda e capacidade das vias no sistema viário estrutural. A existência de gargalos de capacidade, com sua repercussão de deterioração das condições de

operação na via, podem tornar as alternativas existentes no sistema viário estrutural concebido menos atrativas que os trajetos de fuga utilizando vias coletoras e/ou locais do sistema viário complementar (que, pelo menos na concepção adotada, não deveria receber grande demanda de fluxo de passagem). Estes fenômenos são indicativos de um sistema mal balanceado, que passa a funcionar de forma distinta daquela planejada. Se as vias não estão adequadamente adaptadas às funções solicitadas pela demanda real, devem começar a surgir disfunções (sejam problemas de fluidez ou de segurança) e reclamações dos usuários da via.

Pelo que foi dito anteriormente, além da opção de melhorar o desempenho no sistema viário estrutural concebido (em particular nos seus gargalos de capacidade), existe a opção de realizar as melhorias nas alternativas de trajeto. No entanto, neste caso, as alternativas incluem trechos do sistema viário complementar que teriam de ter sua função prioritária alterada. A incorporação de uma ligação viária ao sistema viário estrutural é uma intervenção possível (eventualmente inevitável, face ao custo das intervenções alternativas) mas normalmente traz um grande impacto sobre os usos lindeiros aos trechos das vias coletoras ou locais transformadas. De qualquer forma, uma ou outra opção são normalmente melhores que ignorar os problemas observados e ambas correspondem a uma iniciativa de implantar um plano de hierarquização funcional adequada.

Em sentido oposto, pode-se depreender que a eliminação de disfunções aparentemente locais (motivadas pelas reclamações sobre problemas de fluidez ou segurança dos usuários da via) eventualmente traz efeitos estruturais, inconscientemente produzindo a transformação viária aludida acima, sem terem sido ponderadas adequadamente as repercussões nas demais vias afetadas e a alternativa de agir diretamente sobre os gargalos do sistema estrutural existente (a causa inicial da realocação dos fluxos de passagem às rotas de fuga, que produziram as disfunções observadas).

Portanto, é importante ter uma visão mais global sobre a significação dos problemas operacionais observados que incorpore a concepção de um sistema viário estrutural adequado.

2.3. Classificação Viária e Hierarquização Funcional.

A hierarquização funcional pode ser representada pela classificação das vias decorrente das suas funções prioritárias e deve ser operacionalizada por diversas intervenções físicas e de controle que buscam dar a eficiência requerida às funções priorizadas e, na medida do necessário, restringir as demais funções.

Existem alguns esquemas alternativos de classificação viária baseados no princípio da hierarquização funcional e outras classificações baseadas em outros critérios. A classificação viária básica, mais simples e fundamental, reconhece apenas três classes de via: arteriais, coletoras e locais. As vias arteriais suportam os maiores deslocamentos, as vias locais acomodam o acesso e egresso às edificações e contribuem para um ambiente vivencial adequado, enquanto as vias coletoras servem de ligação entre as áreas de tráfego local e as vias de tráfego de passagem. Na classificação viária mais usual, no entanto, distinguem-se quatro classes viárias básicas: vias expressas; vias arteriais; vias coletoras; vias locais.

Tipos de via – classificação usual:

- Vias estruturais: predominam fluxos de passagem; atendem grandes deslocamentos;
 - o Expressas: controle de acesso segrega fluxo que entra/sai da via;
 - o Arteriais: privilegia deslocamentos ao longo da via, sem controle de acesso;
- Vias complementares:
 - o Coletoras: ligam vias locais às vias arteriais;
 - o Locais: restringe fluxo de passagem.

(na classificação básica são três tipos e a via expressa é vista como tipo físico de via com função arterial).

Em ambos os casos, as vias que atendem preferencialmente à função deslocamento são normalmente chamadas de estruturais, o que corresponderia às vias arteriais da classificação básica e incluiria as vias expressas e arteriais da classificação usual (as vias coletoras e locais seriam chamadas de vias complementares, por atender preferencialmente às demais funções). Além das classes funcionais básicas ou usuais, diversos outros esquemas de classificação alternativos (não funcionais) existem, assim como existem classes de via intermediárias.

Outros critérios de classificação viária também são igualmente relevantes:

- padrão da via: físico (não funcional); exemplos de arteriais: expressas, semi-expressas, de primeira, segunda categoria, ...;
- função urbana: macro-função (ao invés da micro-função), como a ligação na rede (radial ou anel, central ou periférica, ...), o papel estratégico (indutora, restrita, ...);
- legal: tem de ser comunicada ao usuário da via (isto é, sinalizada ou reconhecida por características físicas ou de controle de tráfego) para entender as normas vigentes.

Admitir apenas três classes funcionais de vias decorre de considerar que as vias expressas correspondem mais propriamente a um padrão físico de projeto viário (pistas separadas, condições de acesso controlado, com ramais de entrada/acesso ou de saída/egresso, e cruzamentos com vias em desnível, conectados por ramais, ou com extensões de entrelaçamento adequadas). Da mesma forma poder-se-ia distinguir as vias semi-expressas (intermediárias entre as expressas e as arteriais por terem controle parcial de acesso e eventuais interseções em nível, bastante espaçadas). Naturalmente, a classificação funcional pode ser combinada com outras formas de classificação baseadas no padrão físico (por exemplo, distinguindo categorias de vias arteriais ou vias coletoras de primeira e segunda categoria, vias locais tranqüilizadas ou vias exclusivas para pedestres ou veículos não motorizados das vias locais comuns). O padrão físico das vias pode ser relevante também por eventualmente excluir o atendimento a determinados tipos de veículos ou usuários (as ciclovias são um caso extremo).

Estas observações são particularmente importantes por enfatizarem que a classificação funcional não exige que as vias tenham características físicas adequadas ao atendimento da função prioritária mas simplesmente reconhece o uso efetivo do sistema viário pelos seus usuários em termos da função predominante. Combinar a classificação funcional com uma classificação física pode ser uma boa idéia desde que não se confundam os aspectos e que não se perca a noção de que os aspectos podem não estar conformes em um dado sistema viário.

É também importante assinalar que a classificação viária decorrente da hierarquização funcional clássica está baseada na micro-função da via (isto é, na sua função no atendimento das demandas locais e de passagem que solicitam cada trecho). Outras classificações viárias podem considerar uma escala mais ampla, ponderando uma macro-função setorial, urbana ou regional. Por exemplo, existem vias arteriais radiais ou anelares (perimetrais, se incompletas) em relação aos centros urbanos, existem vias arteriais centrais ou periféricas, vias indutoras, de penetração em áreas de adensamento, entre outras, existem vias locais centrais ou de bairro.

Existe também a classificação legal das vias, como normalmente instituída pelos Códigos de Trânsito na definição das normas gerais de circulação. No Brasil, a classificação legal tem mantido grande proximidade com a classificação funcional básica. O Código Nacional de Trânsito de 1966 distinguiu vias de trânsito rápido, vias preferenciais, vias secundárias e vias locais. O Código de Trânsito Brasileiro de 1997 distingue vias de trânsito rápido, vias arteriais, vias coletoras e vias locais (aproximando, intencionalmente, a terminologia legal da técnica). Note, entretanto, que a classificação legal tem de ser comunicada ao usuário da via (dado que ele deve identificar as normas gerais de circulação a obedecer) e pode não corresponder à classificação técnica (o que torna a intenção de aproximar as terminologias uma opção discutível). A comunicação pode ser feita

através de algum tipo de sinalização (o próprio tipo na denominação da via poderia ter este papel) ou de características físicas e de controle de tráfego diretamente observáveis, de modo a alcançar os usuários da via.

Uma observação relevante final é a de que a visão funcional (isto é, relativa a como o sistema viário realmente funciona) pode desprender-se bastante da visão física ou legal em diversos outros aspectos. Por exemplo, trechos viários adjacentes e contínuos com denominação distinta são vias distintas, legalmente, mas não funcionalmente. Em cidades maiores ou com tráfego mais saturado (como a cidade de São Paulo), muitas vias são apoiadas por trechos de vias paralelas que cumprem a mesma função estrutural (isto é, atendem aos mesmos macro-deslocamentos). Nestes casos, é comum falar-se de corredor arterial para referir-se à via arterial principal e às diversas vias paralelas de apoio, como concessão à realidade física embora, funcionalmente, todas as faixas e pistas paralelas (separadas por canteiros ou quadras) sejam a mesma “via” arterial (o corredor arterial).

É importante, portanto, entender e distinguir a classificação decorrente do princípio da hierarquização funcional viária das outras classificações necessárias e relevantes.

Adendo – Classificação Viária do Código de Trânsito Brasileiro de 1997 (Anexo I)

A seguir, apresenta-se brevemente a classificação legal de tipos de vias adotada pelo CTB/1997 que, novamente, deve ser retido para interpretação da legislação e regulamentação decorrente atualmente em vigor no Brasil, como a regulamentação geral de velocidade máxima admitida.

Inicialmente, o CTB/1997 classifica as vias em urbanas e rurais. Vias urbanas são definidas como sendo as ruas, avenidas, vielas e caminhos (ou similares), situada em área urbana. Como o CTB/1997 rege o tráfego apenas nas vias abertas à circulação, sua definição menciona também que devam ser vias abertas à circulação pública (o que, na verdade, delimita as vias urbanas abertas à circulação, visto que podem haver vias urbanas fechadas à circulação, em que o tráfego não é regido pelo CTB/1997). Além disso, menciona que estas ruas, avenidas, vielas e caminhos (ou similares) definidas como vias urbanas são caracterizados principalmente por possuírem imóveis edificadas ao longo de sua extensão, o que caracterizaria o que se quer dizer por área urbana (no conceito funcional e não legal, que corresponderia às zonas urbanas definidas nos termos das leis de urbanização, planos diretores e demais documentos estabelecidos pela ordenação urbanística municipal. Este é um aspecto dúbio e a interpretação apresentada aproxima o conceito legal de via urbana do seu conceito técnico. As vias rurais, por complemento, seriam as demais vias, situadas fora de área urbana. Estas seriam classificadas em rodovias, as vias rurais pavimentadas, e estradas, as vias rurais não pavimentadas.

Um via seria aberta à circulação se admite o tráfego de pessoas e veículos do público, mesmo controlando de alguma forma seu acesso (ao contrário do caso em que a via admite somente pessoas e veículos especificamente treinados para operar sob regras especiais de operação, pretensamente utilizados por condutores e agentes profissionais). A razão por subordinar seu tráfego à lei geral decorre, naturalmente, do fato de que todos seus usuários devem conhecer as normas de circulação vigentes (isto é, cartesianamente, se são abertas à circulação então devem reger-se pela lei geral). Por esta razão lógica, poder-se-ia admitir que qualquer via em área particular tivesse regras de circulação específicas (pelo menos suplementares às gerais) desde que estas regras fossem comunicadas aos usuários da via particular de forma claramente suficiente e que o acesso à via fosse efetivamente controlada para admitir somente estes usuários. Teria de ser determinado, entretanto, o que seria uma “forma claramente suficiente” para comunicar as regras específicas de circulação, exigindo-se a anuência de alguma instância pública (como o CONTRAN). Na falta de um controle de acesso ostensivo e rígido, as vias devem ser vistas como abertas à circulação pública. Isto inclui, por exemplo, as vias de circulação internas aos estacionamentos de estabelecimentos particulares ou as vias de circulação internas aos condomínios horizontais ou verticais.

Suplementarmente, as vias urbanas são classificadas em vias de trânsito rápido, vias arteriais, vias coletoras e vias locais, de forma similar ao CNT/1966 (embora este considera-se também as vias rurais), assim definidas:

- As vias de trânsito rápido mantiveram a terminologia no CTB/1997, sendo caracterizadas por ausência de interseções em nível e existência de acessos especiais que garantem condições de trânsito livre (mencionados no CNT/1966) e também pela ausência de travessias de pedestres em nível e de acessibilidade direta aos lotes lindeiros (aspectos não mencionados no CNT/1966), tendo o limite geral de velocidade mantido em 80 km/h, agora apenas para vias urbanas;
- As vias arteriais, que possibilitam o trânsito entre regiões da cidade, caracterizadas por interseções em nível, geralmente controladas por semáforos, com acessibilidade às vias coletoras e locais e aos lotes lindeiros, correspondem às vias preferenciais do CNT/1966 (vagamente caracterizadas por “dever ter” prioridade de trânsito, desde que devidamente sinalizada), tendo o limite geral de velocidade mantido em 60 km/h, agora apenas para vias urbanas;
- As vias coletoras, que possibilitam o trânsito dentro das regiões da cidade e a função de coletar e distribuir o trânsito que busquem entrar ou sair das vias arteriais ou de trânsito rápido, correspondem às vias secundárias no CNT/1966 (caracterizadas também pela função de interceptar, coletar e distribuir o trânsito em demanda das vias preferências e de trânsito rápido), tendo o limite geral de velocidade mantido em 40 km/h, agora apenas para vias urbanas;
- As vias locais mantiveram a terminologia no CTB/1977, sendo caracterizadas por possibilitar apenas o acesso local e a áreas restritas (o CNT/1966 caracterizava apenas a função de acesso às áreas restritas) e por interseções em nível não semaforizadas (aspecto não mencionado no CNT/1966), e o limite geral de velocidade foi elevado de 20 para 30 km/h.

Estes limites gerais de velocidade agora aplicam-se apenas para vias urbanas porque o CTB/1997 distinguiu as vias rurais (o CNT/1966 não distinguia vias urbanas e rurais e aplicava os mesmos limites gerais de velocidade para ambos os contextos operacionais).

No CTB/1997, as vias rurais passaram a ser classificadas simplesmente em rodovias (quando pavimentadas, em que o limite geral de velocidade, que era de 80 km/h, passou a ser diferenciado por tipo de veículo, sendo de 110 km/h para automóveis e camionetas, de 90 km/h para ônibus e micro-ônibus, e de 80 km/h para os demais tipos de veículo) e estradas (quando não pavimentadas, em que o limite geral de velocidade, anteriormente também de 80 km/h por não serem distinguidas, passou a ser de 60 km/h).

Deve-se notar que, embora possa ser criticada por diversos aspectos, a busca de uma terminologia mais clara e detalhada buscou suprir lacunas do CNT/1966. Na lei geral anterior, definia-se apenas via pública (pelo sentido equivalente de via aberta à circulação pública do CTB/1997) e as categorias mencionadas acima, usando-se diversos outros termos eram tomados pelo sentido comum. Alguns poucos conceitos específicos eram definidos mas não eram distinguidos os contextos urbano e rural. Por exemplo, tomava-se estrada como sendo a via preferencial em relação à qualquer outra e definiam-se os limites de velocidade segundo os tipos de via (vias de trânsito rápido, vias preferenciais, vias secundárias e vias locais) independentemente do contexto urbano ou rural (o que tornava a regulamentação menos adequada). Naturalmente, pode-se igualmente criticar a forma atual por não distinguir as rodovias de pista simples, não ponderar o número de faixas de tráfego da via e/ou diretamente a existência de interseções em nível com preferência ou semáforos. Mas deve-se reconhecer a importância de distinguir o contexto urbano ou rural.

A conceituação legal não teria, no entanto, de utilizar a terminologia técnica. A visão alternativa, de tomar as categorias técnica e legal como distintas, mesmo quando a terminologia é similar, parece mais adequada por diversos motivos.

Primeiro, porque as categorias legais precisam ser claramente reconhecidas pelos usuários da via (visto que as exigências de comportamento regulamentadas mudam para cada categoria de via, especialmente a regulamentação geral de velocidade, sem que haja sinalização específica). Por este motivo, é fundamental para definir as categorias legais o recurso a formas de sinalização ou a características da via (físicas e de controle de tráfego) observáveis pelos usuários, ao contrário do papel funcional (que é o aspecto essencial da hierarquia viária clássica). Note-se que a Engenharia de Tráfego seleciona as características físicas e de controle para obter um desempenho viário adequado em termos de fluidez e segurança, pelo menos, e adicionar restrições às decisões de projeto decorrentes de repercussões legais somente pode tornar sua tarefa mais difícil.

Segundo porque os critérios da Engenharia de Tráfego podem conflitar com critérios técnicos de outras áreas (por exemplo, com critérios urbanísticos ou ambientais) que podem ser igualmente relevantes para definições legais sobre as categorias das vias, a serem inseridas em Planos Diretores ou outros instrumentos de ordenação do desenvolvimento urbano (mesmo quando se reconhece a subordinação da Engenharia de Tráfego às diretrizes de nível superior). Uma via de grande extensão que penetra uma área de preservação, não deixa de ser uma via arterial para a Engenharia de Tráfego (por exemplo, é importante garantir um projeto adequado para velocidades significativas) mesmo que seja considerada uma via de acesso restrito (de tráfego “local”, portanto).

E, por fim, porque os critérios legais devem ser deixados ao sabor do processo de decisão social e à dinâmica política correspondente. Pode-se muito bem, no futuro, optar por classificar as vias em função do nível de saturação da sua capacidade viária ou do nível de comprometimento do ambiente no seu entorno, dada a ascensão de um Partido Verde ou um Partido Rosa. Embora a Engenharia de Tráfego tenha de adequar sua atuação diante de novas prioridades sociais, a necessidade de organizar a operação do sistema viário em face dos conflitos entre funções não desaparecerá e o princípio da hierarquização viária funcional permanecerá uma opção válida para esta tarefa, mesmo que seja preterido em relação a outra alternativa.

Se admitirmos que ambas devam coincidir, a definição adotada pelo CTB/1997 não teria de basear-se na classificação funcional ou combiná-la com aspectos físicos (como seria pertinente apenas no caso das vias expressas ou de trânsito rápido). Além disso, a forma utilizada pode ser criticada por classificar de forma imprópria e pouco sistemática. Por exemplo, as interseções em nível controladas por semáforo ocorrem em vias arteriais mas também podem ocorrer em vias coletoras, seja no cruzamento entre coletoras ou com arteriais, e as interseções em nível sem semáforos podem ocorrer nas vias arteriais e nas vias coletoras, além das vias locais (sendo preferidas sempre que a segurança e a fluidez do tráfego permitirem). Muitos órgãos de trânsito que admitem a visão “integrada”, provavelmente terão de definir critérios de classificação complementares. Por exemplo, a definição da rede viária estrutural da cidade de São Paulo (segundo a Lei 13430 de 13/09/2002) baseou-se na função de suporte a deslocamentos interbairros e intermunicipais, categorizadas pelas características físicas, para identificar as vias estruturais de acordo com a operação viária efetiva.

Um ponto interessante, no CTB/1997, refere-se ao fato de que a regulamentação geral de velocidade em vias urbanas é o único ponto em que a classificação viária é tomada como base, justificadamente até, pela preocupação em antever características relevantes que afetam a velocidade segura nestas vias (no que menciona aspectos importantes e ainda outros poderiam ser mencionados). Em outros países, a regulamentação correspondente às vias urbanas é, em geral, mais genérica (para vias rurais é mais detalhada) e deixa a maior tarefa de comunicar a velocidade segura à sinalização específica. Por exemplo, um único limite geral em áreas urbanas é definido tanto pelo *Code de la Route* francês (50 km/h, elevado para 70 km/h em vias onde acessos lindeiros e travessias de pedestres são “infrequentes”) quanto pelo *Highway Code* inglês (30 mph, ou seja, 48 km/h). Nas vias rurais, em geral o padrão físico é o critério de diferenciação (as auto-estradas, por exemplo), o que também seria mais adequado nas vias urbanas.

2.4. Operacionalização de uma Concepção de Hierarquização Funcional das Vias.

Do ponto de vista da Engenharia de Tráfego, o aspecto crucial é perceber que a hierarquização funcional deve ser concebida e implantada de forma a obter um sistema viário organizado e eficiente. A implantação da hierarquização funcional concebida visa fazer com que o uso real e o uso projetado sejam correspondentes e utiliza diversas ações físicas e de controle como as ferramentas básicas a serem manuseadas.

Muitas das questões principais sobre a pertinência ou não de medidas usuais de Engenharia de Tráfego resultam respondidas pela definição de uma hierarquização funcional, restando apenas decisões sobre a melhor forma de fazer ou sobre o grau ou momento adequado para uma dada intervenção. Deve-se reiterar que a priorização de uma função não exige a restrição das demais, mas apenas elege a alternativa de adotá-la quando for preciso.

Dada a característica física da via, a curva de possibilidades técnicas posta para a Engenharia de Tráfego, em relação ao papel funcional atribuído à via, pode ser vista em duas dimensões: o atendimento às necessidades de acesso e de percurso (ou acessibilidade e mobilidade).



A obtenção de um grau adicional de eficiência para atender a demanda em uma dimensão pode exigir a restrição da facilidade para atender à outra dimensão.

As medidas usualmente manuseadas pela Engenharia de Tráfego para privilegiar o atendimento a uma ou outra dimensão são relacionadas principalmente com: frequência de interseções, preferência nas interseções em nível, controle de velocidade, controle de veículos pesados, controle das rotas de transporte público, controle de circulação, controle de estacionamento, controle do fluxo de pedestres (entre outras ...).

Em cada um destes campos de ação, normalmente a restrição de uma facilidade de acesso ou circulação favorece a facilidade de percurso (assim como a restrição de uma facilidade de percurso favorece a facilidade de acesso ou circulação). Por exemplo, o fechamento de canteiros, a adoção de preferencial, a eliminação de restrições à velocidade, à circulação de veículos pesados ou de transporte público ou adoção de restrições para conversões à esquerda, estacionamento junto à via ou travessias de pedestres em nível, todas favorecem a liberdade de percurso.

As medidas de controle mencionadas podem ser implantadas através de alterações da sinalização e/ou geometria da via, em graus progressivos. Por exemplo, a frequência de interseções pode ser reduzida utilizando interconexões (com as vias em desnível), fechando os canteiros centrais ou proibindo o fluxo de entrada na via transversal; a proibição de estacionamento pode ser adotada em todo o trecho, apenas em poucos metros antes da aproximação de um semáforo e/ou apenas em horários específicos; a diminuição da interferência de pedestres pode ser obtida canalizando-os para as travessias em semáforos espaçados ou utilizando passarelas ou passagens subterrâneas. Boa parte da técnica e da arte na Engenharia de Tráfego está em conceber e selecionar a ação mais adequada, o que pode ser feito de forma participativa (e, aliás, respeitosa com todos os cidadãos).

As Tabelas 3.1.a e 3.1.b apresentam as características típicas das vias e interseções em função da hierarquização funcional.

Uma concepção de hierarquização funcional deve fazer com que haja correspondência entre o uso real e o uso projetado para as vias, manuseando uma série de características físicas e de controle de tráfego de forma a dar a eficiência requerida para a função prioritária da via (restringindo as demais funções apenas quando necessário).

As principais medidas manuseadas são:

- frequência de interseções;
- preferência nas interseções em nível;
- controle de velocidade;
- controle de veículos pesados;
- controle das rotas de transporte público;
- controle de circulação;
- controle de estacionamento;
- controle do fluxo de pedestres.

(sempre promover a função prioritária e, se necessário, restringir demais funções).

Tabela 3.1.a CARACTERÍSTICAS TÍPICAS DE VIAS NA HIERARQUIA FUNCIONAL

	VIAS LOCAIS	VIAS COLETORAS	VIAS ARTERIAIS	VIAS EXPRESSAS
Atividades Predominantes	caminhada a pé, acesso de veículos, entrega de mercadorias, serviços aos domicílios, veículos lentos em movimento	movimentos veiculares no início e final das viagens, paradas de coletivos	tráfego para vias expressas, operação de coletivos, trajetos de média/curta distância	veículos em movimento rápido, trajetos de longa distância
Tráfego Local	comum (função essencial)	grande	pequeno	quase inexistente
Tráfego Através	quase inexistente	quase inexistente	comum (de média distância)	comum (de longa distância)
Estacionamento de Veículos	permitido (exceto em locais inseguros)	permitido e muito utilizado	restrito (em função das condições de tráfego)	proibido (proporcionado em vias locais paralelas)
Movimento de Veículos Pesados	permitido para entregas e serviços	regulamentação de atividades de entregas e serviços e de percurso	regulamentação por percurso	permitido (função importante para distribuição e tráfego através)
Acesso Veicular ao Uso do Solo	permitido (função essencial) interseções frequentes	disciplinado (locais seguros), interseções frequentes com movimentos permitidos	restrito e protegido (para pólos geradores) interseções espaçadas ou com proibição de movimentos (vias divididas)	proibido (proporcionado em vias locais paralelas), acesso controlado por ramais bem espaçados
Movimento de Pedestres	livre com cruzamentos aleatórios	controlado em faixas de pedestres	protegido e canalizado (interferência mínima no tráfego)	segregação total (com separação de níveis)
Regulamentação de Velocidades	limite de 20 a 30 km/h (pequenos raios de curvatura e obstáculos eventuais)	limite de 40 a 50 km/h (raios de curvatura moderados e obstáculos em situações extremas)	limite de 60 km/h (sem raios de curvatura reduzidos e obstáculos para controle de velocidades)	limite superior a 80 km/h (exceto onde a geometria for desfavorável)
Características da Via	pistas simples sem divisão, com faixas de rolamento estreitas ou estacionamento permitido.	pistas simples ou separadores simples, faixas comuns (>3m), estacionamento permitido (2 m a 2,5m).	pistas separadas com canteiro largo, faixas largas e baias de conversão (função da maior velocidade).	múltiplas pistas, separadas por canteiros, faixas largas (3,6 m), acostamentos ou baias laterais, vias auxiliares de transição e ramais de acesso/egresso.

Tabela 3.1.b CARACTERÍSTICAS TÍPICAS DE CRUZAMENTOS NA HIERARQUIA FUNCIONAL

	Local	Coletora	Arterial	Expressa
Local	Interseções sem Controle de Tráfego			
Coletora	Interseções com Sinalização de Prioridade	Interseções semaforizadas (todos os movimentos permitidos)		
Arterial	Não deve ocorrer	Interseções semaforizadas (alguns movimentos proibidos)	Interseções semaforizadas (alguns movimentos proibidos)	
Expressa	Não deve ocorrer	Não deve ocorrer	Cruzamentos em desnível (ou conexão por ramais de acesso)	Cruzamento em desnível Seções de entrelaçamento

Características Usuais das Vias:

- Expressa: máxima eficiência para o deslocamento entre regiões; acesso controlado (espaçadas e com faixas de transição); faixas largas (3,60 m) e múltiplas faixas (3 ou mais); interseções preferencialmente em desnível, com alças de acesso e egresso, com vias arteriais; eventualmente, operação em nível com seção de entrelaçamento ou apenas acessos e egressos para vias interceptantes de menor fluxo; interseções em nível, estacionamento, paradas de coletivos, travessias de pedestres transferidas para vias auxiliares ou transversais;
- Arterial: eficiência para deslocamento entre regiões, permitindo acesso aos lotes lindeiros e interseções semaforizadas com espaçamento adequado (maior que 200 m); demais interseções com preferência; cruzamento e conversões à esquerda de vias secundárias eliminados onde for prejudicial; interseções em desnível ou apenas acessos e egressos com vias expressas; também faixas largas (mais de 3,0 m) e múltiplas faixas (2 ou mais); disciplinamento do atendimento dos fluxos de veículos pesados e coletivos (pontos espaçados); disciplinamento das travessias de pedestres (canalizadas para interseções semaforizadas) e de estacionamento (proibição nas aproximações semaforizadas, se necessário);
- Coletora: para coleta e distribuição do tráfego de vias locais e deslocamento até o sistema viário estrutural; interseções com todas as vias locais, desde que seguras, com preferência para a via coletora, e condições adequadas de acesso/egresso para as vias estruturais; deve atrair tráfego das áreas locais, concentrando atividades comerciais locais, provendo estacionamento adequado, acesso ao transporte coletivo, entrada e saída adequadas, ...;
- Local: deve prover as melhores condições para atividades locais e excluir tráfego de passagem; restrições à acessibilidade local apenas onde for inseguro; vias internas, nos maiores empreendimentos.

O máximo grau de facilidade de percurso é oferecido pelas vias expressas, que são definidas pela inexistência de interseções em nível com interrupções de tráfego, condições controladas de acesso e egresso da via (normalmente através faixas de aceleração ou desaceleração com espaçamento adequado), inexistência de interferências geradas por acessos diretos às edificações, manobras de estacionamento, travessias de pedestres, além condições geométricas e de sinalização compatíveis com a segurança em maiores velocidades.

As vias expressas usualmente estão limitadas às grandes cidades. Estas vias foram concebidas na década de 60, notadamente nos Estados Unidos, para permitir os deslocamentos cotidianos da vida urbana onde os fluxos de tráfego são significativos e as viagens envolvem grandes distâncias (sendo um dos fatores responsáveis por impulsionar a ocupação dos subúrbios ricos, típico naquele país).

As vias arteriais também oferecem prioridade ao deslocamento mas compatibilizam esta função com as demais necessidades decorrentes das atividades desenvolvidas no entorno da via. As interseções são normalmente em nível, tendo-se preferência para a via arterial no cruzamento com vias de menor importância ou a utilização de semáforos para alternância da preferência entre vias de importância similar ou de tráfego significativo. O espaçamento entre interseções deve ser aumentado sempre que a interferência na eficiência da via arterial tiver de ser recuperada. Especialmente, são vias essenciais para o transporte público.

No Brasil, mesmo as grandes cidades são bastante dependentes da rede de vias arteriais para a função estrutural de atendimento aos grandes deslocamentos. No entanto, mesmo onde não existem vias expressas, os eixos rodoviários usualmente moldam um padrão de ocupação suburbano e trazem um padrão de operação similar.

As vias coletoras compatibilizam o atendimento à função deslocamento com a prioridade à função circulação e com o atendimento às funções locais de acesso às edificações e ambiente urbano. Cada área de concentração de atividades (bairros residenciais ou mistos, núcleos de comércio, serviços ou indústrias) normalmente seleciona poucas vias para interligação privilegiada com o sistema viário estrutural. Além de dar mais eficiência ao deslocamento complementar de entrada e saída das áreas locais, esta estratégia permite proteger as demais vias (as vias locais) das interferências causadas pelo tráfego de passagem e prover maior qualidade para o ambiente das atividades sociais.

As vias coletores e locais, ao contrário das vias estruturais, são normalmente parte do sistema viário de cada loteamento, condomínio ou empreendimento. Muitas vezes, as vias com funções coletoras e locais podem ser vias internas de empreendimentos privados (que sujeitam-se às regras gerais de circulação e aos órgãos de gestão de tráfego, se forem abertas à utilização pública). A transição gradativa entre funções pode ser cumprida nas vias públicas ou privadas, nas vias de acesso ou nas áreas de estacionamento, indiferentemente.

2.5. Vantagens e Desvantagens da Hierarquização Funcional das Vias

Embora a adoção generalizada da hierarquização funcional como princípio de organização viária na Engenharia de Tráfego indique a existência de vantagens significativas na sua utilização, é importante ter em mente as desvantagens também existentes. Mesmo não havendo alternativa prática ao princípio da hierarquização funcional, a ponderação das vantagens e desvantagens permite selecionar o grau de hierarquização funcional considerado adequado em cada projeto viário. Existe hoje, por exemplo, uma discussão sobre diferentes partidos de projeto para arruamento de áreas residenciais (em loteamentos ou condomínios) que pode ser claramente situado na ponderação destas vantagens e desvantagens.

Entre as vantagens da hierarquização funcional das vias está a diminuição das interferências ou conflitos entre funções (e usuários da via), que motivou sua adoção. Normalmente, esta redução da “fricção” no tráfego traz consigo o aumento das velocidades nas vias estruturais e a melhoria do ambiente lindeiro às vias locais. Em um e outro caso, normalmente obtém-se ganhos em termos de segurança de trânsito bastante significativos.

A definição de um sistema viário estrutural, em geral composto por cerca de 10% a 20% da extensão total das vias de uma dada área, traz também benefícios importantes decorrentes da simplificação obtida.

Os usuários têm facilitada sua tarefa de conhecer o sistema viário da área e a suas decisões cotidianas sobre como deslocar-se de um ponto a outro. Mesmo sem conhecer detalhadamente a área, grande parte dos usuários conhece as principais vias estruturais e as regiões servidas por cada ligação viária estrutural. Esta informação permite realizar a maior parte do deslocamento e atingir a região onde o conhecimento detalhado do sistema viário complementar (e das referências principais das atividades sociais) é mais presente.

Os órgãos gestores do sistema viário têm facilitada sua tarefa de administração do tráfego, em particular as que envolvem as tarefas cotidianas de operação do tráfego. A seleção das vias estruturais define também o foco principal de atenção da operação de tráfego, atividade usualmente tem de ser realizada dentro de um tempo de resposta reduzido para evitar a propagação dos efeitos decorrentes em uma grande extensão de vias. No sistema viário complementar, as necessidades têm outro ritmo e urgência, em que pese sua importância.

A definição de uma função prioritária em cada elemento viário também facilita a administração do tráfego e, especialmente, o projeto das vias. Vias locais não precisam acomodar veículos de grande porte e altas velocidades, visto que estas são demandas que se quer restringir nestes elementos viários. Restrições físicas devem, aliás, ser cuidadosamente utilizadas para enfatizar e apoiar as restrições (exceto para situações esporádicas). Vias arteriais podem canalizar os pedestres para as interseções semaforizadas e restringir sua movimentação onde for difícil oferecer condições seguras de travessia (mantendo sempre opções compatíveis com as necessidades e o comportamento efetivo dos pedestres).

O reconhecimento destas vantagens pode facilmente levar a adotar opções mais radicais e exacerbadas. O movimento de tranquilização de tráfego, de pedestrianização dos centros, de segregação de fluxos de

Vantagens da hierarquização funcional tradicional:

- ...

Desvantagens da hierarquização funcional tradicional:

- ...

(as alternativas correspondem a graus de concentração na hierarquização distintos)

veículos e pedestres andam nesta direção mas freqüentemente enfrentam oposição significativa, o que indica a existência de desvantagens relevantes.

Uma desvantagem imediatamente relacionada com as ações que implementam a hierarquização funcional é o aumento dos movimentos de circuitação (isto é, de trajetos de circulação decorrentes da eliminação de trajetos diretos através de obstáculos físicos ou proibições sinalizadas). Em boa parte das vezes, os usuários afetados pelas restrições podem sofrer prejuízo menor que o ganho trazido aos usuários beneficiados. Mesmo neste caso haveria um problema básico de repartição de encargos e ganhos. Mas pode ocorrer também a situação inversa (em que os prejuízos são maiores que os ganhos).

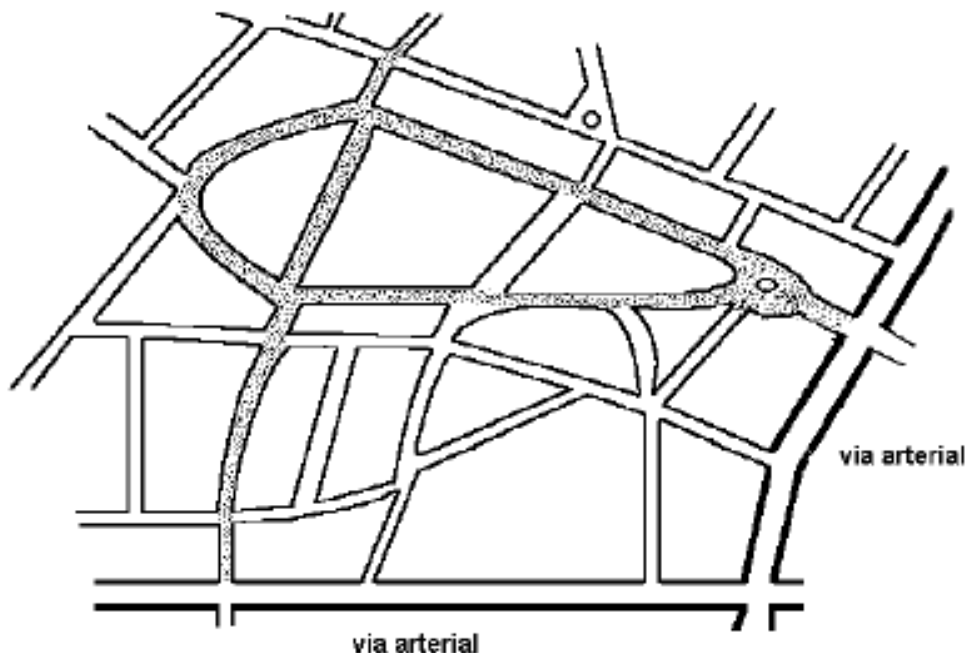
Outra desvantagem intrínseca é a concentração da demanda de deslocamentos, especialmente, no sistema viário estrutural selecionado. Em um sistema viário hierarquizado, a demanda de deslocamentos nas vias principais é muito maior da que ocorreria sem a hierarquização funcional. Esta situação é claramente percebida ao discutir com uma comunidade a necessidade de selecionar uma via principal de entrada e saída da área para eliminar disfunções distribuídas por todas as vias internas. A via que será principal concentrará o tráfego e os problemas decorrentes. Esta transformação pode induzir mudanças no ambiente residencial ou alterações de uso do solo indesejadas (ou, para alguns, desejadas).

A concentração do tráfego é a outra face da simplificação do sistema viário estrutural. O mesmo efeito pode ser visto como vantagem ou como desvantagem. A concentração dos problemas pode ser uma estratégia para viabilizar formas de intervenção mais avançadas ou custosas. Se isto ocorrer e permitir resolver os problemas gerados, a concentração terá trazido vantagens (as desvantagens serão residuais).

EXERCÍCIO: Implantação da Hierarquização Funcional

Considere que um loteamento residencial, com a área esquematizada na Figura ao lado, foi implantado sem uma visão clara de hierarquização viária e que todas as vias foram construídas com o mesmo padrão (pistas asfaltadas de 14 metros) e sem sinalização específica.

Quais ações podem ser utilizadas para enfatizar a função de cada tipo de via na área do bairro residencial a partir da concepção de transformar as vias sombreadas, que têm os principais usos comerciais e de serviços, nas vias coletoras do bairro (as demais vias internas ao bairro seriam, então, locais)?

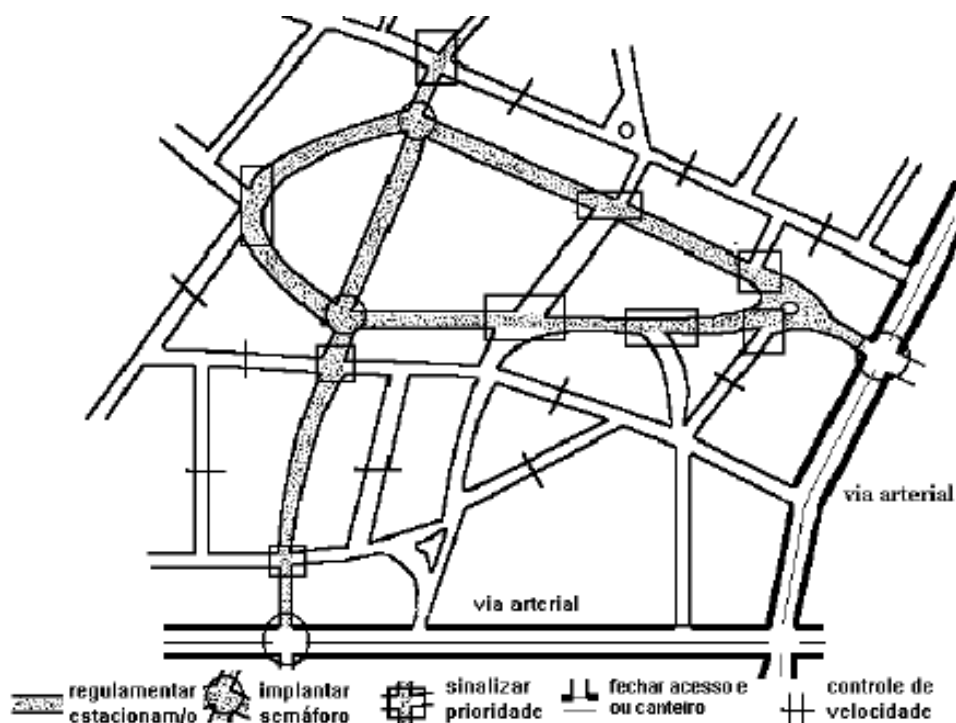


SOLUÇÃO DO EXERCÍCIO: Implantação da Hierarquização Funcional

Os princípios de hierarquização funcional poderiam ser utilizados com base as seguintes idéias: conter a influência de veículos que trafegam de passagem no sistema viário interno ao bairro e organizar a utilização do sistema viário interno pelos seus próprios moradores.

As ações que poderiam ser utilizadas para estabelecer a prioridade das funções relevantes em cada tipo de via seriam:

- impedir os acessos das vias que se deseja serem locais para as vias arteriais e vice-versa, através de limites ou barreiras ao fluxo (algumas locais podem tornar-se "ruas sem saída");
- aumentar a fluidez nas vias sombreadas, através do estabelecimento de uma sinalização de prioridade e de circulação em favor das coletoras; melhorando a qualidade do pavimento e a iluminação; restringindo as travessias para faixas de pedestres;
- reduzir a velocidade dos veículos nas vias locais com estreitamentos de pista utilizando avanço das calçadas, redutores de velocidade, e reduzir o tráfego de veículos pesados nas vias locais, adotando raios de curvatura e largura de faixa restritos e utilizando sinalização adequada;
- regulamentar o estacionamento e direcionar os itinerários de transporte coletivo para as vias coletoras;
- reduzir o número de vias que chegam às vias arteriais para obter maior espaçamento entre interseções ou, pelo menos, o número de vias que cruzam as arteriais (com o fechamento de aberturas no canteiro central);
- facilitar as condições de acesso às vias arteriais através das vias coletoras, implantando semáforos para veículos e pedestres, canalizando a conversão à direita, caso necessário.



A implantação efetiva das medidas indicadas (e a seleção da melhor forma de fazê-las) deveria ser, então, decidida em função das características físicas e de tráfego em cada local. Por exemplo, deve-se verificar se os volumes das interseções justificam a implantação de semáforos, se os trechos de vias locais justificam a utilização de redutores de velocidade, e assim por diante. O tratamento das conversões à esquerda nos semáforos exige, muitas vezes, atenção especial (pode ser necessário proibí-las localmente e prover rotas alternativas de circulação, que acomodem os deslocamentos utilizando vias auxiliares).

A hierarquização é apenas uma estratégia de atuação que contém diretrizes, tanto de controle de tráfego quanto de controle do uso do solo, em que predomina a visão da função de cada via. A função é definida pelo tipo de tráfego, e outros usos, prioritários na via tendo-se que adaptar suas características à sua função. Entretanto, as próprias limitações físicas do sistema viário de uma cidade particular pode trazer a necessidade de aceitar critérios intermediários, definindo categorias de vias em cada nível, com padrões físicos menos adequados.

Em outros casos, o grau de concentração do tráfego pode ter atingido níveis excessivos, para os quais não é possível vislumbrar formas de intervenção viáveis técnica ou economicamente. Então as desvantagens predominam (e as vantagens estarão sendo residuais). O grau de simplificação do sistema viário estrutural deverá ser reduzido se pretende-se atender a toda a demanda existente, o que tem de ser feito selecionando vias do sistema complementar para incorporarem-se ao sistema estrutural.

Estas transformações de função podem ser mais ou menos traumáticas, mais ou menos custosas, e tem como limite a preservação de ambiente de vida das pessoas (uma cidade totalmente tomada por vias estruturais não é, de certo, um bom lugar para viver). As ações no campo da Engenharia de Tráfego não fogem da estratégia de hierarquização funcional (apenas ajustam seu uso) mas podem ser desaconselháveis quando afetam o ambiente urbano em uma parcela grande das vias urbanas. Além disso, lembrando o que foi dito no capítulo introdutório, melhorias viárias atraem novos adensamentos e podem recriar problemas de tráfego na nova configuração, restando como resultado final apenas a transformação (para pior) do ambiente de vida das pessoas.

2.6. Hierarquização Funcional das Vias e Objetivos da Engenharia de Tráfego

Neste ponto cabe lembrar a importância das políticas de nível superior (urbanas ou de transportes) para solucionar problemas que se manifestam no tráfego e a subordinação dos objetivos das ações da Engenharia de Tráfego a objetivos mais fundamentais de facilitação das atividades sociais, dentro do atendimento de diferentes grupos e necessidades. Estas ponderações são a motivação básica das políticas de administração da demanda de tráfego, sejam as promovidas por restrições de circulação ou adensamento ou as orientadas a introduzir mecanismos de regulação baseados na cobrança pelo uso da via.

Por fim, vale fazer dois comentários que apontam para a relação com a ocupação urbana:

- embora orientem a ação da Engenharia de Tráfego, a definição da classe funcional de uma via não é suficiente para estabelecer os objetivos e estratégias recomendáveis em uma via; é importante pelo menos reconhecer também seu ambiente operacional (isto é, as características de seu entorno que afetam aspectos essenciais da sua função);
- as questões relacionadas com a operação do sistema viário não são as únicas consideradas pelos agentes sociais ao discutir as ações da Engenharia de Tráfego; em particular, a lógica da hierarquização funcional pode chocar-se com a lógica da ocupação urbana, na qual os agentes sociais buscam extrair os maiores retornos (em termos financeiros ou em qualidade de vida) de qualquer ação que os afetem.

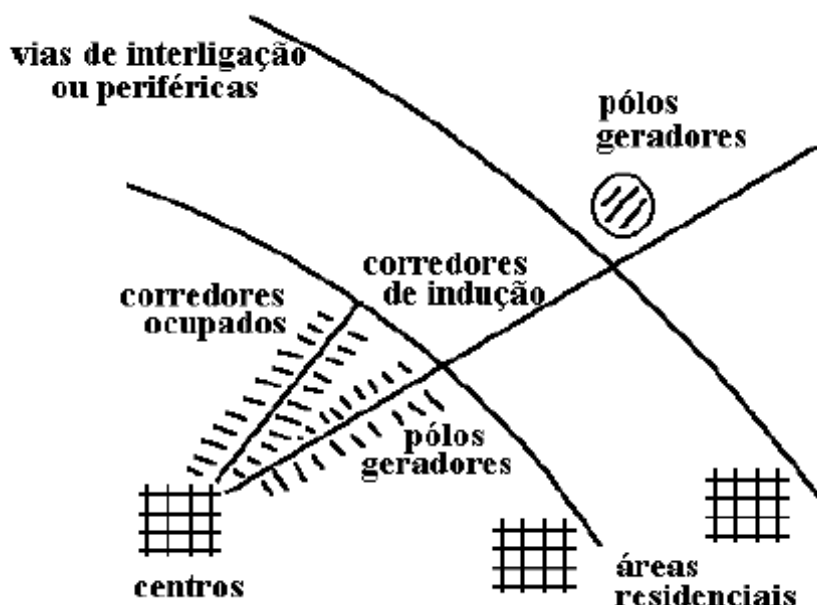
A relevância do primeiro comentário pode ser apreendida considerando as políticas de administração de tráfego eletivas para dois tipos de vias locais que se distinguem por ambientes operacionais bem diversos. Por exemplo, tanto as vias internas de bairros residenciais como as vias internas dos centros urbanos são vias locais. Em um tipo de ambiente operacional, a ocupação terá baixa densidade (inicialmente horizontal) e será tipicamente residencial enquanto na outra terá alta densidade (normalmente verticalizada) e especializada em comércio e serviços. O nível de utilização da capacidade das vias será muito distinto em um e outro caso, tanto em termos de circulação quanto de estacionamento, a dependência de uma ampla acessibilidade urbana também e assim por diante. Da mesma forma, distinguem-se corredores consolidados ou de indução, os entornos de pólos geradores de tráfego ou áreas de preservação ambiental.

A ponderação do segundo comentário visa lembrar que a Engenharia de Tráfego não está sozinha ao tentar regular as funções viárias e sua

relação com as atividades sociais e que há um potencial conflito entre a lógica da hierarquização funcional e a lógica da ocupação urbana. Além da oposição natural dos agentes promotores das atividades sociais a toda restrição à sua liberdade de atuação no mercado (o que inclui as restrições de circulação ou as exigências de complementação viária decorrentes da hierarquização funcional mas, muito mais importante, inclui também as restrições de aproveitamento e adensamento do solo), existe o interesse natural de localizar atividades econômicas de porte (pólos geradores de tráfego) adjacentes ao sistema viário estrutural (que deve preservar a eficiência na função deslocamento). Por este motivo, as normas de ocupação do solo devem também conter claras normas relativas aos acessos às edificações e sua localização junto ao sistema viário.

Portanto, em uma escala local, retornamos às relações entre o sistema viário e as atividades sociais (uma ligação essencial que é impossível ignorar).

A visão conceitual do sistema viário, mesmo no nível mais abstrato, deve ponderar ambos os aspectos para orientar minimamente a atuação da Engenharia de Tráfego, pela definição de objetivos de ação adequados a cada via ou área.



Adendo - Evolução Urbana e Estrutura Viária.

Como anteriormente comentado, as vias podem também ser avaliadas (e eventualmente classificadas) pela função urbana em um nível mais alto (tomando seu papel dentro da estrutura urbana como um todo), ao contrário de considerar o ponto de vista micro-urbano correspondente ao princípio da hierarquização funcional. Discutiu-se também que a hierarquização funcional tem de ser eventualmente alterada, na medida em que o crescimento das atividades pressionam a operação do tráfego no sistema viário estrutural, e que esta transformação pode ser traumática e custosa (em sentido amplo), incluindo o impacto na própria estrutura urbana.

Um ponto importante a ser ressaltado é a interrelação entre a evolução urbana e a transformação da estrutura viária, tomando uma perspectiva de mais longo prazo. Esta previsão pode permitir que as intervenções da Engenharia de Tráfego possam ser tomadas com uma ante-visão mais clara do momento considerado e dos impactos que advirão, no futuro das cidades.

Antes de propor uma visão sobre esta interrelação com base na experiência histórica da evolução urbana como vista nos dias de hoje, em particular no Brasil, vale a pena advertir sobre a possibilidade de ter padrões diferentes dos tradicionais (o que é, aliás, provável e em certa medida previsível, com base nas tendências observadas e nos novos aspectos em gestação). Um exemplo óbvio é decorrente das taxas de motorização e do uso dos automóveis. O fato de ter-se observado uma civilização dependente do automóvel em escala crescente faz com que as cidades de hoje apresentem com antecedência os sintomas e as mutações historicamente observadas. Pressões que ocasionaram transformações em certas cidades que atingiram 200 mil ou 1 milhão de habitantes passam a manifestar-se aos 100 mil ou 500 mil habitantes, respectivamente. Se estas tendências mantiverem-se ou se for reduzida a dependência em relação aos automóveis, em cada caso, deve-se ajustar nossa expectativa de evolução das cidades e da sua estrutura

urbana. De forma similar, áreas mais ricas podem manifestar antes as necessidades de um dado cenário e áreas mais pobres podem tornar mais importante a busca de alternativas de evolução, em relação aos padrões usuais.

Deve ficar claro, portanto, que a interpretação e discussão apresentadas a seguir é subordinada à preservação de certos fatores de evolução, que pode ou não ocorrer, e não limita a possibilidade de buscar-se planos alternativos também viáveis. No entanto, deve-se ponderar a importância e a força dos fatores discutidos adiante. Deve-se também avaliar se a incerteza existente não anula o valor da visão prospectiva buscada e, a este respeito, a visão de cada técnico ou tomador de decisão poder variar de forma ampla, justificando ou não o exercício de análise proposto.

A visão que se quer discutir é a seguinte: a evolução urbana coloca certos patamares de crescimento (e eventualmente adensamento) que exigem uma transformação qualitativa da estrutura viária, de forma correspondente. Concordando-se sobre os pontos mencionados a seguir, a Engenharia de Tráfego pode preparar e promover (ou conter, se for considerado possível e preferível) certas transformações. Além disso, pode-se perceber que certas disfunções são a manifestação do esgotamento de um padrão estrutural e exigem uma transformação qualitativa na estrutura viária para viabilizar uma melhoria significativa no atendimento às necessidades sociais.

De forma resumida, os patamares de evolução urbana e as estruturas viárias correspondentes podem esquematizadas em:

- em um estágio inicial, a consolidação da ocupação urbana faz-se pela afirmação de uma área principal de atividade e produz áreas urbanas mononucleadas (isto é, que possuem um centro dominante); as vias de interligação com outras áreas urbanas buscam alcançar este núcleo e a ocupação local gira ao redor dele e atrai as vias de ligação correspondentes; em geral, aglomerados ou cidades até 25 a 50 mil habitantes não fogem (e não precisam fugir) deste padrão urbano: o centro da cidade é um local privilegiado para concentrar e atender às necessidades sociais e a pressão inicial não supera sua capacidade de fazê-lo;
- a primeira transformação qualitativa vai, normalmente, decorrer da carência de espaço para edificações nos núcleos centrais (ou, mais especificamente, pela elevação dos preços de terrenos); os problemas de tráfego (operação nas vias e estacionamento), embora notáveis no limiar da primeira transformação, ainda serão menores que o fator imobiliário (no entanto, a crescente motorização torna estas disfunções cada vez mais relevantes) e algumas artérias de acesso ao centro com condições privilegiadas (especialmente a proximidade aos núcleos residenciais de maior renda, mas também fatores físicos e ambientais) geram corredores de atividades comerciais e de serviços (contribuindo para desconcentrar as atividades e o tráfego na área central); em geral, este padrão urbano pode consolidar-se ao redor dos 50 mil habitantes e perdurar até os 100 mil, com problemas crescentes que manifestam-se pelo crescimento dos problemas de tráfego nas artérias e na área central (até recentemente, era comum ver-se cidades de 200 mil habitantes, ou mais, ainda calcadas neste padrão urbano); as atividades fora do centro geram naturalmente as demandas de atravessamento (em particular quando as áreas opostas especializam-se em atividades distintas) e as vias centrais sofrem pressões para aumentar sua capacidade de tráfego (vias de mão única, funcionando em binário, nas áreas centrais, além de restrições iniciais ao estacionamento lindeiro às vias, são a resposta característica a estas pressões);
- a segunda transformação qualitativa vai, normalmente, decorrer dos conflitos entre as necessidades geradas pelas atividades locais e pelo tráfego de passagem nas vias das áreas centrais; a sobrevivência das atividades centrais é obtida pela melhoria ou construção de vias de interligação entre os corredores arteriais formados anteriormente (os anéis viários, mais próximo ou menos próximos dos centros, são uma justaposição de interligações que pode ser completada de forma progressiva ou mesmo nunca ser concluída); outras vias transversais podem assumir papel importante, mesmo de forma não planejada, por servir aos trajetos tangenciais que evitam o centro congestionado; de uma ou outra forma, as convergências entre os corredores arteriais e as vias de interligação criam pólos naturais de acessibilidade privilegiada e atração de atividades comerciais ou de serviços; em geral, as cidades de 100 mil até 200 mil habitantes podem estar envolvidas nesta transformação (o que anteriormente estendia-se a 400 mil habitantes ou mais);
- a terceira transformação pode combinar, em diversas medidas, duas características distintas: a construção de artérias de grande capacidade de tráfego e/ou a consolidação de cidades polinucleadas; o grau de concentração espacial e de verticalização são os aspectos normalmente relacionados com a predominância de uma ou outra característica (ambas solicitam as artérias de grande capacidade e são menos prováveis em cidades polinucleadas); existe o risco de decaimento das áreas centrais se não for preservada sua qualidade como centro de comércio e serviços (perdendo sua vantagem de localização), o que depende de transformá-lo em uma área de atividades locais favorecidas (manter as condições de acesso pelas vias arteriais e as condições de estacionamento nas áreas centrais, assim como construir áreas de qualidade ambiental adequada, parecem ser os aspectos essenciais para evitar o decaimento); existe a oportunidade de viabilizar núcleos externos de comércio e serviços, pelo menos nas áreas acessíveis aos grupos de maior renda; empreendimentos de grande porte podem aproveitar ou induzir este padrão excêntrico (a acessibilidade aos grupos de maior renda por vias de interligação externas articuladas aos corredores arteriais e às vias de interligação internas, além dos problemas nas áreas centrais, parecem ser os aspectos essenciais para viabilizar esta transformação).

Seria talvez possível ir adiante em uma tipologia como a discutida acima mas as maiores cidades tem características peculiares que tornam cada configuração única. Por um lado, a migração de atividades residenciais de alta renda para fora das áreas de maior acessibilidade e qualidade ambiental pode ser maior ou menor, dependendo da existência de corredores de tráfego de maior ou menor qualidade e de empreendimentos de grande porte adjacentes de maior ou menor poder de atendimento às suas necessidades. Por outro lado, a migração de atividades residenciais de baixa renda para fora das áreas centrais e adjacentes aos corredores arteriais depende do grau de pressão imobiliária e do surgimento de núcleos periféricos que os hospedem (no Brasil, estes núcleos foram muitas vezes gerados por loteamentos clandestinos, áreas invadidas ou outros “acidentes” urbanísticos, que logo pressionaram por serviços locais e de transportes que fixaram sua existência).

Naturalmente, as cidades menores e médias também tem suas especificidades mas a regularidade notadas são consideradas bastante fortes (especialmente onde faltam ações urbanísticas fortes e planejadas para contrariá-las, o que é a regra, infelizmente). Não se quer dizer, com esta observação, que as observações gerais são suficientes para analisar o sistema viário de cada uma das cidades correspondentes. Da mesma forma, não se quer passar a impressão de que existe uma seqüência inevitável de evolução das cidades e de adaptação, decorrente, do seu sistema viário. Em cidades pequenas ou médias, pode-se também identificar diversos aspectos da estrutura urbana e viária que decorrem das suas peculiaridades (elementos ou barreiras naturais ou artificiais, vazios urbanos institucionais ou não, elementos com autonomia de localização, como indústrias e rodovias, entre outros), sem anular a importância dos aspectos gerais.

Portanto, a apresentação feita acima visa simplesmente sublinhar alguns pontos:

- a possibilidade de que problemas de tráfego, eventualmente vistos como pontuais, tenham relação com um padrão viário que exige uma adaptação estrutural para ter maior sobrevivência;
- a necessidade de ver as intervenções viárias de forma articulada, de maneira a formarem uma estratégia viária com significação estrutural e articulação com a evolução urbana;
- a conveniência de ter uma visão prospectiva sobre a estrutura viária e urbana que responde de forma mais adequada aos objetivos finalmente perseguidos.

Desta forma, uma visão de mais longo prazo pode ser utilizada como apoio para analisar os problemas de tráfego (eventualmente percebidos como pontuais, em um dado momento) e selecionar formas de intervenção que anunciem (de forma consciente, promovendo ou contendo) um padrão de evolução urbana correspondente.

TRABALHOS PROPOSTOS:

1) Analise o sistema viário de uma região e identifique a hierarquização viária atual. (Sugestão: identifique os principais núcleos de atividades locais na região e analise as rotas mais eficientes de entrada e saída destes núcleos a partir de outras regiões da cidade; verifique também rotas de atravessamento da região para deslocamentos que buscam conexão entre as outras regiões da cidade).

2) Analise o sistema viário de um loteamento recém implantado e as disposições relativas ao sistema viário existentes nas leis de parcelamento do solo em vigor. As disposições estão sendo atendidas e são suficientes para garantir um sistema viário eficiente? O sistema viário proposto define claramente uma hierarquização viária adequada para o loteamento dentro da sua concepção atual? Analise impactos e adaptações eventualmente relacionados com cenários plausíveis de evolução futura de seu entorno?

3) Faça uma pesquisa sobre concepções viárias propostas. Identifique e exemplifique o significado e o impacto sobre o tráfego de propostas sobre padrões viários (como rede reticular ou rede em ramos), sobre pedestrianização ou tranquilização de tráfego, sobre zoneamento (como separação dos usos ou promoção de uso misto), sobre densificação de ocupação ou verticalização das construções, entre outros. Analise a compatibilidade com a visão da hierarquização funcional e as vantagens e desvantagens em termos de impacto provável sobre a operação viária, além de outros impactos que julgar relevantes.

