

Prefácio, Acrônimos, Introdução

Parte I Preparação do Projeto

Parte II Projeto Operacional

Parte III Projeto Físico

► **Parte IV Integração**

Parte V Plano de Negócios

Parte VI Avaliação e Implementação

Referências, Glossário, Anexos,
Bibliográficas e Índice



Manual de BRT
Bus Rapid Transit
Guia de Planejamento
Dezembro 2008

Parte IV – Integração

CAPÍTULO 13



Integração modal

CAPÍTULO 14



Integração com gerenciamento de demanda e uso do solo

13. Integração modal

“A princípio pode parecer que o espaço de pedestre é um assunto trivial em um país em desenvolvimento; mas as privações de pessoas de baixa renda não são realmente sentidas durante o horário de trabalho – é durante o período de lazer que as diferenças são percebidas. Enquanto pessoas com maiores rendas têm carros, clubes, casas de campo, teatros, restaurantes e férias, para os pobres, o espaço público é a única alternativa à televisão. Parques, praças, ruas de pedestres e calçadas são essenciais para a justiça social. Calçadas de alta qualidade são os elementos mais básicos de respeito à dignidade humana e de consideração pelos membros mais vulneráveis da sociedade, como pobres, idosos e crianças.”

—Enrique Peñalosa, ex-prefeito de Bogotá

Sistemas de BRT não devem ser projetados e implementados em isolamento. Um sistema de BRT funciona melhor quando é parte de uma rede integrada de opções de transporte que permite acesso seguro e conveniente a todas as partes da cidade. Motoristas também têm de andar até seus automóveis e, portanto, são pedestres em parte de sua viagem. Os melhores sistemas de BRT oferecem um ininterrupto conjunto de ligações das portas das casas até as portas dos escritórios e lojas, usando muitos outros modos de transporte como partes da viagem. Ao se maximizar a interface do sistema de BRT com outras alternativas, os projetistas do sistema ajudam a ampliar a base potencial de usuários. O sistema de BRT não só vai até a porta de entrada e de saída da estação, mas também engloba toda a área de captura do usuário. Se os usuários não podem chegar a uma estação confortavelmente, eles deixarão de ser usuários.

O conteúdo deste capítulo inclui:

- 13.1 Integração de corredores
- 13.2 Pedestres
- 13.3 Bicicletas
- 13.4 Outros sistemas de transporte público
- 13.5 Táxis
- 13.6 Estacionamentos de integração

13.1 Integração de corredores

“A única coisa que nós precisamos para resolver os nossos problemas de transporte é parar de pensar que existe uma única coisa que nos precisamos fazer para resolver os nossos problemas de transporte.”

—Robert Liberty, 1000 amigos do Oregon

Antes que um sistema de transporte público possa considerar a integração com outros modos de transporte, um primeiro passo básico é assegurar que o sistema seja integrado consigo mesmo. A integração de sistema desse tipo se refere à garantia de que a integração tarifária e física existe entre os diferentes corredores, linhas e serviços alimentadores. Infelizmente, muitos sistemas de ônibus falham nesse simples teste de integração. Em poucos sistemas, como Kunming, Porto Alegre, Recife e Taipei, não há

transferência gratuita entre as diferentes linhas de ônibus compartilhando o mesmo corredor de BRT. Em Quito, os três grandes corredores de BRT compartilham espaços viários em diversos pontos de junção (Figura 13.1). Entretanto, os três corredores não chegam sequer a compartilhar as estações de parada nessas áreas comuns. Um usuário que deseja se transferir de um corredor para outro deve fazer a uma complicada caminhada entre estações distintas e, depois, pagar outra vez para entrar no novo corredor.

Sistemas operando como corredores individuais abandonam as muitas sinergias da formação de uma rede integrada completa. Uma vez que as necessidades de mobilidade incluem destinos em diversos corredores, o sistema está sacrificando uma porção da sua base de clientes potenciais. Em vez de suportar diversas transferências



Figura 13.1
Em Quito, a linha “Trole” compartilha a mesma via que a linha “Ecovía”, mas os passageiros não podem transferir entre as duas sem caminhar entre duas estações separadas e sem pagar outra tarifa.

Foto por Lloyd Wright

diferentes, em que cada uma envolve um pagamento adicional, os usuários provavelmente procurarão meios alternativos de transporte.

Conforme observado no Capítulo 7 (Projeto de rede e linhas), as cidades, muitas vezes, optam por sistemas abertos, não integrados, por conveniência política. Em vez de arriscar chatear os cartéis existentes de transportadores, figuras políticas tendem a escolher uma estrutura de sistema que não acarrete quaisquer grandes mudanças operacionais para os proprietários das frotas. Nesses casos, a cidade está, basicamente, atendendo os desejos de alguns operadores

privados no lugar das necessidades dos usuários. Como foi enfatizado em todo este Guia, basear o projeto de transporte público em torno das necessidades dos usuários é quase sempre uma garantia de sucesso. Basear o projeto de transporte público em torno de uns poucos interesses especiais quase sempre resulta em um sistema comprometido. A integração começa com um foco nas linhas e corredores internos do sistema. Um sistema internamente integrado pode expandir seu alcance e a base de clientes consideravelmente ao permitir que outros modos formem uma interconexão sem obstáculos com o sistema de BRT.

13.2 Pedestres

“Caminhante, não há caminho. Faz-se caminho ao caminhar.”

—Antonio Machado, 1875–1939

Um componente estratégico do projeto e planejamento de estações de BRT é a providência de acessos para pedestres que sejam protegidos, seguros e convenientes. Se não for conveniente ou fácil andar até uma estação de BRT, então os usuários serão desencorajados a utilizar o sistema. Oferecer um *Caminho seguro até o Transporte Público* é, portanto, um passo básico para oferecer um serviço de BRT efetivo.

Enquanto a localização de estações varia de acordo com os padrões de origem-destino a serem atendidos e do contexto local, fatores

Tabela 13.1: Estrutura de avaliação para o acesso ao transporte público

| Aspecto | Descrição |
|-----------------------------------|---|
| Acessibilidade | Viabilidade de acesso a indivíduos com deficiências físicas. |
| Custo | Soluções dispendiosas de infra-estrutura como passarelas e túneis para pedestres podem inviabilizar a aplicação em todos os lugares. Onde não há vias expressas, soluções em nível podem ser muito mais eficientes. |
| Estética | Engloba a atratividade da área do acesso de pedestres, o mobiliário urbano e a harmonia entre o projeto da via e a arquitetura local. |
| Retidão e conectividade | Envolve a minimização da distância percorrida para acessar a estação e a capacidade de acessar uma rede mais ampla de destinos. |
| Facilidade de acesso | Nível de conforto para o pedestre caminhar até a estação, isso inclui: declividade, proteção do tempo (sol, chuva), de poluição do ar e de ruídos, além das condições da superfície do caminho. |
| Legibilidade | Facilidade de compreensão do ambiente da rua. Placas de direções, sinalização e mapas do sistema e dos arredores melhoram a legibilidade. |
| Segurança de trânsito | Proteção dos pedestres dos perigos da via, entre os quais se destacam os veículos. |
| Segurança pública (contra crimes) | Refere-se ao oferecimento de um lugar onde o pedestre não seja suscetível a roubos ou outros crimes. |



Figura 13.2
A qualidade do acesso em volta e dentro das estações determina amplamente se o sistema é utilizado pelo público.

Foto por Lloyd Wright

fundamentais para os pedestres permanecem constantes. Para avaliar a qualidade do acesso ao transporte público, um quadro de avaliação foi montada (Tabela 13.1). O acesso eficiente ao transporte público é conseguido através de uma infra-estrutura que seja: de custo acessível, atraente, confortável, direta, legível, protegida e segura. Se qualquer um desses elementos não é adequadamente tratado, então toda a viabilidade do acesso ao transporte público pode ser comprometida.

Essas qualidades não são necessariamente sempre mutuamente compatíveis. Por exemplo, as trajetórias mais retas devem envolver maiores conflitos com veículos, ou a rota com maior segurança de trânsito pode implicar em um complicado conjunto de degraus. O desafio de projeto é priorizar interesses conflitantes, equilibrando o resultado.

O acesso de pedestres às estações de transporte público envolve a consideração da facilidade de movimentos em três pontos críticos: 1. da vizinhança até o corredor; 2. o cruzamento do corredor; e 3. movimento dentro da área da estação (Figura 13.2). Um plano de acesso eficiente ao sistema tratará cada um desses segmentos de viagem. Ignorar apenas um desses componentes

pode significar que o sistema é, de fato, inacessível para uma porcentagem da base de usuários.

Um plano de acesso de pedestres bem projetado oferece um fluxo natural de usuários caminhando das áreas vizinhas. Planejadores de sistema devem fazer algumas perguntas básicas a respeito da qualidade do acesso de pedestres. As calçadas levando a estação são bem mantidas? Elas são largas o bastante para acomodar o fluxo esperado de pedestres? Elas são seguras e bem iluminadas? Há sinalização adequada para orientar as pessoas até as estações? Há conexões lógicas para os pedestres entre grandes origens e destinos como lojas, escolas e locais de trabalho?

13.2.1 Condições pré-existentes para pedestres em cidades de nações em desenvolvimento

“Qualquer cidade que não tenha calçadas, não ama suas crianças.”

—Margaret Mead, antropóloga, 1901–1978

A utilização de transportes públicos em nações em desenvolvimento é frequentemente comprometida por uma falta geral de benfeitorias aceitáveis para pedestres. Pedestres tipicamente se submetem a uma quantidade de desafios que contribuem diretamente para as enormes

Figura 13.3
Comunidades como Alexandra em Johannesburgo (África do Sul) geralmente não têm infraestrutura adequada para pedestres.

Foto por Lloyd Wright



taxas de ferimentos e fatalidades testemunhadas nesses países. Estes desafios incluem os seguintes:

- Completa ausência de pavimentos para pedestres;
- Qualidade baixa de pavimentos, geralmente terra, lama ou sujeira;
- Nenhuma separação física dos grandes fluxos de tráfego ou de tráfego em alta velocidade;
- Níveis extremos de poluição do ar e de barulho;
- Projetos de interseções concebidos para facilitar altas velocidades para os veículos em conversão ao custo de travessias seguras para pedestres;
- Passagens obstruídas por causa de carros estacionados (legal ou ilegalmente), péssimo projeto, postes de serviços ou sinalização (para automóveis), entulho, vendedores, etc.
- Nenhuma proteção contra intempéries;
- Aglomeração de pedestres por causa das passagens estreitas ou abaixo da demanda;
- Altos índices de roubos, assaltos e outros crimes sobrevivendo aos pedestres.

A completa falta de caminhos formais para pedestres em nações em desenvolvimento é relativamente comum. Hook (2003) observa que: “Mais de 60% das ruas em Jacarta, por exemplo, não têm calçadas, e aquelas que existem são intensamente obstruídas por postes telefônicos, árvores, materiais de construção, lixo e esgotos abertos e canais de drenagem”. Da mesma forma, em cidades africanas, os bairros pobres são raramente providos de infraestrutura para pedestres, mesmo que praticamente toda a população dessas áreas não possua veículos motorizados (Figura 13.3). Vasconcelos (2001)



Figura 13.4

A falta de travessias formais de pedestres em Dacca (Bangladesh) cria riscos significativos.

Foto por Karl Fjellstrom

também observa que quando travessias são providas, elas raramente oferecem prioridade aos pedestres:

“Benfeitorias de travessia também são inadequadas, zebras são raras e semáforos raramente consideram as necessidades dos pedestres; nesses casos, pedestres são vistos como algo que deve ficar empacado até que algum espaço se abra na corrente do tráfego: ‘cidadãos de segunda classe’ devem esperar até que os de primeira classe exerçam seus direitos de usar as vias.”

Cruzar uma via pode ser particularmente difícil em cidades de nações em desenvolvimento por causa da falta de travessias formais e restrições nas travessias informais, em que as últimas são baseadas tipicamente em padrões dos motoristas, e não dos pedestres (Figura 13.4).

A falta de caminhos diretos para ciclistas e pedestres entre suas casas e as estações de transporte público também podem encorajar as pessoas a dirigir carros e motocicletas. Como as velocidades a pé são baixas, até mesmo desvios pequenos na retidão de um caminho de pedestres pode ter um impacto negativo drástico sobre o tempo total de viagem nesse modo de transporte. Hook (2000) documenta como obstáculos nas calçadas e outros desvios em Surabaya resultam em jornadas substancialmente mais longas para os pedestres:

“... barricadas para pedestres e vias de mão única são usadas para facilitar viagens

motorizadas de longa distância, o que, simultaneamente, impõe desvios imensos para viagens, de curta distância, de bicicleta e a pé. Pessoas desejando cruzar uma rua principal de compras, muitas vezes, acham mais fácil tomar um táxi por dois quilômetros do que caminhar até o outro lado. Em Surabaya, o Banco Mundial estimou que essas medidas geram 7.000 quilômetros adicionais de tráfego desnecessário de veículos todos os dias.”

Uma das primeiras questões tipicamente levantadas por engenheiros projetando um novo sistema de BRT é “como os passageiros vão chegar às estações de BRT, se elas estão no centro da via dos carros?” Ainda que o desenho cuidadoso do acesso seguro à estação seja um dos elementos mais importantes de um sistema de BRT, e seja extensamente discutido na próxima seção sob “segurança de trânsito”, deve se ter em mente que o acesso seguro de pedestres é um assunto de igual relevância para sistemas de ônibus convencionais. Mesmo sem um sistema de BRT, passageiros de ônibus precisam cruzar as ruas, muitas vezes em interseções muito perigosas, de forma a pegar os ônibus indo no sentido oposto. A competição por passageiros ao

longo de uma parada perto da calçada frequentemente também é importante causa de atropelamento de pedestres; um problema que o BRT pode resolver. Portanto, o BRT não traz consigo nenhuma dificuldade especial a respeito do acesso de pedestres, mas oferece uma oportunidade estratégica para melhorar de forma relevante a segurança de pedestres e a acessibilidade aos serviços de ônibus.

A segunda questão mais frequentemente feita é se as travessias devem ser em nível, elevadas ou subterrâneas. Como regra geral, travessias de pedestre em nível são mais convenientes para pedestres (especialmente pessoas com dificuldades físicas) e podem geralmente ser feitas de forma segura através de medidas de moderação do tráfego (*traffic calming*). Sempre que possível, travessias em nível são preferidas. Na maioria dos casos, passagens subterrâneas ou passarelas são primariamente projetadas com o objetivo de tirar os pedestres do caminho do tráfego de veículos e não com a conveniência e a segurança dos pedestres em mente. Essas benfeitorias frequentemente falham em proteger os pedestres que, muitas vezes, esquivam-se dessas infra-estruturas porque elas são mal localizadas, muito íngremes, mal mantidas, cheias de vendedores informais, inerentemente perigosas do ponto de vista de segurança contra crimes, ou de outras formas, geralmente inconvenientes. Os benefícios de segurança de uma passarela não serão realizados se a maioria das pessoas (em todas as partes do mundo) escolher correr riscos cruzando pelo perigoso e caótico labirinto do trânsito. Assim mesmo, há condições em que uma completa separação de superfícies entre pedestres e modos motorizados é preferível, e a seção seguinte oferece algumas orientações para tomar decisões mais bem informadas sobre esse tema.

Um novo sistema de BRT oferece a oportunidade para reavaliar as condições dos pedestres e desenvolver um ambiente de pedestre largamente melhorado. Entretanto, se nenhuma atenção é dada ao ambiente de pedestres, as condições dos pedestres podem realmente se tornar piores. Inicialmente, o sistema de BRT de Jacarta falhou em tratar adequadamente os pedestres (Figura 13.5), e passarelas de acesso obstruíram completamente as calçadas existentes. Entretanto, Jacarta aprendeu com essa experiência e, agora, está modernizando todas as



Figura 13.5

Infra-estrutura de pedestre do, à época novo, sistema de BRT em Jacarta.

Foto por cortesia do ITDP

Figura 13.6 e 13.7
Condições para pedestres conectando o sistema de metrô da Cidade do México a escritórios municipais nas redondezas.

Fotos por Michael King



passagens a pé em todos os novos corredores de BRT TransJakarta.

13.2.2 Inspeção das ruas

“Os pedestres permanecem como o único grande obstáculo ao fluxo livre do tráfego.”

—Relatório de Planejamento de Los Angeles
 (Engwicht, 1993)

Como a maioria dos pedestres chega a uma estação de BRT de uma distância de um quilômetro, e como as estações tendem a estar, grosso modo, distantes 500 metros entre si, a área de recolhimento de acesso de viagens a pé é geralmente entre 500 metros e 1.000 metros. Pesquisas do TransJakarta indicaram que 58% dos passageiros caminhou menos de 500 metros até a estação, e um adicional de 31% vieram de lugares entre 500 metros e 1.000 metros de distância. Viagens a pé de distâncias mais longas são raras, a não ser que exista um corredor distinto, como uma trilha ao longo de um rio.

Geralmente, em países em desenvolvimento, a grade de ruas não é muito densa. Ruas locais pequenas tendem a ter velocidades bem baixas, assim essas ruas menores podem já possuir benfeitorias para pedestres eficientes. Os locais onde grandes melhorias de pedestres são provavelmente necessárias estão nas vias arteriais e nas interseções onde as velocidades dos veículos

são prováveis de exceder 40 km/hora, então o passo seguinte é a identificação dessas vias e interseções dentro da área de atendimento do BRT e um exame da qualidade do ambiente dos pedestres. Para analisar as benfeitorias nesse nível de detalhe, mapas detalhados, idealmente em uma escala mínima de 1 : 2.000, devem ser utilizados.

A facilidade para alguém caminhar da casa ou escritório até a estação de BRT depende dos projetos da rua e da forma urbana. Alguns fatores de projeto que afetam a decisão de fazer essa caminhada são:

- Qualidade dos materiais de pavimentação;
- Quantidade de árvores, vegetação, pórticos, etc. que ofereçam proteção do clima;
- Qualidade da iluminação da rua;
- Prioridade de pedestres nas interseções;
- Ausência de grandes obstáculos, interrupções no trajeto.

Adicionalmente, o valor estético do ambiente de caminhada terá um papel na disposição para caminhar do cliente em potencial. Se a caminhada é agradável e interessante, então mais usuários serão atraídos para o sistema de BRT. Se a caminhada é uma experiência desagradável, pontuada por barulho excessivo, poluição e riscos a segurança pessoal, então uma parte relevante da base de usuários do sistema pode ser

perdida (Figuras 13.6 e 13.7). Desenvolvedores de sistema devem, assim, avaliar a qualidade dos corredores de pedestres conectando as estações de BRT com as grandes origens e destinos.

Nesse estágio, os desenvolvedores de projeto já identificaram os principais corredores de pedestres ligando as estações aos principais pontos de origem e destino. Uma inspeção para avaliar a qualidade da infra-estrutura para pedestres ao longo dos corredores e atendendo a esses corredores será útil em destacar áreas potencialmente problemáticas. Com esses dados em mão, áreas de prioridade para melhoria das condições de pedestres podem ser identificadas e incluídas no orçamento de desenvolvimento do BRT.

Diversos protocolos de inspeção foram desenvolvidos para a avaliação da condição dos pavimentos, guias e outras características da via. Esses protocolos estão disponíveis para *download* fornecido por diversas organizações¹⁾.

As principais ferramentas para conduzir uma inspeção de infra-estrutura para pedestres são um mapa, uma câmara e uma roda de medida de distâncias (Figura 13.8). À medida que o time de inspeção caminha ao longo de um corredor de pedestres, imagens fotográficas são tiradas aproximadamente a cada 30 metros e/ou sempre que uma característica relevante ou problema é observado. Uma vez que essa informação é coletada, o ambiente da rua pode ser classificado com base em sua adequação para oferecer acesso ao transporte público. Um exemplo desse tipo de classificação esquemática pode ser visto na Figura 13.9. Nessa imagem ilustrativa da qualidade das ruas em Surabaya (Indonésia) o ambiente para pedestres foi codificado com cores de acordo com a viabilidade de uso dos caminhos para pedestres: 1. utilizável (verde); 2. parcialmente utilizável (amarelo); e inutilizável (vermelho).



Figura 13.8

Uma inspeção de infra-estrutura para pedestres em Zurique.

Foto por Lloyd Wright

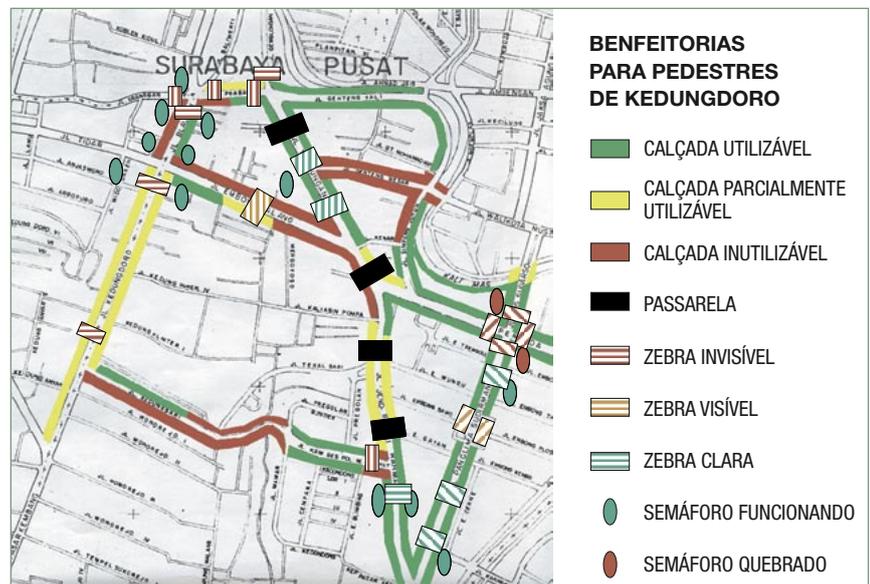


Figura 13.9

Resultados de uma inspeção de vias em Surabaya.

Imagem por cortesia da GTZ e do ITDP

¹⁾ http://www.bikewalk.org/vision/community_assessment.htm
<http://www.walkinginfo.org/walkingchecklist.htm>
<http://www.falls-chutes.com/guide/english/resources/pdf/WalkChecklistJuly29ForWeb.pdf>

13.2.3 Retidão e conectividade

“Todos os pensamentos verdadeiramente grandes são concebidos em caminhadas.”

—Friedrich Nietzsche, filósofo, 1844–1901

A retidão de um caminho entre o ponto de partida do usuário e a estação de transporte público tem um papel central no tempo de caminhada necessário. A conectividade garantida pela infra-estrutura da rua determina a facilidade de deslocamento entre dois pontos. A conectividade também discute o posicionamento da estação dentro de um contexto mais amplo do tecido urbano.

13.2.3.1 Analisando a conectividade

A melhoria da acessibilidade a estação de transporte para os pedestres não é complicada, e uma breve leitura visual dá área em torno da estação pode usualmente determinar se espaços de boa qualidade para caminhar que existem; se benfeitorias de travessia de boa qualidade são oferecidas; se iluminação adequada para travessias noturnas existem; ou se certos acessos populares estão obstruídos por barreiras, condições inseguras ou obstruções temporárias que podem causar inconvenientes relevantes aos pedestres. Ainda que uma visita ao local por uma equipe de planejamento de técnicos treinados em transportes não-motorizados (NMT), uma análise mais detalhada é requerida se os engenheiros não têm experiência específica no planejamento para pedestres, ou se as interseções ou estações têm movimentos complexos de pedestres.

O mapeamento dos movimentos de pedestres na área da estação de BRT proposta oferece os

dados da linha de base que ajudaram a definir o projeto ideal para a infra-estrutura de apoio a pedestres. Assim como as contagens de tráfego são um elemento importante para o processo de modelagem do BRT, contagens de pedestres e de seus movimentos são partes importantes para a compreensão das questões em torno do acesso à estação. Ferramentas como estudos de origem e destino a pé, mapas de tempos de caminhada e pesquisas de mapeamento de movimento permitem aos planejadores compreender os movimentos dos pedestres a nível local. Ao identificar os prováveis origens e destinos de pedestres e os itinerários de caminhadas mais comuns, os planejadores e os projetistas podem priorizar melhorias de infra-estrutura nos locais mais eficientes.

Se os caminhos mais comuns a pé não são obviamente claros, algumas vezes é útil fazer uma pequena pesquisa OD localizada, com os passageiros embarcando e desembarcando das estações próximas. A área de influência deve ser dividida em diversas zonas, a cada quadra ou meia quadra, além da identificação de edifícios que sejam maiores pólos de geração/atração de viagens (*shopping centers*, escolas, hospitais).

É útil destacar neste mapa quaisquer vias onde bicicletas ou outros modos de transporte são proibidos (*i.e.*, calçadas e outras restrições de tráfego). Atenção especial deve ser dada para todas as viagens de até 1.000 metros da estação, independentemente do modo utilizado. Se certos pares de OD mostram uma proporção

Figura 13.10
Mapa de origens e destinos de área de Surabaya (Indonésia).

Imagem por cortesia do ITDP

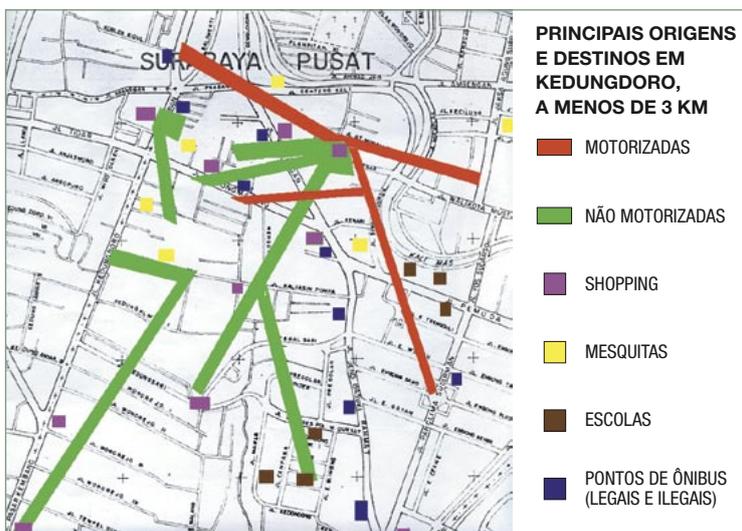
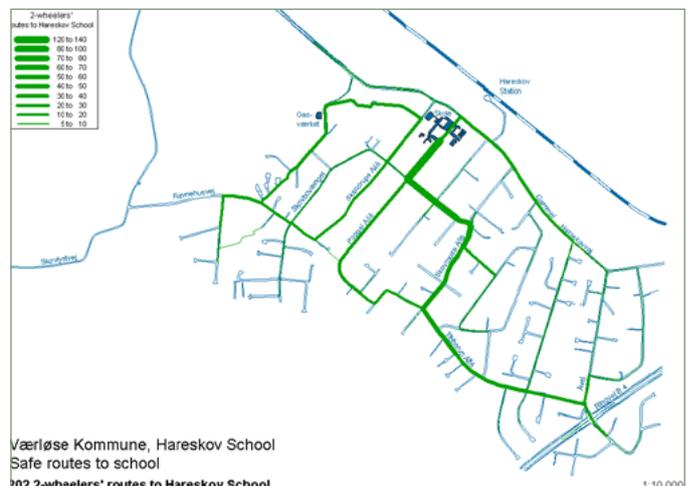


Figura 13.11

Mapa das caminhadas realmente utilizadas para ir à escola em Copenhague (Dinamarca).

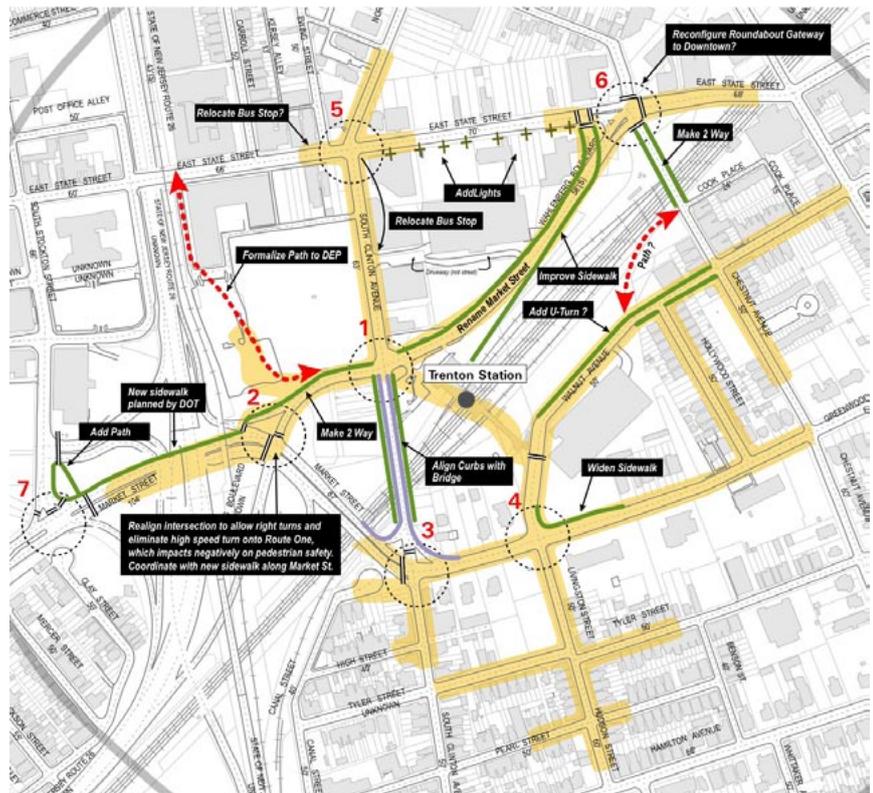


muito alta de curtas viagens motorizadas, isso pode ser por conta das precárias condições das benfeitorias para pedestres. Muitas vezes, pares OD próximos com predominância de viagens motorizadas podem indicar locais onde melhorias para pedestres devem ser priorizadas.

A Figura 13.10 mostra pares populares de viagens curtas entre um grande centro comercial, paradas de ônibus e outros destinos de alta demanda. Se a maioria das viagens é feita por modos motorizados, a ligação é mostrada em vermelho, se a maioria é feita por modos não-motorizados, em verde. Paradas de ônibus são mostradas em azul, mesquitas, em amarelo, e áreas de compras, em roxo. As linhas vermelhas indicam que as viagens são tão difíceis de serem cumpridas caminhando com segurança, que a maioria das pessoas prefere fazê-las por meios motorizados. Essa preferência modal indica que pode haver um problema de isolamento. As linhas verdes indicam que as viagens já são feitas caminhando. Ainda que esse mapa não diga nada em termos da qualidade da viagem caminhada, ele diz que elas são possíveis.

Também é possível conduzir uma pesquisa com passageiros de transporte público utilizando uma parada em particular e pedir aos passageiros para mapear o caminho específico que eles normalmente utilizam. Se uma amostra aleatória é feita, cada viagem pode ser colocada em um mapa e simplesmente somada. A segunda imagem (Figura 13.11) mostra uma compilação de uma amostra dos verdadeiros caminhos utilizados por estudantes para irem de casa a escola. A mesma metodologia seria usada para uma estação de transportes públicos. Se dados específicos de itinerários já foram registrados, é normalmente possível designar os pares OD para ruas específicas utilizando o caminho mais curto possível, considerando as ruas seguras para pedestres.

Outro tipo de mapeamento que pode oferecer visões úteis de problemas de isolamento é registrar os tempos de viagem da estação. Mapas mostrando áreas cobertas em dados intervalos de tempos como um minuto, cinco minutos, dez minutos, vinte minutos e trinta minutos não indicam apenas a área potencial de atração para a estação, mas também destacam barreiras para o acesso de pedestres. Por exemplo, uma



via de tráfego intenso perto da estação, pode criar problemas de isolamento para a chegada de pedestres. Outros impedimentos, como passagens bloqueadas ou não pavimentadas se tornarão evidentes em um mapa de tempos de caminhada. Da mesma forma, longos ciclos semafóricos para a travessia de pedestres aumentam os tempos de viagem a pé. Esse tipo de análise pode muitas vezes mostrar áreas onde as distâncias são relativamente pequenas, mas os tempos de caminhada são extensos.

A Figura 13.12 mostra um círculo de $\frac{1}{3}$ de milha (grosseiramente 500 metros) em torno da principal estação de trem de Trenton, Nova Jersey (EUA). Em amarelo está a distância que uma pessoa caminhando a 1,5 metro por segundo caminhou em cinco minutos. A pessoa seguiu todas as regras de trânsito. Esse tipo de análise é útil no planejamento dos arredores de estações. Observe que a pessoa foi capaz de caminhar mais onde a malha viária é mais densa, então poderia ser útil criar passagens dentro dos quarteirões. Observe também que a travessia de vias mais largas demorou mais, de forma que a pessoa não conseguiu caminhar tão longe. Aqui seria interessante minimizar as demoras nos semáforos.

Figura 13.12
As linhas amarelas representam áreas que são atingíveis em uma caminhada de cinco minutos a partir da estação.

Imagem por cortesia de Nelson/Nygaard.

13.2.3.2 Fator de desvio

Uma vez que as verdadeiras viagens são mapeadas, geralmente se pode dizer se há muitas pessoas caminhando uma longa distância fora de seu caminho para chegar a um destino popular. Esse mapa de caminhos reais pode ser utilizado para calcular os fatores de desvio. Fatores de desvio são a forma mais sistemática de identificar problemas de isolamento. Problemas de isolamento podem ser criados por vias de alta velocidade, por vias inseguras, por restrições de veículos não motorizados em ruas específicas, por barreiras ao cruzamento de ruas, por grandes canais, por linhas de trem e por outras estruturas intransponíveis.

Fatores de desvio são a distância que o pedestre comum precisa de caminhar fora de seu caminho de forma a chegar ao seu destino, em relação a distância em linha reta. Em uma malha de transportes européia ou norte-americana típica, sem restrições de passagem, os fatores de desvio são geralmente muito baixos. Um fator de desvio de 1,2, como o observado em Delft, Holanda, é extremamente baixo. Esse nível indica que um pedestre normalmente precisa viajar 20% mais do que a distância em linha reta para chegar ao seu destino. O mapeamento de alguns fatores de desvio em Surabaya indica que cidades com muitas vias de mão única, inseguras e de alta velocidade, poucas interseções e um sistema esparsos de ruas secundárias e terciárias podem ter fatores de desvio fantásticamente elevados.

É bastante típico em países em desenvolvimento que as distâncias entre interseções sejam de um quilômetro ou maiores. Normalmente pedestres são capazes de atravessar interseções em nível razoavelmente seguras, mas, algumas vezes, planejadores de tráfego chegam a desencorajar travessias em nível nas interseções de forma a permitir conversões à direita (ou à esquerda, dependendo do sistema de mãos) livres, sem conflitos com pedestres. Muitos planejadores de tráfego também gostam de levantar barricadas para tentar forçar o pedestre cruzar grandes vias apenas em passarelas designadas para pedestres, e, frequentemente, essas passarelas estão afastadas até um quilômetro entre si. Nessas condições típicas, se um pedestre quer simplesmente cruzar uma rua de 50 metros de largura, e a passarela mais próxima está a 250 metros,

o pedestre terá que caminhar 500 metros para percorrer uma distância reta de 50 metros. Isso representa um fator de desvio de 10 para 1. Essa situação é bastante típica em países em desenvolvimento e uma razão frequente por que pedestres se recusam a utilizar passarelas.

A conectividade de pedestres à estação de BRT também é função da configuração das ruas e das passagens da área. É bastante típico em países em desenvolvimento que o sistema secundário de ruas seja extremamente fraco. Áreas residenciais frequentemente se conectam a grandes vias arteriais apenas em um número bastante limitado de pontos, e essas vias locais raramente se conectam com outras áreas residenciais, exceto através dessas vias arteriais. Redes de ruas que se apoiam em um maior número de vias menores que não se conectam umas com as outras limitam a possibilidade dos pedestres de chegar à estação de BRT. Esse padrão reduz a funcionalidade da estação de BRT, uma vez que exige viagens mais longas para atingir os destinos. Pela mesma razão, redes desenvolvidas em uma malha interconectada oferecem maior acessibilidade porque as ruas são mais conectadas, o que permite que pedestres caminhem diretamente para as estações de BRT. Um sistema de malha de ruas também tende a ser mais flexível, porque o sistema não será paralisado se uma ligação for bloqueada. Algumas vezes é possível encontrar locais para executar atalhos para pedestres que reduzam grandes fatores de desvio causados pela falta de um sistema de ruas secundárias.

13.2.3.3 Localização da estação

A nível macroscópico, estações devem ser localizadas de forma a servir melhor a população em geral, maximizando o potencial número de viagens. Ainda que existam muitas questões não relacionadas a pedestres na locação das estações, há algumas particularidades que se relacionam diretamente com o acesso e a segurança de pedestres. Normalmente, localizar as estações perto de origens e destinos populares como *shopping centers*, grandes complexos de escritórios ou interseções populares, minimiza os tempos de caminhada. Entretanto, há muitas razões importantes do ponto de vista do fluxo geral de tráfego para que estações ligeiramente deslocadas desses destinos populares sejam, geralmente, desejáveis, como descrito em detalhes

no Capítulo 8 (Capacidade e velocidade do sistema), onde uma metodologia para determinação do espaçamento e locação das estações é delineada. Claramente, a segurança do usuário e a facilidade de acesso são considerações adicionais que devem ajudar a determinar a localização exata de uma estação.

13.2.4 Mapeando movimentos de pedestres

“O lugar onde você perde a trilha não é necessariamente o lugar onde ela acaba.”

—Tom Brown Jr., naturalista, 1950—

Na escala microscópica, pesquisas de mapeamento de pedestres são uma forma útil de documentar exatamente como as pessoas usam uma rua, interseção ou praça. Essas pesquisas são usadas para redesenhar interseções complexas, para mostrar como o espaço é utilizado ao longo do dia, de forma a priorizar os locais onde melhorias nas benfeitorias para pedestres são necessárias. Como o papel do projetista de benfeitorias para pedestres é facilitar as viagens a pé, normalmente se aconselha observar atentamente o comportamento dos pedestres existentes e, depois, determinar que intervenções infra-estruturais podem ser projetadas para assegurar que essas viagens sejam feitas seguramente. Em vez de tentar projetar instalações que tentem a forçar os pedestres de formas que sejam inconvenientes para eles.

13.2.4.1 Pesquisas de movimentos de pedestres

Pesquisas de movimentos de pedestres são geralmente conduzidas em interseções complexas e instalações de transporte público, especialmente se essas instalações ou interseções foram

identificadas como lugares de inúmeros acidentes, de forma a mostrar onde melhorias para pedestres são necessárias.

Quando TransJakarta foi construído, o corredor da Fase I terminava na estação de ônibus “Blok M”. No momento que o sistema abriu, a expectativa era que pedestres acessando o Blok M do Norte e do Leste usariam a passarela e a passagem subterrânea oferecidas. Na realidade, apenas 210 passageiros estavam utilizando a passarela no pico da manhã, e nenhum dos passageiros do norte e do leste estavam usando a passagem subterrânea do sul. Os remanescentes milhares de passageiros estavam todos entrando ou saindo do terminal Blok M pela rua, apesar de todos os esforços dos projetistas das estações para tornar esse acesso impossível, como mostrados nas Figuras 13.13 e 13.14.

Um conceito de projeto inicial para a interseção do Blok M foi proposto (Figura 13.15). Entretanto, o projeto de uma interseção dessa complexidade de forma a otimizar a conveniência e segurança de pedestres sem compromissar o fluxo do tráfego misto e as velocidades de operação do BRT é um assunto de grande complexidade. Em países desenvolvidos, onde os fluxos de tráfego são muito menos complexos, não seria incomum gastar mais de 10 milhões de dólares para redesenhar uma interseção dessa complexidade, utilizando-se ferramentas de modelagem de micro-simulação bastante especializadas.

Uma técnica básica para rastrear os movimentos de pedestres é posicionar pesquisadores nos acessos da área de estudo. Em uma interseção típica de quatro braços, existem oito calçadas

Figuras 13.13 e 13.14
Apesar dos esforços para forçar pedestres a usar caminhos alternativos no terminal Blok M de Jakarta, a maioria dos usuários ainda prefere entrar diretamente pelo acesso da rua.

Foto esquerda por Lloyd Wright
Foto direita por Michael King



Figura 13.15

Um projeto foi desenvolvido com múltiplas ilhas de pedestres de forma a melhorar as condições.

Imagem por cortesia de Michael King

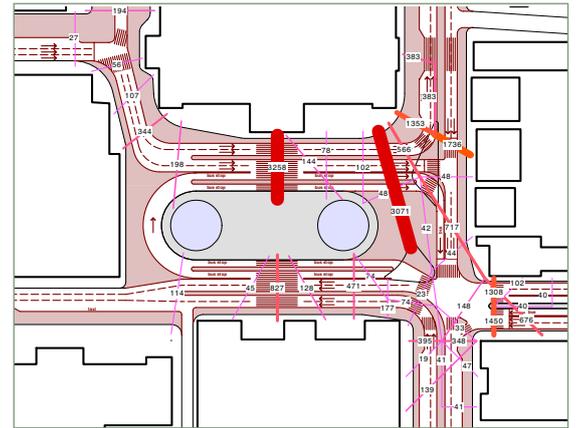
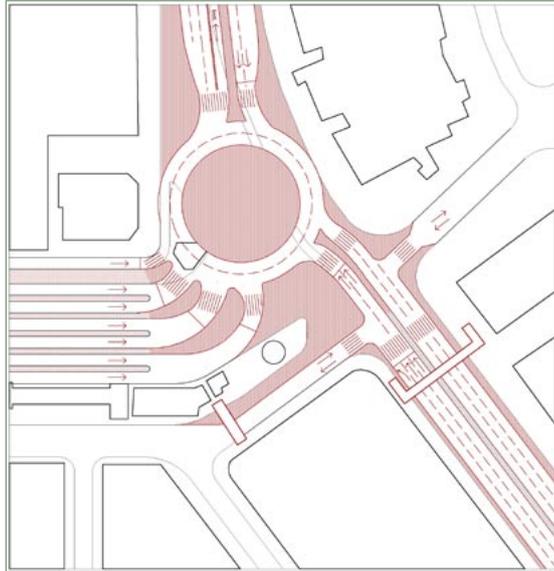


Figura 13.17

Itinerários a pé na mesma estação à tarde.

Figura por cortesia do ITDP

que levam a interseção e são, portanto, as oito entradas da interseção. Conforme as pessoas passam, os pesquisadores registram em uma planta dá área exatamente por onde elas caminharam, onde elas cruzaram a via e onde elas viraram, etc. Os pesquisadores não seguem realmente as pessoas. A pesquisa pode levar de 30 minutos a duas horas, dependendo de quanto tempo se leva para estabelecer os padrões dos itinerários. Entretanto a pesquisa deve ser conduzida durante diferentes horários, uma vez que os padrões de uso provavelmente variam conforme o horário do dia (Figuras 13.16 e 13.17). Por

Figura 13.16

Itinerários a pé em uma estação de transporte público de Jacarta pela manhã.

Figura por cortesia do ITDP

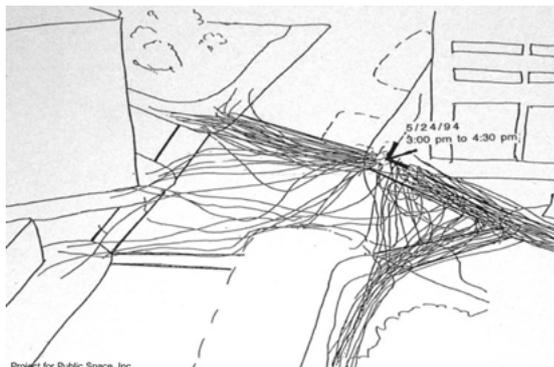
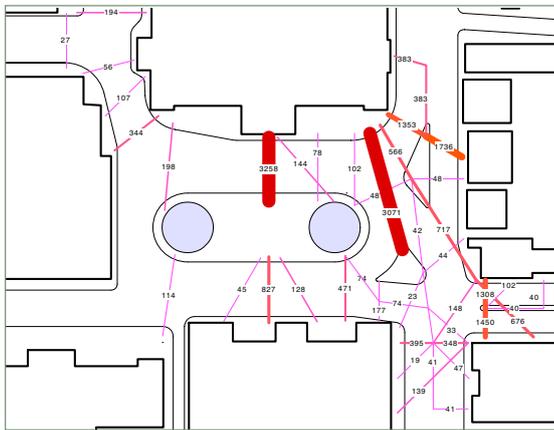


Figura 13.18

Pesquisa de itinerários como ferramenta de redesenho da interseção em Mulry Square, na Cidade de Nova Iorque.

Foto por cortesia de Project for Public Spaces



exemplo, os fluxos da manhã e os fluxos da tarde são prováveis de ser contrários. O projeto ótimo acomoda os fluxos de pico nas duas direções. A avaliação dos volumes dos horários de pico deve ser estratégica para a maximização da conveniência dos pedestres em pontos de transferências. Seja em que direções sejam os fluxos, leste-oeste, norte-sul ou qualquer combinação, a maioria dos locais terá fluxos dominantes.

A Figura 13.18 de Mulry Square em Nova Iorque mostra como uma pesquisa de itinerários pode ser utilizada para redesenhar a área. A esquerda inferior da Figura 13.18 mostra a condição anterior, e a esquerda superior mostra a pesquisa de itinerários. O lado direito superior mostra extensões temporárias das calçadas (pintadas), e a solução definitiva é mostrada à direita, em baixo.

Em ambientes complexos, várias pesquisas de itinerário individuais podem ser desenhadas juntas para formar uma visão composta da área. Essa visão composta é particularmente útil na compreensão de como múltiplas praças, interseções e passagens interagem para atender o usuário. A Figura 13.19 oferece um estudo de composição de itinerários de 19 pontos no Tubman Triangle na Cidade de Nova Iorque.

Ainda que seja possível prever padrões de caminhadas, os seres humanos são extremamente adaptáveis. Depois que a estação de transporte público estiver aberta, é bom re-analisar a área e ver se o projeto funciona.

13.2.4.2 Fotos aéreas e vídeos

Pesquisas de itinerários são altamente específicas e exigem certa quantidade de pessoal para serem executadas. Outra forma de obter informações similares, ainda que não tão exatas, é com fotografias aéreas. Geralmente é fácil visualizar em fotos aéreas por onde a maioria dos pedestres quer ir com base nas trilhas deixadas nos canteiros. Imagens aéreas podem mostrar pedestres de verdade em um mercado ou ao longo de uma calçada, ou as trilhas em pisos não pavimentados. As Figuras 13.20, 13.21 e 13.22 apresentam exemplos de fotos aéreas utilizadas para assistir o mapeamento de movimentos de pedestres.

Os avanços da tecnologia de vídeo trazem grandes promessas para melhoria da precisão de pesquisas de movimentos de pedestres. Em vez

de confiar em uma equipe de pesquisadores para capturar os movimentos de pedestres enquanto eles acontecem, o vídeo de uma área pode capturar a cena para um estudo mais detalhado. Movimentos podem ser repassados em câmera lenta ou pausados para capturar nuances imperceptíveis em um único momento.

13.2.5 Segurança de trânsito

“O carro é um luxo que está apto a se degenerar em um incômodo.” (1907)

—Herbert Asquith, ex-primeiro ministro do Reino Unido, 1852–1928

A exigência mais importante da melhoria de acessos para pedestres ao sistema de BRT é o projeto de benfeitorias para a segurança dos pedestres. Ainda que a maioria das medidas de segurança recomendada para um corredor de BRT pudesse

Figura 13.19
Composição de pesquisas de itinerário conduzidas no Tubman Triangle, Cidade de Nova Iorque.

Desenho por cortesia de Michael King

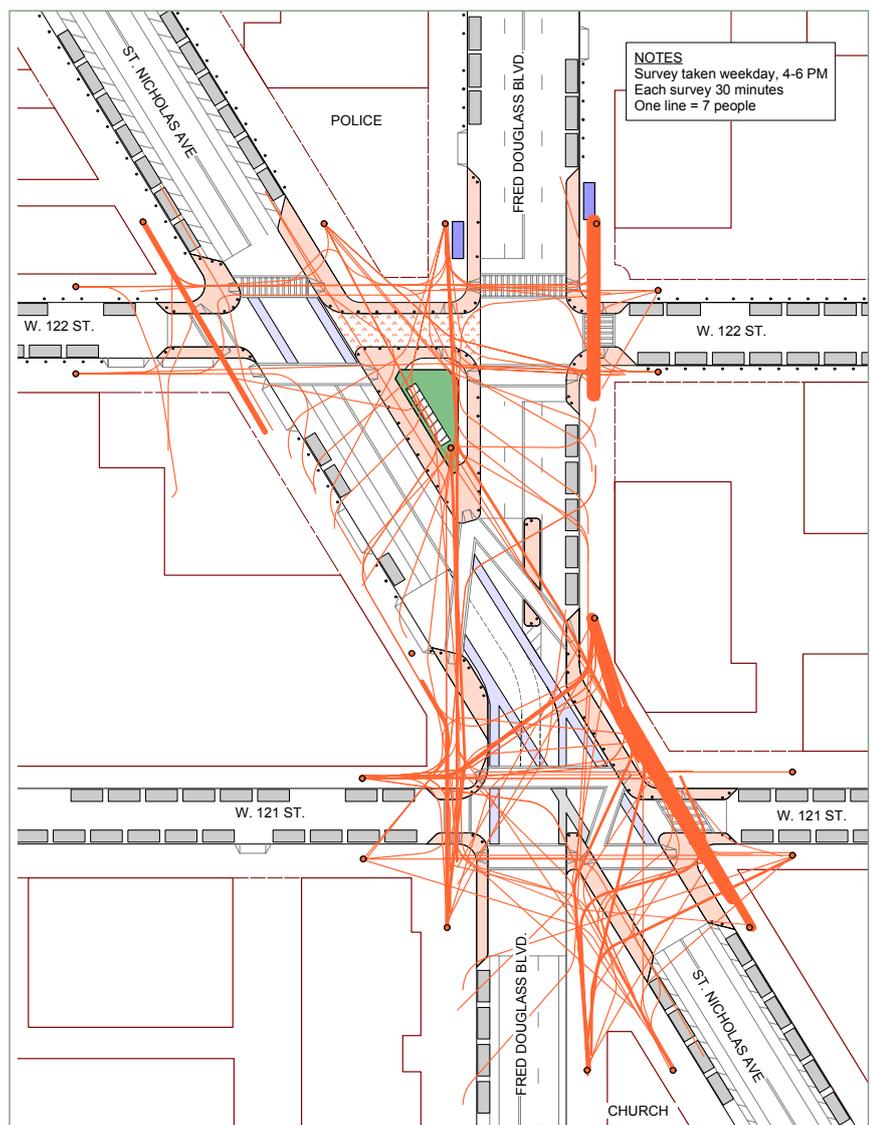


Figura 13.20
Imagem aérea mostrando onde as pessoas cruzam a rua em uma vizinhança da Cidade do Cabo (África do Sul).
Foto por cortesia do ITDP



ser implementada, com ou sem a presença de um sistema de BRT, a introdução de um sistema de BRT é muitas vezes uma oportunidade estratégica para implementar essas medidas extremamente necessárias. Mesmo que as ferramentas e medidas sugeridas a seguir sejam genéricas para o projeto de melhorias de segurança para pedestres, elas são necessárias para a execução específica de acessos seguros às estações, o que é crítico para o sucesso de um sistema de BRT.

Figura 13.21
Imagem aérea registrando como as pessoas acessam uma parada de ônibus em Brasília (Brasil).
Foto por Michael King



A maioria das medidas de projeto de vida utilizadas para aumentar a segurança de pedestres segue regras bem padronizadas que não exigem análises profundas. No entanto, a análise das condições existentes de segurança pode ajudar muito a priorizar as intervenções, e algumas

Figura 13.22
Imagem aérea mostrando onde as pessoas cruzam a rua em Kuala Lumpur (Malásia).
Foto por Michael King



vezes podem dissipar muitos desentendimentos sobre a segurança viária, muitas das quais são contra intuitivas.

13.2.5.1 Mapeamento de acidentes

A determinação dos locais onde pedestres e outros usuários vulneráveis da via são atingidos por veículos é um passo fundamental na análise de segurança, em geral e especificamente para o planejamento de uma estação. Planejadores devem primeiro coletar dados de acidentes de tráfego para eventos incluindo usuários não motorizados das vias dos registros policiais, e mapear os locais tão precisamente quanto possível. Uma divisão entre acidentes em interseções e fora de interseções é necessária. Mesmo que os números relatados sejam prováveis de ser significativamente baixos em relação a realidade (Quadro 13.1), esse simples exercício de mapeamento torna possível a identificação de lugares particularmente perigosos.

Uma vez que um local particularmente perigoso ou uma área de futura estação tenha sido identificado, uma análise mais detalhada do local deve ser conduzida. Pesquisadores da

Universidade de Lund, na Suécia desenvolveram uma técnica de “análise de conflitos” onde um local é observado e os conflitos entre os diversos usuários da via são registrados. Esses “conflitos” podem ser quase batidas, manobras evasivas ou simplesmente uma redução de velocidade. A idéia é que esse tipo de informação desenha uma figura mais completa da segurança no local em questão do que as estatísticas de acidentes de trânsito. A técnica é especialmente útil em contextos em que a maioria dos incidentes de tráfego acontece sem ser registrada.

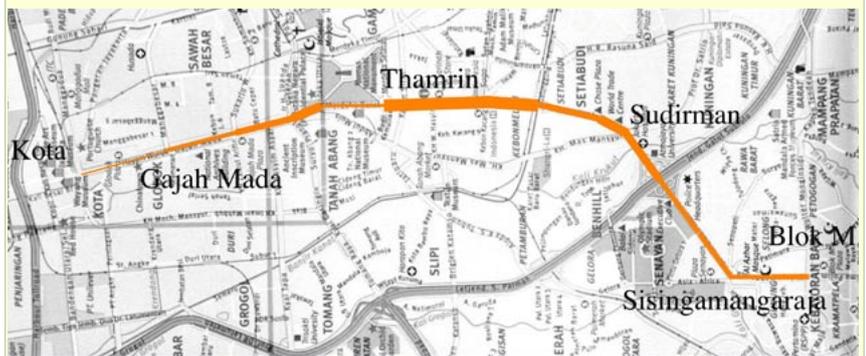
Figuras 13.23 e 13.24
Volumes de pedestres, ferimentos e mortes ao longo de um corredor de BRT em Jakarta.

Imagens por cortesia do ITDP

Quadro 13.1: Os limites das estatísticas de acidentes

Incidentes entre veículos e incidentes envolvendo fatalidades são tipicamente registrados com razoável precisão e não precisam ser ajustados. Entretanto, pesquisas relatam que apenas entre 35% e 85% dos incidentes entre veículos e bicicletas e veículos e pedestres, envolvendo ferimentos, são incluídos nas estatísticas típicas de acidentes. Um estudo das crianças da Califórnia estimou que os registros policiais cobrem apenas 80% das admissões em hospitais (Agran *et al.*, 1990). Um estudo britânico descobriu que apenas 67% dos ferimentos leves a pedestres eram registrados, contra 85% dos graves (James, 1991). Na Alemanha, os números são: 50% dos graves, e 35% dos menores. Com base nessa pesquisa, é apropriado ajustar as estatísticas de ferimentos de incidentes entre veículos e bicicletas e incidentes entre veículos e pedestres para cima, ao menos em 50% (Hautzinger, 1993).

Kota - Blok M
Volumes de pedestres



com base nos embarques em paradas de ônibus

Kota - Blok M
Pedestres atropelados por veículos



● Mortos ● Hospitalizados

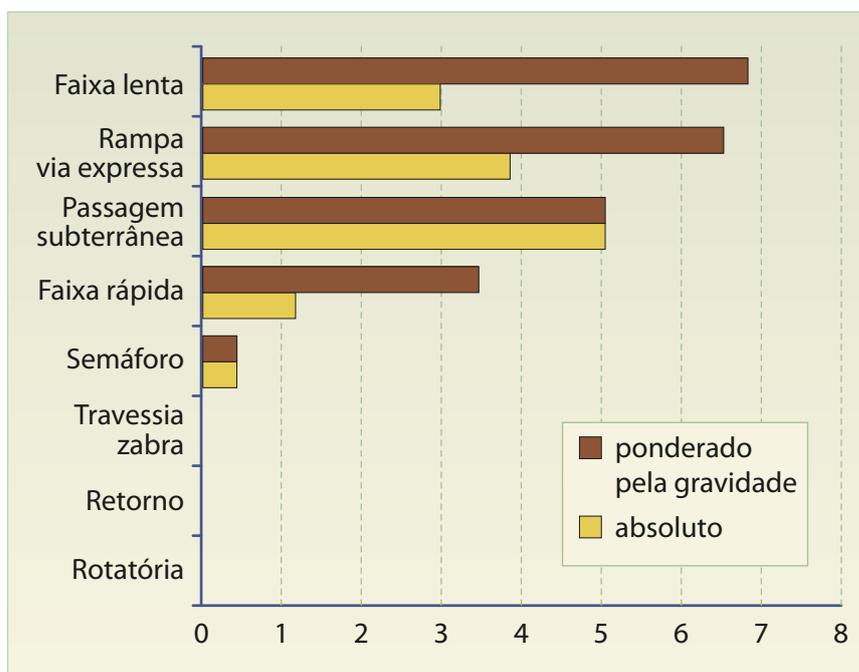
Data from Jakarta Police

A Figura 13.23 mostra volumes de pedestres ao longo do primeiro corredor de BRT em Jacarta, e a Figura 13.24 compara esses volumes com os locais onde houve registro de ferimentos.

Análises cuidadosas desses locais mostraram que o maior número de acidentes de pedestres e fatalidades, é de longe, registrado na faixa lenta da seção de maior velocidade do corredor de BRT e determinaram que a principal causa era a competição por passageiros entre passageiros e outros veículos comerciais na faixa perto da calçada (Figura 13.A). Rampas de acesso e egresso de alta velocidade para as vias expressas eram o próximo local mais perigoso. Em seguida, os locais perigosos eram as passagens mal iluminadas sob viadutos, onde muitas pessoas atravessavam para pegar ônibus e mototáxis no sentido oposto. Muitos acidentes ocorriam também na faixa rápida, causados por pedestres cruzando ilegalmente a via em razão da inconveniência de caminhar até a passarela mais próxima. De forma consistente com pesquisas na Índia, mas inconsistente com as pesquisas de nações desenvolvidas, poucos acidentes aconteciam nas interseções ou rotatórias.

Essa comparação mostrou que os maiores volumes de pedestres não são necessariamente acompanhados pelos maiores volumes de mortes e ferimentos graves. De fato, a velocidade de veículos era o indicador mais representativo da gravidade de ferimentos.

Figura 13.A
Locais de acidentes graves com pedestres em Jacarta.



Volumes de pedestres geralmente indicam maiores números absolutos de acidentes, mas geralmente com resultados menos graves. Essa argumentação de “segurança em volumes” está ganhando crédito dentro da comunidade de segurança para pedestres.

Com base nesses resultados, se a segurança para pedestres deve ser melhorada ao longo de um corredor de BRT, o primeiro passo é encerrar a competição por passageiros entre os operadores de ônibus. Essa mudança pode ser conseguida através da estrutura operacional e de negócios do sistema. Especificamente, o faturamento dos operadores deve ser baseado em quilômetros viajados por veículo, em vez do número de passageiros. Em segundo lugar, a provisão de travessias de pedestres de alta qualidade em uma ampla variedade de pontos ao longo do corredor fará muito para evitar pedestres se arriscando em travessias não demarcadas. Em Jacarta, a construção de passarelas de maior qualidade, com rampas graduais, para o acesso de estações de BRT de meio de quadra ajudaram de forma relevante esse aspecto (Figura 13.25).

13.2.5.2 Fatores importantes para a ocorrência de acidentes

A Tabela 13.2 lista fatores de ponderação que podem ser usados para determinar a relativa segurança de uma área ou local. Essa lista inclui os custos diretos (dano à propriedade, serviços médicos de emergência, tratamentos médicos, perda de produtividade, desembolso de seguros) e custos indiretos (custos de seguros, características de segurança em automóveis). Esses multiplicadores podem ser aplicados a dados existentes de acidentes para mostrar o custo anual estimado da configuração existente na via. A lista também pode ser usada para estimar eco-

Tabela 13.2: Fatores para a determinação a segurança relativa de um local

| Fator | Gravidade |
|-------|---------------------------|
| 1.300 | Fatalidade |
| 90 | Ferimento incapacitante |
| 18 | Ferimento evidente |
| 10 | Possível ferimento |
| 1 | Apenas dano à propriedade |

Fonte: Homberger *et al.*, (1996)

nomias potenciais de uma proposta em relação ao custo da construção.

Condições perigosas podem ser minimizadas pelo tratamento das causas geradoras do perigo, que podem ser agrupadas em três categorias básicas:

1. **Velocidade e volume de veículos**

A velocidade do veículo é um determinante importante na gravidade de acidentes, mas não de sua frequência. Volumes de veículos tendem a se correlacionar com a frequência de acidentes, mas não com sua gravidade. Tanto o volume de veículos quanto a velocidade de veículos são controláveis, e no final das contas, determinados pelas decisões dos projetistas de via e planejadores de políticas que deveriam ser considerados responsáveis por essas decisões, à medida que a vida de pessoas está em jogo. Enquanto mecanismos para reduzir volumes de veículos serão discutidos no Capítulo 14 (Integração com gerenciamento de demanda e uso do solo), muitas opções de projeto para reduzir as velocidades de veículos, a maioria das quais não compromete a capacidade, são discutidas em seguida.

2. **Risco de “exposição” de pedestres**

O tempo que os veículos estão expostos ao tráfego varia com base na distância entre as instalações seguras para pedestres, na maneira como os semáforos são programados e no tipo de benfeitoria de segregação. Há componentes espaciais tanto quanto temporais. A redução do risco de exposição é o aumento da segurança.

3. **Previsibilidade de motoristas e pedestres**

Motoristas estão constantemente fazendo decisões, e se outros usuários das vias – pedestres, ciclistas e outros motoristas – podem prever melhor essas decisões, então a rua será mais segura. Reduzir o número de opções para motoristas em junções estratégicas é a maneira mais simples de aumentar a previsibilidade de motoristas e pedestres.

13.2.5.3 Redução das velocidades de veículos

Velocidade e risco

A relação entre velocidades de veículos e o risco de morte ou ferimento é documentado em uma série de cenários (Figura 13.26). Em velocidades abaixo de 32 km/h não há quase nenhuma



Figura 13.25
A inserção de travessias de pedestre de melhor qualidade em Jacarta contribuiu muito para reduzir os acidentes com pedestres.

Foto por cortesia de ITDP

morte de pedestres; a 80 km/h quase todos os incidentes entre veículos e pedestres resultam em morte. Há boas razões para que o limite de velocidade em países com bons registros de segurança de tráfego sejam definidos como 30 km/h ou menos.

Similarmente, pesquisas da Austrália sugerem que uma queda de apenas 5 km/h resultará em:

- 10% menos fatalidades de pedestres; e
- 20% menos ferimentos de pedestres (Anderson, 1997).

Há muitas técnicas para reduzir velocidades de tráfego, desde a diminuição e fiscalização dos limites até alteração do projeto da via. Fiscalização de velocidade por câmeras e mudanças na

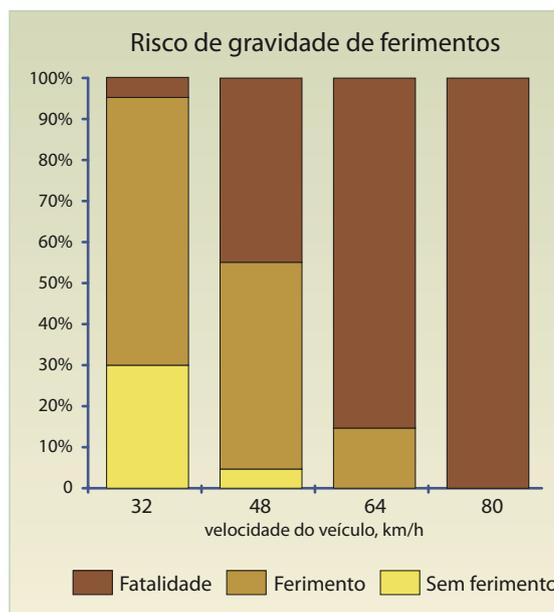


Figura 13.26
Relacionamento entre velocidade de veículos e segurança de pedestres (UK DOT, 1993)

Figura 13.27
Cruzamento em Salem, Oregon, EUA, antes da instalação de extensões da guia.

Foto por cortesia de Michael Ronkin.



Figura 13.28
A mesma interseção após a extensão das calçadas.

Foto por cortesia de Michael Ronkin.



política de incentivos para acabar com motoristas velozes pode ser eficiente. O foco aqui, no entanto, será nos temas relacionados ao projeto da via, uma vez que eles são autofiscalizáveis e fáceis de implementar como parte de um projeto de BRT.

Existem duas abordagens básicas para diminuir a velocidade do tráfego com o desenho da via: “moderação de tráfego” (“traffic calming”) e o que é chamado de “espaço compartilhado”

Figura 13.29
Interseção elevada em Quito.

Foto por Lloyd Wright



ou “pós-moderação de tráfego”. Ainda que, em alguns casos, a diminuição da velocidade de veículos com esses métodos também serve para comprometer a capacidade do tráfego misto, pesquisas holandesas recentes mostram que isso pode muitas vezes aumentar a capacidade de tráfego através de um processo conhecido como “suavização de tráfego” (“traffic smoothening”), que acaba com “ações de sanfona” que podem levar a gargalos de tráfego.

Moderação de tráfego

A família mais comum de intervenções para diminuir as velocidades de veículos motorizados para a segurança de pedestres é chamada de “moderação de tráfego”. Em qualquer lugar crítico para o acesso de pedestres ao sistema de BRT, ou em qualquer local onde numerosos acidentes foram registrados, medidas de moderação de tráfego devem ser consideradas. O Quadro 13.2 resume muitas das formas mais comuns de moderação de tráfego.

Outras diversas medidas que reduzem tanto as velocidades de veículos quanto aumentam o espaço de refúgio para pedestres são discutidas na seção seguinte. As Figuras de 13.27 a 13.30 ilustram algumas dessas técnicas de moderação de tráfego.

Espaço compartilhado

Onde um sistema de BRT através de um centro de cidade ou em vias de menor acesso, pode

Figura 13.30

Uma grade no meio da rua evita que motoristas abram a curva, em Shenzhen (China).

Foto por Michael King



Quadro 13.2: Medidas de moderação de tráfego

Lombadas – área levantada arredondada ao longo da faixa de veículos com dimensões típicas de 3-4 metros de comprimento e 50-100 mm de altura.

Mesas – lombadas de topo achatado, longas o bastante para que toda a base de um carro padrão fique em cima da superfície, geralmente são construídas com blocos ou material texturizado.

Calçadas elevadas – são mesas da altura das calçadas, pintadas com marcas de travessia e sinalizadas para canalizar travessias de pedestres, oferecendo aos pedestres uma travessia nivelada. Adicionalmente, ao se levantar o nível da travessia, os pedestres ficam mais visíveis aos motoristas.

Interseções elevadas – são áreas elevadas que cobrem toda a área de uma interseção, com rampas em todas as aproximações e também, de forma típica, construídas com blocos ou material texturizado.

Interseções realinhadas – mudanças no alinhamento das interseções que convertem uma interseção em forma de T, com aproximações diretas em vias curvas.

Pavimentos texturizados e/ou coloridos – materiais de pavimentação são utilizados para cruzar uma superfície colorida ou desigual para veículos que cruzam uma interseção, travessia de pedestres ou mesmo um quarteirão inteiro.

Mini-rotatória – ilhas elevadas no centro das interseções, em torno da qual o tráfego circula.

Chicanes – extensões das guias das calçadas que se alternam entre um lado e o outro da rua, formando curvas em forma de S.

Gargalos – extensões das guias das calçadas perto das interseções ou no meio da quadra que reduzem a distância necessária para pedestres cruzarem à rua.

Ilhas de pedestres – uma ilha elevada localizada na área central da via, também chamadas refúgios de pedestres.

Células de tráfego – O fechamento de ruas que permite ligações diretas para pedestres ou ciclistas, mas forcem uma viagem mais longa de carro.

Fonte: adaptado do Institute of Transportation Engineers, 2005



Figura 13.31
Conceito de espaço compartilhado, como aplicado em Guangzhou.

Foto por Karl Fjellstrom

existir oportunidades para implementar um dos conceitos mais inovadores dos últimos anos: a ideia de “espaço compartilhado” também conhecida por diversos outros nomes, incluindo “pós moderação de tráfego”, “moderação de tráfego de segunda geração”, “moderação de tráfego psicológica”, “projeto sensível ao contexto” e até “ruas nuas”. Em alguns aspectos, o “espaço compartilhado” representa a antítese da moderação de tráfego, e, ainda assim, ambos compartilham o objetivo final de garantir menores velocidades de veículos e eliminar acidentes. Com o espaço compartilhado, toda a diferenciação física entre espaço de carros e espaço de pedestres é removida (Figura 13.31).

No espaço compartilhado, o espaço viário é desenhado para não parecer com uma via, mas com uma praça pública onde não se espera encontrar veículos motores, enviando um sinal visual para motoristas de que eles estão em um espaço para baixas velocidades. Muitas vezes, simplesmente redesenhar a via para que se pareça com uma área de pedestres, sem restrições para o acesso de motoristas, fundamentalmente altera o comportamento dos motoristas nesse ambiente. Em tal ambiente, nem os pedestres nem os motoristas recebem sinalização explícita para ordenar a prioridade. As pessoas devem se apoiar em contato visual e outras formas de comunicação sutis para circular na via.



Figura 13.32
Na Alameda Jiménez em Bogotá só permite o acesso do BRT e de veículos não motorizados.

Foto por Diego Velazquez



Figura 13.33
Transportes públicos, pedestres e ciclistas compartilham o espaço amigavelmente em Biel (Suíça).

Foto por Lloyd Wright

Figura 13.34
Como esta imagem de Copenhague ilustra, o espaço compartilhado pode contribuir para um corredor seguro para acessar o transporte público.

Foto por cortesia de Cara Seiderman

Enquanto a moderação de tráfego pode colocar semáforos em todas as interseções e remover as ondas de verde para forçar veículos a pararem em todas as interseções, o espaço compartilhado remove todos os sinais de trânsito. Quando o motorista não tem uma clara prioridade na interseção, em muitos casos ele, instintivamente, reduz a velocidade. O resultado final é que motoristas naturalmente reduzem as velocidades de forma a se engajar em um processo de comunicação sutil com os pedestres e outros motoristas. Em outras palavras, não há demarcações

de faixas, travessias, semáforos ou guias. Para muitos, a idéia de espaço compartilhado parece contra-intuitiva: “Construa vias que pareçam perigosas, e elas serão mais seguras” (McNichol, 2004). A idéia é que a falta de marcações e sinalização aumente a incerteza para motoristas, que terão, então, que ser mais cuidadosos dentro de um ambiente viário indefinido. Intrigados e incertos, os motoristas se tornam mais conscientes dos seus arredores (Engwicht, 1999).

Ao eliminar designações específicas para usuários motorizados das vias a quantidade total de espaço público utilizável para transportes não motorizados aumenta. Veículos ainda utilizarão a rua, embora com menores taxas. Além disso, uma vez que a velocidade do motorista é autofiscalizável, o espaço compartilhado pode ser visto como a forma final de projeto sensível ao contexto. A velocidade do motorista é determinada pela presença de pedestres, ciclistas e mobiliário urbano na “via”, e não por um limite de velocidade arbitrário.

As origens do espaço compartilhado são atribuídas a Hans Monderman, dos países baixos, que levou os seus projetos a interseções viárias de cidades holandesas como Drachtchen e Oosterwolde. Em um breve período, esses conceitos abriram caminho para uma variedade de outros locais incluindo Christianfield na Dinamarca, Wiltshire e Suffolk no Reino Unido e West



Palm Beach e Cambridge nos EUA. Em cada caso, melhorias na segurança foram registradas.

O espaço compartilhado ao longo do corredor de BRT é relacionado com o conceito de vias de transporte público apresentado no Capítulo 5 (Seleção de corredores). O veículo de BRT negocia um espaço indefinido com pedestres e outros usuários não-motorizados. O compartilhamento de espaço provavelmente afeta as velocidades dos veículos de transporte público. Entretanto, esse conceito é utilizado com sucesso ao longo de corredores com a “Alameda Jimenez” em Bogotá (Figura 13.32). O espaço compartilhado também é encontrado ao longo das linhas centrais de Biel (Suíça) (Figura 13.33).

O espaço compartilhado também é relevante no contexto de caminhos seguros para acessar as estações. Corredores de pedestres conectando-se a estação podem se beneficiar da aplicação do espaço compartilhado que reduzirá a velocidade dos veículos motorizados particulares e, assim, encorajará mais pessoas a utilizar o sistema de transporte público (Figura 13.34).

13.2.5.4 Redução do risco de exposição

Ampliando a área de proteção de pedestres para reduzir o tempo de exposição ao tráfego

A minimização da quantidade de tempo que um pedestre é exposto ao tráfego reduz bastante o risco de acidentes. Há algumas maneiras fundamentais de reduzir o risco de exposição ao cruzar a rua.

O tempo que leva para um pedestre cruzar a rua é uma função da largura da rua e da distância entre os pontos de refúgio de pedestres. Quanto maior a distância entre as ilhas de refúgio, maior será o tempo que o pedestre se expõe a riscos de veículos se aproximando. Quanto mais faixas um pedestre precisar atravessar, maior será o tempo de exposição. Muitas medidas para aumentar a segurança de pedestres se focam na expansão do espaço da via que possa ser

Figura 13.36

Uma interseção redesenhada na Cidade do México para acesso seguro ao BRT. Os canteiros centrais foram estendidos para reduzir as velocidades de conversão e oferecer maior refúgio aos pedestres, e as faixas de pedestre foram colocadas na linha onde o movimento de pedestres é realmente observado.

Imagem por cortesia do ITDP



Figura 13.35

Autores testam com sucesso uma praça abandonada de pedágio em uma rodovia de alta velocidade em Guangzhou, como uma possível travessia de pedestres em uma rodovia bem larga.

Foto por cortesia do ITDP

utilizado como ilha de refúgio de forma a reduzir o tempo de exposição dos pedestres.

Em um exemplo extremo para ilustrar este ponto, se uma ilha de refúgio de um metro é construída entre cada faixa, e se nesse ponto as faixas forem estreitadas, digamos de 3,5 metros a 3 metros de largura, pedestres conseguem cruzar até mesmo vias expressas de altas velocidades em razoável segurança.

A maioria das interseções e ligações viárias tem um monte de espaço que não é, de fato, utilizado pelo fluxo de tráfego. Essa ausência de uso é geralmente visível pelo acúmulo de sujeira na via, ou pela ocupação do espaço por vendedores de rua, ou por veículos ilegalmente estacionados. A construção de ilhas de refúgio para

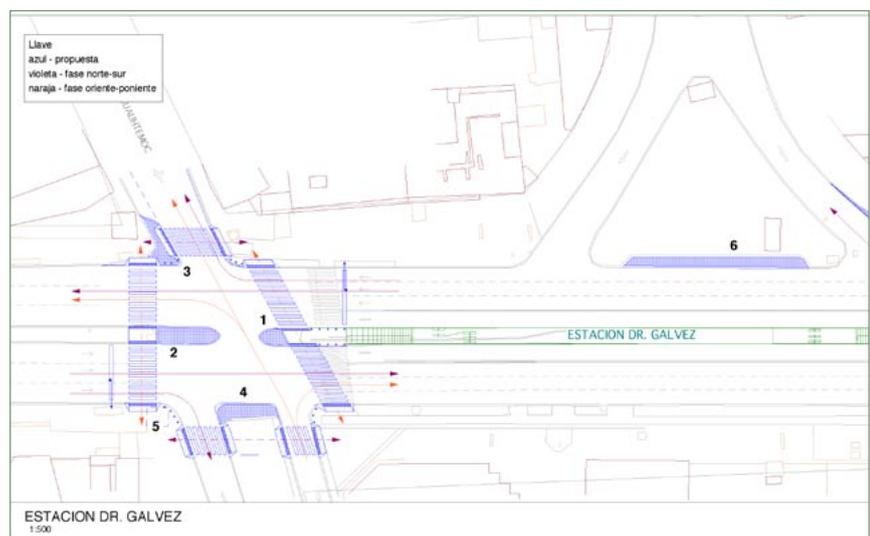
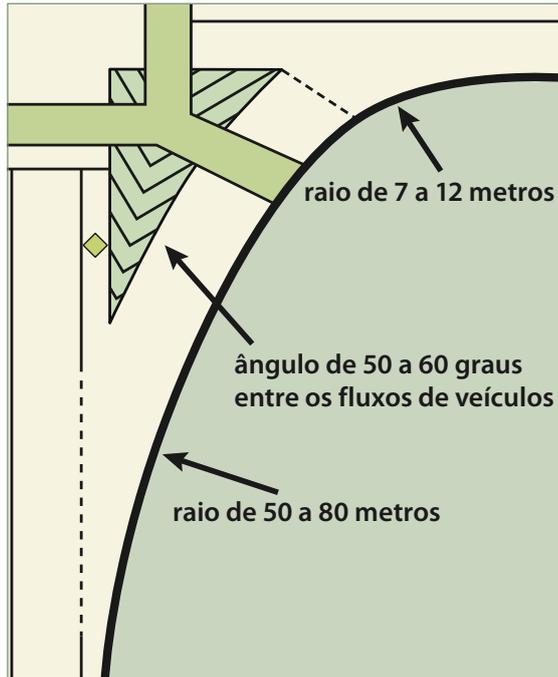


Figura 13.37

Uma ilha de pedestres em conjunto com um raio de giro mais estreito pode contribuir muito com a segurança de pedestres.

Imagem por cortesia do ITDP



Ainda que a proibição de conversões livres (sem esperar o semáforo) nas faixas da direita ou de conversão (esquerda no sistema inglês) seja ideal para pedestres, algumas vezes os volumes de tráfego não permitem que isso seja feito. Como uma alternativa, a construção de uma ilha de refúgio e o estreitamento do raio de giro pode diminuir a velocidade de veículos nas faixas de conversão e rampas de acesso, ao mesmo tempo em que reduzem as distâncias que pedestres precisam cruzar para chegar ao outro lado em segurança. Nesses casos, o desenho de uma faixa de conversão como uma “costela de porco” força a diminuição da velocidade de veículos no ponto em que eles se juntam ao tráfego concorrente, exatamente no ponto onde os pedestres precisam atravessar (Figura 13.37). Associada com uma travessia elevada, essa faixa de conversão pode melhorar de forma relevante a segurança de pedestres na interseção.

Figuras 13.38 e 13.39

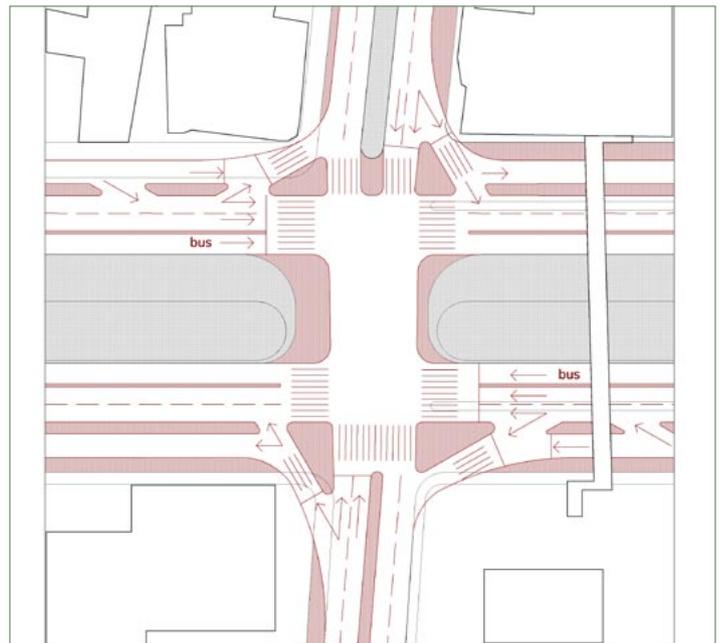
Uma interseção de má-qualidade antes do desenvolvimento do sistema de BRT TransJakarta (foto esquerda). Uma solução potencial para esta interseção inclui a colocação de ilhas de pedestre (imagem direita).

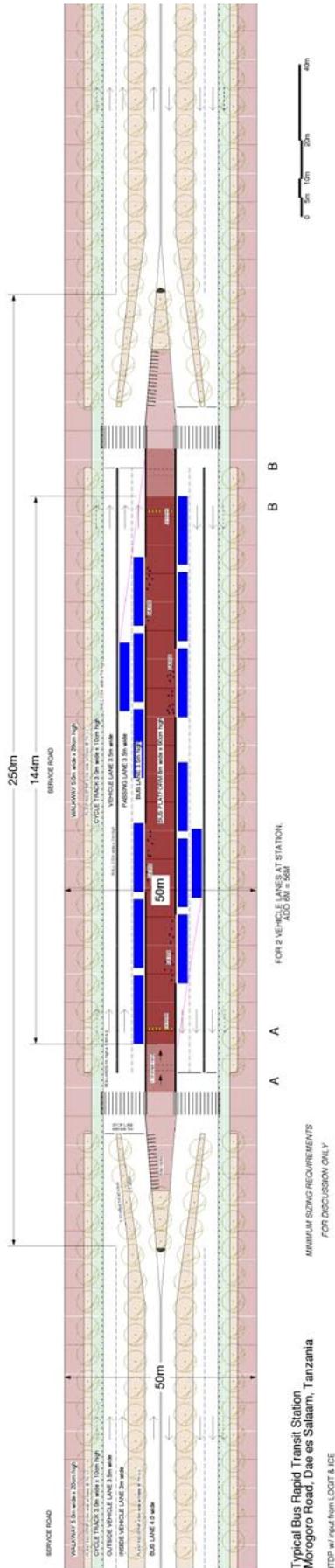
Foto e imagem por cortesia do ITDP

pedestres em todos os lugares onde há espaço disponível em uma interseção, espaço absolutamente dispensável ao tráfego de passagem, não apenas regula o comportamento dos veículos ao torná-los mais previsível, mas também aumenta de forma relevante a quantidade de espaço onde pedestres podem se refugiar.

A via pode ser estreitada, totalmente ou apenas em pontos específicos por meio da extensão das calçadas. Ilhas de refúgio de pedestres podem ser aumentadas ou estendidas, permitindo que pedestres esperem no meio da rua (Figura 13.36).

A Figura 13.38 mostra uma interseção do Corredor I do BRT TransJakarta antes da via de ônibus ser construída. As benfeitorias para travessia de pedestres existentes eram de péssima qualidade. Uma passarela a uns 50 metros da interseção estava disponível, mas era íngreme, estreita, mal mantida e praticamente não utilizada. Observações de campo mostraram que muito da via não era, de fato, utilizada pelo tráfego de passagem, mas, antes, para veículos de transporte alternativo parados ilegalmente e vendedores de rua. Consultores de projeto recomendaram





acesso em nível para a estação de TransJakarta com uma re-configuração importante da via que aumentou drasticamente o espaço dedicado às ilhas de refúgio de pedestres (Figura 13.39) sem impedir a capacidade de tráfego.

Em vias arteriais com grandes distâncias entre as interseções, é comum que pedestres cruzem em pontos aleatórios ao longo do corredor. O canteiro utilizado para separar as faixas de BRT do tráfego misto também podem ser utilizadas como uma ilha de refúgio de pedestres adicional. No novo sistema de BRT projetado para Dar es Salaam, todo o corredor usará o separador como um refúgio de pedestres (Figura 13.40). Como resultado, pedestres ao longo do corredor terão que cruzar no máximo duas faixas, em qualquer ponto.

Separação de pedestres e motoristas com restrições de conversão e programação de semáforos

A exposição de pedestres também pode ser reduzida com a separação do uso da via no tempo, através da restrição de conversões e a programação de semáforos. Conversões liberadas à direita e à esquerda melhoram os tempos de viagem para veículos, mas são muito perigosas para pedestres, além de induzir tempos adicionais para pedestres. Para otimizar a interseção, os volumes de conversão de veículos devem ser ponderados contra os volumes de pedestres e o nível de acidentes na interseção. Se os volumes de conversão são relativamente baixos e os volumes de pedestres e o número de acidentes são altos, conversões à direita e à esquerda devem ser restringidas. A simplificação da interseção de três ou quatro fases para duas fases também ajuda a simplificar os movimentos de conversão e a permitir que pedestres encarem menos conflitos durante uma fase verde do semáforo.

Uma nova técnica para reduzir a exposição de pedestres em interseções é o tempo inicial de pedestres (leading pedestrian intervals, LPI), o tempo inicial dos pedestres consiste em uma reprogramação do semáforo, de forma que uma fase só de pedestres comece alguns segundos

Figura 13.40

O sistema de BRT de Dar es Salaam incluirá um canteiro que dobrará as ilhas de refúgio de pedestres, facilitando travessias mais seguras.

Imagem por cortesia do Conselho Municipal de Dar es Salaam

Figuras 13.41 e 13.42
Fases de pedestre e de veículos de uma programação semafórica com tempo inicial de pedestres (LPI) na Cidade de Nova Iorque.

Fotos por Michael King



antes da fase dos veículos. Tipicamente, isso permite que um pedestre já esteja na metade do caminho até o outro lado da rua e estabeleça sua presença na faixa de pedestres antes que os veículos comecem a virar, aumentando assim as chances de que os motoristas darão preferência conforme exigido. A Figura 13.41 mostra a fase de pedestres de um LPI. A Figura 13.42 mostra a fase de pedestres e veículos, em um momento que os pedestres já liberaram a interseção (Nota do tradutor: nos EUA e em outros países, o costume é deixar o semáforo verde para os pedestres cruzando uma via, simultaneamente com o verde aos veículos que cruzam a mesma via.

Os veículos devem esperar os pedestres liberarem a passagem transversal para poderem fazer a conversão. No Brasil a regra é dar uma fase exclusiva aos pedestres, o que na prática implica em longos tempos de espera (um ciclo inteiro), e em pedestres atravessando junto com os veículos da via, ainda que sem prioridade legal sobre os veículos).

Uma análise de 10 anos de dados de acidentes da Cidade de Nova Iorque mostra que interseções com LPIs tem 26% menos ferimentos de pedestres e que esses ferimentos são 36% menos graves (King, 1998). Dados de São Francisco (EUA) mostram que entre 89% e 98% mais



Figura 13.43
Graças ao acesso direto e facilidade de uso, travessias em nível são quase sempre a preferência dos usuários.

Foto por Lloyd Wright

motoristas deram prioridade a pedestres depois que LPIs foram implementados (Fleck, 2000). Dados de St. Petersburg (EUA) mostram que 95% mais motoristas deram prioridade a pedestres depois que LPIs foram implementados (Van Houten, 2000). LPIs são relevantes para o BRT em situações onde os usuários estão acessando estações de transporte público no canteiro central em uma travessia em nível localizada em uma interseção.

Separação de pedestres e motoristas através de separação de níveis

Um dos aspectos mais controversos do planejamento de BRTs é sobre como levar pedestres a uma estação de BRT no meio da via em segurança e sem comprometer de forma relevante o fluxo do tráfego misto. Ainda que levar pedestres ao canteiro central possa ser um desafio, não é um desafio maior do que levar pedestres até o outro lado da rua em segurança. A decisão de acesso ao BRT mais importante é tipicamente sobre a utilização de travessias em nível (faixas de pedestres na rua) ou infra-estrutura de separação de superfícies (passarelas ou túneis). A travessia em nível de várias faixas sem ilhas de refúgio intermediárias é muitas vezes insegura e podem ser um incentivo contra o uso do BRT. Em contraste, com separação de nível, a exposição a risco para os pedestres é minimizada. Travessias com separação de nível também incorrem em alguns atrasos para o próprio sistema de BRT devido a entrada dos clientes. A separação de nível pode ser feita forçando os pedestres a usar passarelas ou passagens subterrâneas, ou pode ser feita forçando a via a passar sob ou sobre uma travessia de pedestres em nível.

Em geral, pedestres preferem travessias em nível em razão do acesso direto sem a inconveniência de subir rampas ou escadas (Figuras 13.43). Elevadores, escadas rolantes e rampas com pequenas inclinações amenizam parcialmente os problemas da separação de nível (o fator de desvio continua sendo maior). Pedestres, e especialmente mulheres, muitas vezes se sentem vulneráveis caminhando ao longo de passarelas e túneis. O estreito confinamento desses espaços e o uso pouco frequente representam maiores oportunidades para roubos e assaltos por criminosos. Passarelas e passagens subterrâneas que são amplamente utilizadas também



são frequentemente invadidas por vendedores informais, o que estreita ainda mais os espaços e diminui as velocidades de caminhada (Figura 13.44). Infra-estruturas mal mantidas com pichações e lixo espalhado desencorajarão clientes potenciais para a utilização do sistema de transporte público. Se a passagem exige

Figura 13.44
Uma passarela em Dacca (Bangladesh) é lotada de vendedores, e assim limita e desencoraja o uso pro passageiros.

Foto por Lloyd Wright



Figura 13.45
Uma escada íngreme e estreita em Beijing compõe um acesso ruim para o sistema de BRT.

Foto por Lloyd Wright

subir e descer escadas, então muitos indivíduos simplesmente serão incapazes de utilizar a infra-estrutura (Figura 13.45). Idosos, pais com carrinhos de criança e deficientes físicos, essencialmente, perderão o acesso ao sistema de transporte público.

Passarelas de pedestres na ausência de sistemas de BRT são muitas vezes subutilizadas porque cruzar pela rua é frequentemente muito mais rápido, e porque usuários se sentem vulneráveis a atividades criminosas. Estudos indicam que se o tempo adicional necessário para cruzar uma passarela é 50% mais longo, quase ninguém a utilizará. O uso de passagens subterrâneas (ou túneis) é ainda menor (Moore and Older, 1965). Ainda que infra-estrutura de separação de níveis seja muitas vezes construída sob a alegação de “segurança” de pedestres, na realidade engenheiros de vias podem simplesmente desejar dar prioridade a veículos motorizados sobre as pessoas (Figuras 13.46 e 13.47).

Entretanto, há condições em que as velocidades e os volumes dos veículos e os níveis de tráfego fazem com que a separação de nível seja uma opção razoável. Se um sistema fechado de BRT só pode ser acessado por uma passarela, no mínimo os usuários do BRT utilizarão a passarela. Essa utilização sozinha pode garantir certa quantidade de trânsito, o que reduz a sensação

de insegurança de atividade criminal. Se a estação no canteiro central é flanqueada por vias expressas de múltiplas faixas de altos volumes e situada longe de interseções, então será impossível cruzar o constante fluxo de veículos em alta velocidade. A criação uma travessia sinalizada no meio da quadra pode não ser respeitada pelos motoristas, criando condições inseguras. Nessas circunstâncias, uma passarela ou passagem subterrânea pode ser uma opção. Além disso, com padrões de projeto elevados e inclinações razoáveis, muitos dos problemas de separação de nível podem ser superados. As condições que podem implicar na necessidade de acesso com separação de nível para uma estação de BRT no canteiro central incluem:

- Três ou mais faixas de tráfego sem ilhas de refúgio de pedestres ao longo de uma via expressa ou arterial de altos volumes e altas velocidades (Figura 13.48);
- Conexão com uma estação de metrô subterrâneo (um túnel será mais eficiente nesta situação);
- Passagem subterrânea ou passarela levam diretamente a um destino de grande demanda

Figura 13.47

Com o tráfego parado em um semáforo no cruzamento, pedestres acham fácil cruzar sem o uso da passarela.

Foto por Walter Hook



Figura 13.46
Essa passarela na Cidade do México é praticamente ignorada, à medida que a maioria dos pedestres opta por cruzar diretamente.

Foto por Michael King



como um estádio, escola ou *shopping center* (Figura 13.49);

- A distância da interseção mais próxima é grande, então o fluxo de tráfego é quase constante;
- Uma cultura de comportamento de motoristas que não respeita semáforos;
- Se a rede de ruas conduz as pessoas para uma ponte ou túnel, então elas estarão mais inclinadas a usá-lo.

Ainda que em algumas dessas situações, existam frequentemente situações de projeto que poderiam fazer a travessia em nível razoavelmente seguras e viáveis, passarelas nessas condições são uma opção razoável e podem até ser preferidas por pedestres uma vez que podem reduzir o tempo global de travessia e melhorar o ambiente para caminhar.

Em contraste, o tipo de condições que favorece uma solução em nível 1 incluem:

- Se a rua tem duas ou menos faixas por sentido, então uma solução em nível é quase sempre preferível;
- Se os volumes de tráfego são leves e as velocidades são relativamente baixas (menores que 40 km/h);
- Se há um semáforo a menos de 200 metros do local da travessia, então intervalos serão criados no fluxo de tráfego, e pedestres

por conseguinte tendem a se esquivar da passarela;

- Se a rede viária se parece com um sistema reticular com múltiplos caminhos, então as pessoas devem preferir cruzar a via assim que a alcançarem.

Um sistema de BRT pode usar ambas as soluções: em nível ou com separação de nível, dependendo do projeto do local e das características da rua. Bogotá, de fato, usa múltiplos mecanismos para facilitar o acesso de pedestres (Figuras 13.50, 13.51 e 13.51).

Projeto eficiente de infra-estrutura com separação de níveis

Os projetos das passarelas de Bogotá demonstram como uma solução eficiente com separação de níveis pode ser alcançada. Para entrar na passarela, Bogotá oferece uma entrada em rampa com uma inclinação suficientemente gradual para facilitar a subida. Passageiros, de forma típica, também tem a opção de uma escada, se eles desejam acessar a passarela mais rapidamente. Utilizando um espaço de 2,5 metros de largura para os pedestres e um projeto aberto, as passarelas de Bogotá mitigam muitas das preocupações de segurança normalmente associadas às passarelas. O projeto também é bastante agradável esteticamente, o que melhora ainda mais a imagem geral do sistema. Quando se projeta acessos de pedestres com separação



Figura 13.48

Em condições em que a estação de BRT está no canteiro central de uma via expressa de muitas faixas, Bogotá utiliza uma passarela de pedestres.

Foto por Lloyd Wright



Figura 13.49

Esta passarela de pedestres liga diretamente o sistema de BRT de Nagoya com o estádio de esportes Nagoya Dome.

Foto por Lloyd Wright

Figuras 13.50, 13.51 e 13.52

Bogotá utiliza uma variedade de técnicas de acesso a pedestres, dependendo das circunstâncias locais. No sentido horário, a partir da esquerda superior:

1. Cruzamento em nível

Foto por Carlos Pardo

2. Passarela

Foto por cortesia da TransMilenio S.A.

3. Túnel subterrâneo

Foto por Carlos Pardo



de nível, as seguintes considerações de projeto devem ser levadas em conta:

- **Iluminação** – passarelas e túneis devem ser bem iluminados, de outra forma, o uso a noite cai drasticamente;
- **Visibilidade** – deve haver claras linhas de visão entre uma ponte ou túnel e a rua, sem linhas de visão claras, pedestres temem que criminosos estejam espreitando em lugares escondidos;
- **Largura** – passarelas e túneis devem ser largos o bastante para acomodar os volumes de pessoas no horário de pico;

- **Rampas, escadas rolantes ou elevadores** – a passarela ou túnel deve ser acessível para uma pessoa em uma cadeira de rodas, pais empurrando carrinhos de bebês, alguém com uma bicicleta ou pacotes, ou alguém que tenha dificuldades para subir uma escada; se elevadores forem utilizados, escadas também devem ser providenciadas para circunstâncias em que os elevadores não estiverem em funcionamento;
- **Proteção contra enchentes** – túneis devem contar com um plano de drenagem eficiente;
- **Vendedores, pichadores, mendigos, etc.** – se a ponte ou túnel for percebido como um lugar inseguro ou sujo, não será utilizado, apesar do *design*.

O projeto estético da infra-estrutura de pedestres afeta a imagem geral do sistema para atrair clientes. Se a infra-estrutura de acesso parece agradável e convidativa, então mais pessoas porão confiança no sistema. As Figuras 13.53 e 13.54 ilustram exemplos visualmente chamativos de projetos de passarelas.

Projeto eficiente de travessias em nível

Para cruzar uma rua em segurança, pedestres precisam de tempo diretamente proporcional a largura da rua. Quando uma estação de BRT está na interseção ou perto dela, pedestres podem cruzar com o resto do tráfego durante a fase de verde. As medidas sugeridas acima para o projeto de interseções seguras são genericamente aplicáveis: elevação de travessias sobre as faixas de conversão para diminuir as velocidades, provisão de espaço adicional para o refúgio de pedestres, diminuição dos raios de curvatura, extensão de canteiros, redução das distâncias entre as calçadas, etc.

Frequentemente, no entanto, há vantagens em posicionar a estação longe da interseção. Esse arranjo é geralmente feito para evitar a interferência entre veículos de transporte público formando filas no cruzamento da interseção e veículos de transporte público formando filas para apanhar e deixar passageiros na estação. O projeto de melhorias para pedestres para uma estação de BRT de meio de quadra tem algumas características particulares.

Quando a estação é de meia de quadra, alguns pontos adicionais precisam ser feitos. Não se espera encontrar travessias de pedestres no meio



Figura 13.53
Um ambiente como de um parque torna essa passarela de Guangzhou (China) mais convidativa.

Foto por Michael King

da quadra, então características que sinalizem ao motorista que eles estão se aproximando de uma travessia de pedestres são mais importantes. Um redutor de velocidade antes da travessia força os motoristas a reduzir a velocidade antes de chegarem a travessia, em vez de fazê-lo quando já estão quase a ponto de colidirem com os pedestres. Uma travessia elevada também ajuda a diminuir a velocidade do tráfego. Ilhas



Figura 13.54
O desenho modernista desta passarela em Seul cativa a vista.

Foto por Lloyd Wright

de refúgio adicionais entre as faixas reduzem ainda mais as velocidades do tráfego ao estreitar ainda mais as larguras das faixas enquanto ainda reduzem o tempo de exposição de pedestres. A utilização de superfícies de cores e texturas diferentes chama ainda mais a atenção dos motoristas. Iluminar a travessia é importante à noite.

Muitos tipos diferentes de opções de sinalização podem ser empregadas em travessias no meio de quadra. Em alguns países, onde pedestres só têm de cruzar duas faixas, e onde as velocidades e os volumes de veículos não são tão altos, nenhum semáforo é necessário. Com maiores volumes e maiores velocidades, e mais faixas,



Figura 13.55
Em Londres, uma travessia de pedestres com amarelo piscante significa que pedestres têm completa prioridade.

Foto por Lloyd Wright

um simples sinal em amarelo piscante é algumas vezes utilizado para indicar que pedestres têm prioridade o tempo todo (Figura 13.55). Nesse caso, se um pedestre aparece em uma calçada, perto de uma travessia, os motoristas têm obrigação de parar, mesmo se o pedestre não está interessado em cruzar a área. Essa abordagem tem o benefício de não impedir o tráfego, exceto quando um pedestre precisa de cruzar. Se os volumes de pedestres são muito altos, isso pode ter um impacto adverso no tráfego misto. A eficiência dessa abordagem também depende da cultura local e do nível de fiscalização.

O sinal também pode ser controlado por uma botoeira na calçada. Nesses casos o ciclo dos veículos será encurtado quando um pedestre aperta o botão. Em países em desenvolvimento, esses semáforos têm uma alta frequência de falhas e, muitas vezes, não são respeitados por motoristas.

À medida que as velocidades, os volumes e o número de faixas aumentam, a necessidade de um sinal comum, vermelho-amarelo-verde, no meio da quadra, tende a aumentar. O tempo de verde mínimo necessário para os pedestres cruzarem a via é quase proporcional à largura da via a ser transposta. A espera do tráfego é, grosseiramente, proporcional ao tempo de sinal vermelho dado ao tráfego misto. Para semáforos no meio da quadra, geralmente é possível sinalizar apenas a cruzamento das faixas de tráfego misto, permitindo que os veículos de transporte público sigam sem um semáforo. Pedestres podem, assim, cruzar a via de ônibus quando um intervalo aparece. Quando os volumes de

ônibus são altos, no entanto, os veículos de transporte público também devem ser controlados no semáforo.

O semáforo para o tráfego misto será um sinal de duas fases e deve ser programado para corresponder aos tempos de verde e vermelho da interseção mais próxima. Dessa forma, a maioria dos motoristas só deve parar uma vez, ou na travessia de pedestres, ou na interseção; e não duas vezes.

Algumas cidades dividiram a programação dos semáforos para pedestres em dois movimentos separados, um para cada metade da via. Em outras palavras, em vez de o tráfego misto nos dois sentidos enfrentar um tempo de vermelho de 40 segundos (verde para os pedestres) para permitir a travessia completa, dois semáforos separados, detendo o tráfego por 20 segundos, são utilizados. A divisão da travessia de pedestres em dois sinais independentes de 20 segundos, permite que o verde seja ajustado para a manutenção da onda verde nos dois sentidos, diminuindo o impacto no tráfego geral. A Figura 13.56 traz uma ilustração desta configuração.

Entretanto, ao dividir a travessia, o planejador está efetivamente dando prioridade aos veículos no tráfego misto, ao custo da conveniência para os pedestres. Forçar os pedestres a esperar duas fases de sinais pode levar a altos índices de desobediência e a acidentes entre pedestres, especialmente para pedestres que não estão entrando no sistema de BRT e simplesmente desejam cruzar a interseção completa. As grades que tentam forçar o comportamento de pedestres são frequentemente referidas como “cercado de gado” devido a prioridade implícita dos motoristas sobre os pedestres no projeto. Em muitas culturas e situações, os pedestres farão tentativas de correr pela via, em vez de serem forçados a esperar duas fases de semáforos.

Em sistemas de BRT com demanda muito alta (maior que 10.000 pax/hora-sentido), uma faixa de ultrapassagem é necessária em cada estação de forma a permitir múltiplas posições de parada. O sistema de BRT, portanto, ocupará uma maior faixa de passagem ao longo de toda a extensão da estação, que pode ser tão longa quanto 200 metros. Ao estender simplesmente essa faixa de passagem por alguns metros

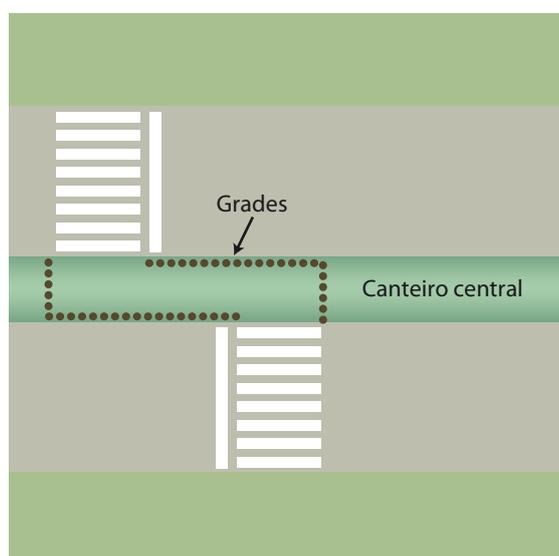


Figura 13.56
A separação da travessia de pedestres em duas fases pode melhorar a eficiência para o tráfego misto, mas pode atrasar e incomodar os pedestres.

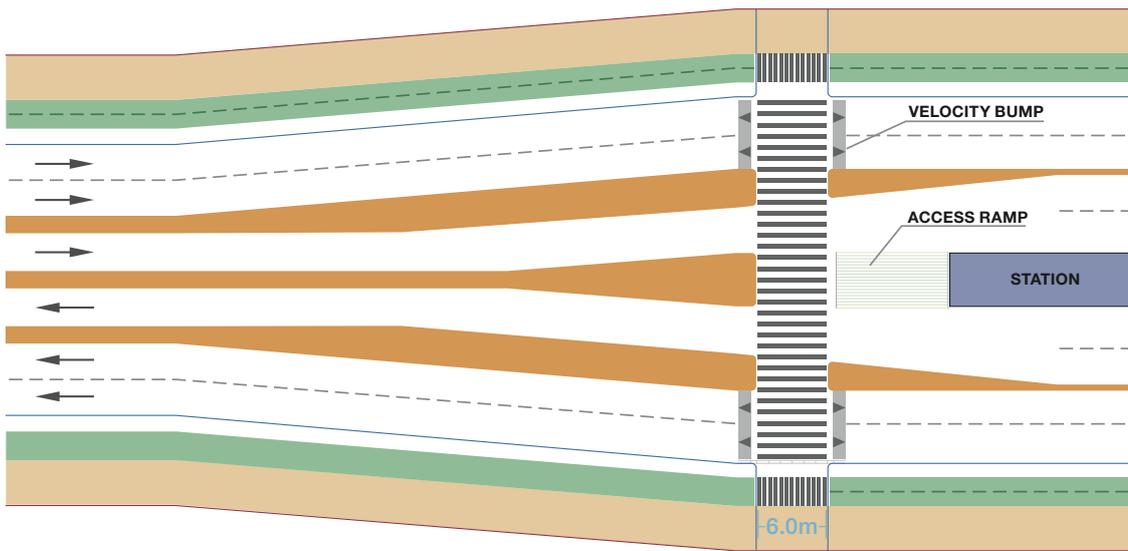


Figura 13.57
Quando faixas de ultrapassagem são necessárias nas estações, é recomendado incluir ilhas de pedestres entre as faixas de ônibus e de tráfego misto.

Imagem por cortesia do ITDP

(mostrado em laranja na Figura 13.57), uma ilha de refúgio para pedestres adicional pode ser criada entre as faixas de BRT e tráfego misto. Essa ilha permite que pedestres cruzem apenas duas faixas de cada vez, em vez de três. Essa ilha pode ser dimensionada convenientemente para a demanda projetada de passageiros.

Finalmente, travessias em nível devem ser posicionadas tão próximas da entrada da estação quanto possível. De outra forma, usuários poderão simplesmente cruzar em qualquer ponto sem controle, mais próximo de seu destino. A

Figura 13.58

Esta travessia de pedestres em Leon (México) está a 100 metros da estação de BRT e assim tende a encorajar algumas pessoas a cruzar mais perto da estação onde não há travessia.

Foto por Michael King



Figura 13.58 ilustra travessias mal posicionadas, em que a travessia está a 100 metros da estação. Os passageiros devem caminhar 100 metros pelo canteiro e, depois, voltar 100 metros pela calçada para acessar um ponto que estava realmente a 12 metros do seu ponto de partida. A Figura 13.59 indica o provável resultado de esperar que um pedestre faça uma volta substancial. Os programas “Corações Azuis” de Quito pinta um coração azul no pavimento, em cada local em que se matou um pedestre. No caso da Figura 13.59, dois pedestres diferentes foram atingidos enquanto faziam o caminho mais direto para a estação de BRT em Quito. Planejadores devem se empenhar para ter em mente o provável comportamento humano sempre que projetam uma travessia de pedestres.

Figura 13.59

Estes dois corações em Quito marcam os locais onde dois pedestres perderam suas vidas enquanto tentavam o caminho mais direto para a estação de BRT.

Foto por Lloyd Wright



13.2.5.5 Previsibilidade de motoristas e pedestres

Promovendo comportamentos previsíveis de motoristas e pedestres nas estações

Áreas de estações são focos de comportamento imprevisível de pedestres à medida que usuários tendem a correr para pegar um ônibus ou um trem se aproximando, sem prestar maior atenção aos semáforos (Figura 13.60). Motoristas podem não estar esperando este tipo de movimentos de pedestres, especialmente no meio de quadras. Motoristas também podem não estar esperando semáforos no meio da quadra. Em interseções, movimentos de conversão complexos e mal programados, algumas vezes, dão aos pedestres uma falsa segurança com um semáforo precisamente quando os veículos convergindo à esquerda estão com sua atenção concentrada nos veículos do sentido oposto. Faixas de ônibus no contrafluxo também podem confundir pedestres e motoristas. Assim, a imprevisibilidade de movimentos muitas vezes traz consigo consequências fatais.

Infrações de pedestres cruzando em semáforos vermelhos podem ser evitadas com a programação do semáforo para oferecer travessias mais frequentes, com ciclos mais curtos. A chance de obediência à sinalização para pedestres diminui muito se o tempo de espera excede 30 segundos (Tabela 13.3). De maneira similar, elevadores são geralmente projetados para que as pessoas não tenham de esperar mais de 30 segundos. O conceito de atraso de pedestres se aplica primariamente a semáforos, mas também para interrupções no tráfego e para a posição das travessias. Onde não há sinais, os pedestres devem genericamente esperar um “buraco” no tráfego de forma a cruzar a rua. Se o fluxo de tráfego



Figura 13.60
Em Quito, usuários correndo para pegar um ônibus se arriscam na frente dos motoristas.

Foto por Lloyd Wright

é tão grande que não há “buracos” suficientes disponíveis, então a pessoa a pé tentará cruzar a via perigosamente.

Tabela 13.3: Padrões de pedestres em função da espera

| Espera de pedestres (segundos) | Probabilidade de desobediência |
|--------------------------------|--------------------------------|
| <10 | Baixa |
| 10-20 | |
| 21-30 | Moderada |
| 31-40 | |
| 41-60 | Alta |
| >60 | Muito alta |

Algumas barreiras físicas para inibir esse movimento também podem ser usadas. O fato de os motoristas não estarem alertas quanto às travessias de pedestres no meio da quadra pode ser evitada combinando-se a travessia de meio de quadra com sinalizações claras, medidas de moderação de tráfego como lombadas, bem



Figura 13.61
Este poste de identificação do BRT em Quito é posicionado em uma ilha de pedestres e age para bloquear a vista de pedestres tanto de veículos no tráfego misto, quanto de veículos de BRT se aproximando.

Foto por Lloyd Wright



como com sinais visuais chamativos. Conflitos de pedestres nas interseções podem ser minimizados pela simplificação dos movimentos de conversão para duas ou três fases, restringindo a conversão à direita ou à esquerda onde for possível, e usando as medidas físicas descritas anteriormente.

Linhas de visão e visibilidade

As áreas laterais da via devem sempre permitir uma visão clara, de forma que as visadas de pedestres e motoristas fique desobstruída, sem vegetação ou sinalização que a obstruam. Muitas vezes, o paisagismo da rua é o foco de arquitetos paisagistas que prestam pouca atenção ao canteiro central ou lateral das vias como um local de pedestres e colocam plantas ao longo da via que obstruem completamente as linhas de visão de pedestres (Figura 13.61).

As superfícies pintadas das travessias devem ser muito visíveis e bem mantidas. Tintas luminescentes ou refletoras podem oferecer visibilidade adicional ao anoitecer. Adicionalmente, iluminação superior da rua deve ser colocada sobre a área de travessia. Em contraste, sinalização e anúncios comerciais – que podem criar uma área de confusão visual que distrai os motoristas na visualização adequada de semáforos e pedestres – devem, na medida do possível, ser eliminados.

As Figuras 13.62 e 13.63 ilustram o valor da boa iluminação. No caso sem iluminação, os motoristas não podem dizer se há pessoas esperando na ilha de pedestres, o que torna praticamente impossível prever o que vai acontecer.



13.2.6 Nível de serviço

“Toda caminhada é uma descoberta. A pé nós temos tempo para ver coisas inteiras.”

—Hal Borland, autor, 1900–1978

Caminhar no ambiente adequado pode ser mais do que uma maneira de ir de um lugar ao outro; também pode ser uma atividade desejável em si própria. Muito pode ser feito melhorar a qualidade do ambiente de caminhadas que, simultaneamente, encoraja as pessoas a usar o transporte público.

13.2.6.1 Largura efetiva da calçada

Começando com a inspeção de benfeitorias básicas para pedestres, descrita anteriormente, uma inspeção mais detalhada observará cada obstrução ao longo da calçada bem como registrará a largura remanescente. A Figura 13.64 mostra um croqui de uma inspeção de uma calçada em Bangkok. Ainda que a própria calçada tenha 5 metros de largura, muitas obstruções estreitam o caminho. Essas obstruções incluem sinalização, paradas de ônibus, caixas de serviço, cabines telefônicas, escadas e postes. Em razão da presença dessas obstruções, a “largura efetiva” da calçada é de apenas 1,4 metros.

Figuras 13.62 e 13.63
Simulação da mesma ilha de refúgio de pedestres com e sem iluminação, em Guangzhou.

Fotos por Michael King

Figura 13.64
Uma inspeção desta calçada, em Siam Square, indica que as obstruções reduziram a largura efetiva de 5 metros para menos de 1,5 metro.

Imagem por cortesia da GTZ

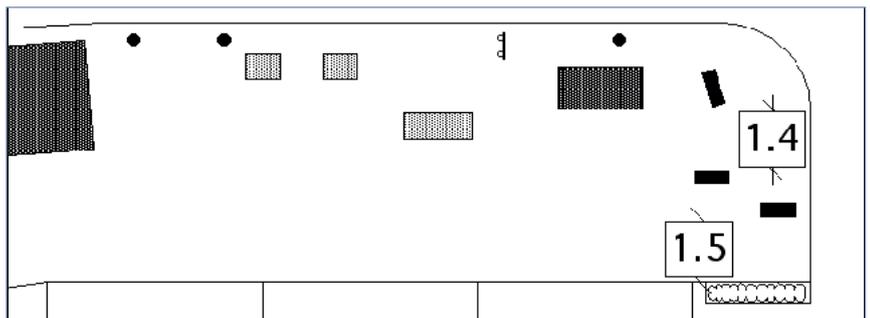




Figura 13.65
Esta calçada no Rio de Janeiro oferece um espaço amplo para grandes volumes de pedestres.

Foto por Michael King

A noção de largura efetiva é essencial para a viabilidade de uso de uma calçada. A largura efetiva afeta questões como a capacidade da calçada, o conforto de pedestres e a segurança pessoal. As Figuras 13.65 e 13.66 dão dois exemplos diferentes de largura efetiva.

13.2.6.2 Nível de serviço da via de pedestres

Assim como um corredor de transporte público é projetado para manejar um volume específico de passageiros, um corredor de pedestres também possui uma capacidade inerente. Durante horários de pico, essa capacidade pode ser facilmente atingida. Se as condições para pedestres se tornam muito apertadas, então o interesse em caminhar fica comprometido. Tais condições claramente atrasam as viagens, bem como criam a oportunidade para crimes como a batida de carteiras.

O nível de serviço (NS) de vias de pedestres é uma medida física que quantifica o fluxo de pedestres em uma dada largura de via. É mais



Figura 13.66
Estes degraus em Brasília (Brasil) reduzem a largura efetiva da calçada para menos de 0,5 metro.

Foto por Michael King

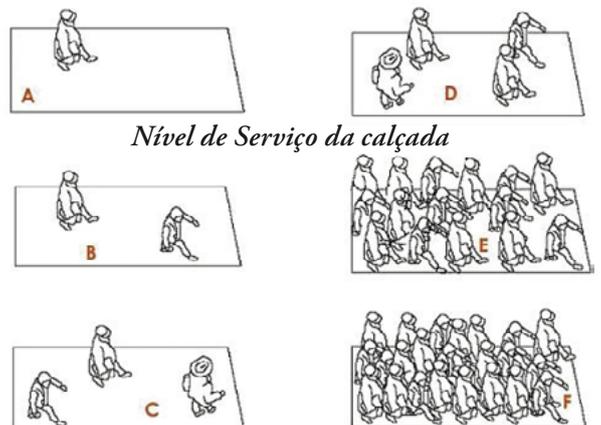
aplicável a calçadas, corredores e pontes com grandes volumes de pedestres, em que a preocupação básica é o oferecimento de espaço suficiente. O cálculo do NS exige duas entradas de dados: a largura efetiva e o número de pedestres por hora. Uma benfeitoria de pedestres oferece um elevado NS, se poucos pedestres estiverem presentes.

A Figura 13.67 mostra visualmente a quantidade de espaço necessário por pessoa sob condições médias e de batalhões. Batalhões são criados quando um grupo de pessoas é liberado simultaneamente por sinais de pedestres, portas de transportes públicos, etc. Um batalhão de pedestres exige mais espaço que o mesmo número de pessoas, se elas estivessem espaçadas igualmente ao longo do caminho. Quando dois

Figura 13.67
Área de via de pedestres em função do volume de pedestres.

| NS de calçadas | | |
|----------------|-------------|--------------|
| | Média | Batalhão |
| A | > 5,6 | > 49,2 |
| B | > 3,7 – 5,6 | > 8,4 – 49,2 |
| C | > 2,2 – 3,7 | > 3,7 – 8,4 |
| D | > 1,4 – 2,2 | > 2,1 – 3,7 |
| E | > 0,7 – 1,4 | > 1,0 – 2,1 |
| F | ≤ 0,7 | ≤ 1,0 |

metros quadrados por pessoa



Quadro 13.3: Modelo de nível de serviço para pedestres

A Cidade de Kansas desenvolveu um modelo de NS para pedestres com base em cinco medidas específicas: retidão, continuidade, travessias, interesse visual/instalações de conforto e segurança pessoal. As cinco medidas basicamente propõem cinco questões:

1. A rede de pedestres oferece os caminhos mais curtos possíveis para as instalações de transporte público?
2. A rede de pedestres é livre de barreiras e interrupções?
3. Os pedestres podem cruzar ruas em segurança?
4. O ambiente é atraente e confortável, oferecendo proteção de condições desgastantes?
5. O ambiente é seguro, bem iluminado com boas linhas de visão para ver os pedestres e longe o bastante do tráfego de veículos para oferecer uma sensação de segurança?

Enquanto a Cidade de Kansas desenvolveu essas medidas para o uso na amplitude da cidade, os pontos abaixo foram ajustados para uso no planejamento do acesso às estações.

■ **Retidão:** A medida de retidão diz respeito simplesmente a quão bem os destinos estratégicos estão (e.g., escolas, parques, centros comerciais, ou áreas de atividade) conectados à instalação de transporte público por meio da rede de pedestres. O NS de retidão é baseado em uma taxa da distância real e da distância mínima entre dois pontos. Para determinar o índice de retidão, meça a distância real entre um destino estratégico representativo e a benfeitoria de transporte público e divida pela distância mínima entre esses dois pontos.

■ **Continuidade:** A continuidade é a medida do fechamento da malha de pedestres, evitando

barreiras e interrupções. A medida considera não apenas a acessibilidade para deficientes físicos, mas também a condição do calçamento e se há barreiras no caminho (e.g., postes de luz na calçada, máquinas de venda de jornais). Essa medida exige uma pesquisa de campo dos caminhos mais lógicos para a estação a partir de destinos estratégicos.

■ **Cruzamentos de ruas:** esta é a medida que prevê quão fácil e seguro será para um pedestre cruzar diversos tipos de ruas com os vários projetos de travessias de rua e interseções para chegar em uma estação com base no nível de serviço (NS) para pedestres. O NS para pedestres é dependente do tipo de travessia, do número de faixas para cruzar, largura de faixas, faixas de estacionamento, velocidade de viagem e a presença ou ausência dos atributos listados acima. À medida que elementos e características de projeto são reduzidos, faixas de estacionamento existem, maiores velocidades são estimadas, e/ou faixas adicionais para cruzar são aumentadas, o NS é reduzido. Algumas das medidas estratégicas da eficiência de uma travessia incluem:

- ❖ Quantas faixas o pedestre deve atravessar para chegar à estação?
- ❖ Os sinais são facilmente vistos pelos pedestres e motoristas?
- ❖ A interseção e travessia são bem iluminadas para que o pedestre seja visível (aos motoristas) à noite?
- ❖ Existem ilhas de refúgio disponíveis?
- ❖ Existem algumas instalações de conforto, incluindo feições de projeto e sinalização, que sugerem enfaticamente a presença de uma travessia de pedestres?
- ❖ Quais são as distâncias de visada da interseção? Distâncias de visada medem a vista sem obstrução entre o motorista e o pedestre.

batalhões se encontram, como em uma travessia, as necessidades espaciais são ainda maiores.

O Quadro 13.3 delinea a metodologia para a determinação de um amplo “nível de serviço

para pedestres”. Esses tipos de metodologias podem ser úteis como listas de verificação para assegurar que todos os fatores relevantes de projeto foram considerados.

13.2.7 Projetos com facilidade de acesso

“A soma do todo é esta: caminhe e seja feliz; caminhe e tenha saúde. A melhor forma de prolongar nossos dias é caminhar ativamente e com um propósito.”

—Charles Dickens, romancista, 1812–1870

Uma rede de acessos para o transporte público bem projetada engloba tanto um estratégia de itinerários quanto atenção para detalhes de projeto. Como enfatizado neste capítulo, os corredores de transporte público deverão se estender das estações até dentro das comunidades. Alguns metros de infra-estrutura de qualidade em volta da estação de transporte público contribuem pouco para atrair usuários de suas casas e escritórios.

Características simples de projeto como vegetação, água, blocos de pavimentação e calçadas cobertas podem agregar muito conforto para o usuário. Tratar esses detalhes é um investimento relativamente pequeno em comparação com o investimento total no sistema de BRT. Entretanto, oferecer um ambiente seguro para pedestres, atraente e conveniente pode realizar benefícios em termos de satisfação de usuários e número total de viagens.

13.2.7.1 Calçadas

Fazer calçadas conduzindo ao sistema de transporte público pode ser parte de uma estratégia mutuamente benéfica para o transporte público

e para o espaço público. Um calçadão, especialmente em áreas centrais, pode contribuir muito para concentrar grandes números de usuários em direção ao sistema de BRT. Em Curitiba, os calçadões centrais conduzem diretamente às estações de BRT (Figura 13.68).

O sistema de transporte público, da mesma forma, apoia a viabilidade de calçadões ao reduzir a demanda do centro da cidade por estacionamentos. Sem um transporte público de alta qualidade, é muito mais difícil de atender a demanda de espaço para a total pedestrianização e acesso de carros a instalações de estacionamento.

13.2.7.2 Calçadas cobertas

Algumas cidades estão atualmente oferecendo calçadas cobertas de baixo custo de forma a incentivar o deslocamento a pé e de bicicleta apesar das dificuldades do clima. Em cidades com extremo calor, calçadas cobertas podem reduzir as temperaturas entre 5 e 8 graus Celsius, e assim fazer a diferença para viabilidade de chegar a uma estação de BRT confortavelmente.

13.2.7.3 Contexto urbano

Além dos exames técnicos descritos acima, o planejamento de uma estação de BRT exige uma compreensão de como ela se insere no contexto urbano. Fatores estratégicos que influenciam a viabilidade de uma estação incluem o



Figura 13.68
O calçadão em Curitiba conduz diretamente às estações de BRT.

Foto por Lloyd Wright



Figura 13.69
 Como este exemplo da Cidade do Panamá ilustra, calçadas cobertas ajudam drasticamente a reduzir as temperaturas do pavimento e assim tornar a caminhada mais confortável.

Foto por Lloyd Wright

fluxo, movimentos conflitantes e desvios. Um elemento adicional do contexto é o padrão do uso do solo no entorno de uma estação de BRT, à qual o usuário quer chegar (a razão da viagem). Historicamente, usos segregados do solo eram favorecidos de forma a minimizar conflitos. Tais padrões de uso do solo reduzem as oportunidades de acesso, forçando residentes a dirigir para muitos destinos individuais para sair em negócios, ir à escola ou encontrar trabalho. Em vez disso, o uso mais misturado do solo oferece origens e destinos mais concentrados, que podem ser atendidos por uma estação de BRT a distância de uma caminhada.

O contexto também deve incluir o conhecimento que muitos desses fatores podem ser uma percepção e não a realidade. Mesmo que um fator seja apenas percebido, o impacto resultante limitará a eficiência da estação de BRT.

A documentação do contexto será necessariamente qualitativa. Por exemplo, se os usuários de sistema podem ver a estação de BRT através de uma praça ou de uma rua larga, eles quererão achar o caminho mais curto até lá. Entretanto, se os caminhos são organizados de forma que a estação não seja visível até que seja diretamente acessível, então os usuários serão menos suscetíveis a tentar um atalho. Entretanto, colocar a estação em um local proeminente, mais visível, aumentará sua presença, segurança e uso. No final das contas, é necessário ter um bom

conhecimento das características de movimentação humanas quando se discutem caminhos de pedestres para uma estação de BRT (Gehl, 1971).

13.2.8 Acessibilidade

“Alguns não caminham de jeito nenhum; outros caminham nas estradas; uns poucos caminham por muitos.”(de “Caminhando”)

—Henry David Thoreau, autor e naturalista,
1817–1862

Acessibilidade se refere à facilidade de uso do sistema da perspectiva dos clientes com maiores dificuldades físicas. Projetar da perspectiva de um pai com um carrinho de uma criança, de um idoso ou de uma pessoa com deficiência física pode resultar em um bom projeto para todos. As considerações dominantes em projetos com acessibilidade são: a superação de barreiras físicas, evitando volumes excessivos que podem impedir o acesso rápido; a provisão de um caminho seguro; e a minimização de conflitos e desvios. Projetos com acessibilidade não acabam na porta da estação. Há pouco valor em fazer plataformas de estações e veículos amigáveis a deficientes físico se é impossível para esses indivíduos chegarem à estação.

13.2.8.1 Usuários com mobilidade reduzida

A chave para oferecer acessibilidade para usuários fisicamente desafiados se baseia em oferecer um caminho de acesso em nível, desimpedido,

Tabela 13.4: Recomendações para acomodação de usuários com mobilidade reduzida

| Fator | Recomendação |
|--------------------------|--|
| Calçadas | |
| Largura do acesso | Mínimo de 1,2 metro, ainda que seja melhor dobrar essa largura de forma a oferecer espaço para o cruzamento de duas cadeiras de roda. |
| Piso | O piso deve ser estável e firme, com material antiderrapante. |
| Superfícies de transição | As transições de rampas para planos devem ser contínuas. Juntas ou qualquer variação vertical não devem exceder 6,5 mm. |
| Vibrações | Materiais devem ser lisos para minimizar vibrações. |
| Inclinações | Em planos existentes com inclinações superiores a 11%, uma faixa de nível deve ser providenciada para servir como nivelador específico para o local. |
| Inclinações transversais | Inclinações transversais devem ser suaves e não devem exceder 2%. |
| Obstáculos | Obstáculos, incluindo grelhas e postes, devem ser removidos. |
| Fendas | Largura máxima de fendas: 13 mm Deve existir ao menos 0,75 m entre dois planos horizontais |
| Travessias | |
| Guias | Todas as guias ao longo do caminho para a estação devem ser rebaixadas. |
| Esquinas | Esquinas devem ter pequenos raios de curvatura para maximizar a visibilidade de pedestres para motoristas na conversão. |
| Inclinação de rampas | A inclinação máxima de uma rampa deve ser 1:12 e a rampa deve ser reta. |
| Direção das rampas | Rampas devem ser localizadas diretamente em frente das travessias para evitar a necessidade de virar, uma vez que a cadeira de rodas esteja na rua. |
| Base das rampas | Incluir uma área nivelada na base da rampa para impedir o empoçamento de água. |

Figura 13.70
Superfícies niveladas podem aumentar bastante a acessibilidade de estações de transporte público para pessoas com limitações de movimento.

Foto por cortesia de Queensland Transport (Brisbane, Austrália)



Figura 13.71

Projetar para deficientes físicos também ajuda famílias com carrinhos e outros carregando bicicletas ou pacotes grandes.

Foto por Carlos Pardo

contínuo e confiável. O projeto da infra-estrutura adequada está cada vez mais inserido em leis, mesmo para cidades de nações em desenvolvimento. Ainda que o campo da acessibilidade esteja crescendo, existem alguns documentos-chave que podem ajudar cidades com o projeto correto (Rickert, 2006; Venter *et al.*, 2004; Rickert 2003; Alvarez and Camisão, 2005). Esta seção resume algumas das recomendações de melhores práticas desenvolvidas até hoje.

Para usuários utilizando cadeiras de rodas, a lei federal americana (American Disability Act, ADA) prescreve um Caminho Acessível Pavimentado (Paved Accessible Route, PAR) eficiente. Um PAR não se refere apenas a uma calçada ou um caminho individual, mas ao sistema inteiro, oferecendo acesso a todos os destinos. A Tabela 13.4 resume as recomendações de acessibilidade para calçadas e travessias (Access Board, 2005). As recomendações também podem ser aplicadas em questões de projeto de espaços interiores, tais como a largura de catracas e outros pontos de acesso.

A Figura 13.70 mostra um bom projeto de acessibilidade ao transporte público. Sistemas desenhados com esses padrões não são apenas úteis aos deficientes físicos, nem para os idosos e pais com carrinhos (Figura 13.71).

Tabela 13.5: Inclinações de rampa e usos recomendados

| Inclinação da rampa | Uso recomendado | Comprimento máximo |
|---------------------|-------------------------|--------------------|
| 10% (1 para 10) | Distâncias muito curtas | 1 metro |
| 8% (1 para 12) | Rebaixamento de guias | 2 metros |
| 5% (1 para 20) | Inclinação ideal | 10 metros |

Adaptado de Venter *et al.*, (2004) em Rickert (2006).

Rebaixamentos de guias são componentes de infra-estrutura básicos e ainda assim essenciais para tornar o espaço público e o transporte público mais acessível para os deficientes físicos. As rampas devem oferecer uma inclinação razoavelmente suave para fácil utilização. A Tabela 13.5 resume as inclinações recomendadas em rampas e os usos associados adequados. Em geral uma rampa curva deve ter a mesma largura que a dada a uma travessia de pedestres (Rickert, 2006). Uma rampa estreita pode deixar um usuário deficiente incapaz de completar a travessia. Rampas curvas também devem incluir faixas protetoras de aviso que informam os usuários da presença da rampa.

Toda a infra-estrutura física deve ser projetada com deficientes físicos em mente. Entradas de estações e portas de veículos são críticos, bem como o uso de qualquer equipamento de cobrança de tarifas. Balcões e máquinas de



Figura 13.72
Pisos de estações e plataformas de transferência nivelados, em Bogotá facilitam a mobilização de qualquer pessoa de uma linha para outra.

Foto por Carlos Pardo

venda de bilhetes, leitores de cartões e catracas devem considerar a possibilidade de uso para pessoas em uma cadeira de rodas. Rickert (2006) recomenda as seguintes dimensões estruturais para balcões de forma a serem amigáveis com cadeiras de rodas:

- 800 mm de altura;
- 500 mm de profundidade;
- 900 mm de largura;
- 1.200 mm de espaço livre a frente.

Este Guia enfatiza a preferência por transferências em plataformas, em vez de exigir que usuários cruzem interseções, passarelas ou túneis de forma a ir de uma linha para outra. Esta preferência traz vantagens óbvias para deficientes físicos que, de outra forma exigiriam infra-estrutura especial para executar qualquer transferência com separação de superfícies (Figura 13.72). Se transferências como separação de nível são necessárias, então os mecanismos apropriados devem ser projetados para tornar essas transferências exequíveis e confortáveis para deficientes físicos. Elevadores sejam, talvez, as opções mais convenientes, ainda que quebras e os custos iniciais não tornem os elevadores a solução perfeita (Figura 13.73). Muitas vezes é melhor ter outra alternativa. Rampas com inclinações suaves são uma segunda alternativa bastante sólida nesses casos (Figura 13.74). Idealmente, esse dispositivo pode ser operado independentemente pelo

usuário uma vez que, de outra forma, longas esperas por assistência do pessoal da estação podem ser frustrantes para os usuários.

O desenho de veículos também é uma área que requer atenção especial das questões de acessibilidade. Os pontos de entrada no veículo e a planta interna são particularmente cruciais na facilidade de uso para os deficientes. Como já observado, espaços entre o veículo e a plataforma da estação podem dissuadir o uso por pessoas em cadeiras de rodas e outros. Uma ponte de embarque, como se utiliza em Guayaquil e Quito podem ser bastante benéficas para assegurar a entrada fácil e segura para todos.

A maioria dos sistemas de BRT de alta qualidade utiliza embarques em nível para seus corredores troncais (Figura 13.75). Outros sistemas, como o sistema de Kunming, empregam veículos padrões com degraus em suas principais vias de ônibus (Figura 13.76). O resultado é que o sistema é amplamente inutilizável por setores da comunidade que não conseguem lidar rapidamente com a série de degraus para embarcar e desembarcar.

Ainda que veículos troncais tipicamente assegurem acesso fácil no embarque em nível, veículos alimentadores quase sempre utilizam entradas comuns com degraus. Assim, apesar do bom projeto de acessibilidade nos corredores principais, muitas partes dos sistemas de BRT

Figuras 13.73 e 13.74
Se transferências com separação de níveis são necessárias, então se deve disponibilizar infra-estrutura para tornar essas transferências possíveis. Elevadores como em Bogotá (foto esquerda), e plataformas móveis como em Seul (foto direita) são duas das opções.

Fotos por Lloyd Wright





Figura 13.75

Em cidades como Bogotá, o embarque de plataforma em nível em corredores troncais tornam o embarque e desembarque fáceis para pessoas em cadeiras de roda.

Foto por cortesia de TransMilenio S.A.

Figura 13.77

Uma rampa manualmente operada a partir do ônibus pode oferecer avesso para usuários em cadeiras de roda.

Foto por cortesia da Cidade de Seul



Figura 13.76

A entrada com degraus no sistema de BRT de Kunming limita aqueles que podem fazer uso do transporte público.

Foto por Lloyd Wright

Figura 13.78

Em Nagoya, um veículo alimentador equipado com uma ponte de embarque retrátil torna o embarque mais fácil para muitos usuários.

Foto por Lloyd Wright

permanecem fora dos limites para aqueles que não podem subir facilmente em um ônibus padrão. Entretanto, há algumas soluções que podem tornar veículos alimentadores mais condescendentes com deficientes físicos. Uma opção é utilizar veículos de plataforma baixa para serviços alimentadores. Veículos de piso baixo facilitam o acesso para um grande número de pessoas, bem como podem ser combinados com uma rampa manual para permitir até a entrada de cadeira de rodas. Sistemas de suspensão especiais, chamados de “ajoelhamento” de veículos, aproximam o veículo da calçada para reduzir ainda mais o tamanho do degrau.

Outra alternativa é um veículo de plataforma alta com uma ponte de embarque retrátil



Figura 13.79

Um elevador especial permite o acesso para um cliente em um veículo de plataforma elevada em Bogotá.’

Foto por cortesia de TransMilenio S.A.



(Figura 13.78). Ainda que esse dispositivo não facilite a entrada de cadeiras de roda, ele torna o embarque algo mais fácil para idosos e outros que tem dificuldades com degraus.

Entretanto, sempre que intervenções externas são necessárias, como o motorista puxar manualmente a rampa, o indivíduo deficiente é dependente de outros. Da mesma forma, elevadores hidráulicos são uma solução para veículos alimentadores que não tem acesso de plataforma baixa, mas a operação desse dispositivo exige a interrupção de todo o serviço (Figura 13.79). A

Figura 13.80

Os assentos azuis dentro dos veículos do sistema TransMilenio de Bogotá são dedicados a idosos, crianças e mulheres grávidas.

Foto por Lloyd Wright



ação do motorista caminhar até a porta e operar manualmente a rampa é um fator de demora que afeta todos os passageiros. Essa situação pode fazer com que pessoas deficientes se sintam bastante diferentes dos outros, além de criar a sensação de ser um peso para os outros passageiros esperando. Por essa razão, sistemas de entrada que deem aos deficientes físicos completa independência são preferidos, como embarque de plataforma em nível. A criação de um ambiente no qual os deficientes físicos possam acessar o sistema da mesma maneira que qualquer outra pessoa é a melhor solução para todos.

Veículos de piso baixo, especialmente nas linhas alimentadoras secundárias em cidades de nações em desenvolvimento também tem outras limitações. As condições das superfícies das vias podem tornar a operação de veículos de piso baixo bastante difíceis e sujeitas a manutenções dispendiosas.

O desenho interior e o espaço disponível também podem ser determinantes na viabilidade de uso do veículo por deficientes físicos. Uma área aberta perto da porta assegura que haja espaço suficiente para um cliente em cadeira de rodas. A área da cadeira de rodas também deve incluir um dispositivo de fixação que reduz movimentos oscilatórios durante a viagem. O espaço oferecido para os clientes de cadeiras de rodas também serve a uma proposta dupla, quando não for utilizado por um cliente em cadeira de rodas. Essas áreas são bastante úteis durante o horário de pico para acomodar um grande número de passageiros de pé.

Os assentos interiores também podem ser reservados para clientes especiais através de códigos de cores nos assentos. Por exemplo, assentos azuis dentro do sistema TransMilenio de Bogotá são reservados para certos clientes, como os idosos, as crianças e mulheres grávidas (Figura 13.80). Outros usuários podem usar os assentos azuis se não houver ninguém dos grupos designados usando-os. Entretanto, passageiros são obrigados a ceder os seus assentos no caso de uma pessoa com necessidades o requerer. A efetividade desses tipos de esquemas claramente depende da cultura e costumes locais.

Finalmente, a criação de um ambiente de acesso amigável a todos deve ser baseada em filosofias de gerenciamento da companhia de transporte



Figura 13.81
O horário de pico no TransMilenio de Bogotá não é totalmente favorável a usuários com necessidades especiais.

Foto por Carlos Pardo

Figura 13.82 ▼

Marcas de pavimento elevadas podem ser uma maneira de custo eficiente de prover acesso seguro para pessoas com impedimentos de vista.

Foto por Lloyd Wright

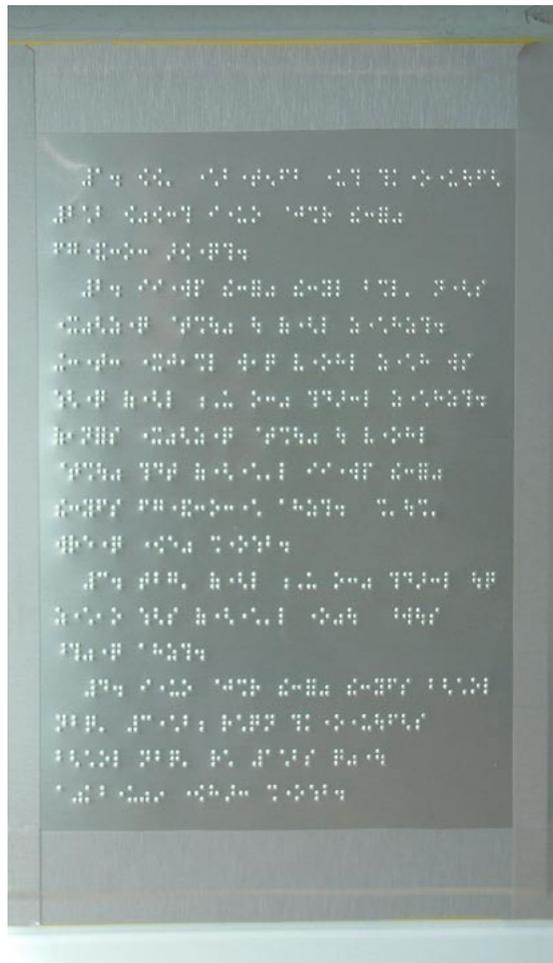


Figura 13.83
Informações de viagem em Braille ajudam pessoas com deficiências de visão a planejar e seguirem suas viagens (Nagoya, Japão).

Foto por Lloyd Wright



Figura 13.84
Semáforos audíveis em um cruzamento levando a uma estação de BRT em Leon (México).

Foto por Michael King

público e deve se estender a todas as esferas de funcionários. Assim o treinamento da equipe com relação à sensibilidade para as necessidades dos deficientes físicos deve ser uma parte fundamental do desenvolvimento dos empregados. Motoristas devem estar bastante conscientes das necessidades de embarque e desembarque de deficientes e devem se comportar de acordo, especialmente com a possibilidade de extensão do tempo parado até que um usuário de cadeira de rodas esteja adequadamente seguro a bordo.

O atendimento das necessidades desses usuários especiais também oferece outra razão para evitar a super lotação do sistema. Um usuário de cadeira de rodas ou um parente com um carrinho precisa de espaço adicional dentro da estação e do ônibus. Se um sistema está operando na capacidade máxima, esses indivíduos podem ser ignorados na plataforma da estação com esperas consideráveis (Figura 13.81). Pessoas não devem ter de evitar os períodos de pico simplesmente por que têm uma deficiência física.

13.2.8.2 Clientes com visão limitada

Assim como aqueles com mobilidade reduzida, clientes com visão limitada podem facilmente ser atendidos dentro de um sistema de BRT. Características de projeto simples e novas tecnologias podem contribuir muito com a melhoria de acessibilidade para esses indivíduos. As áreas críticas para atenção no projeto são interseções e os limites entre vias de acesso de pedestres e vias de veículos. Além disso, características de projeto, como marcas de pavimento em relevo podem ser instrumentais em conduzir aqueles



Figura 13.85
Uma botoeira tátil-vibratória para solicitação de uma fase de verde.

Foto por cortesia de Janet Barlow

com visão limitada ao sistema de transportes públicos (Figura 13.82). Da mesma forma, a capacidade de acessar informações básicas de viagem em painéis de Braille bem posicionados pode fazer uma diferença substancial em termos da viabilidade do sistema para uma pessoa com impedimentos de vista (Figura 13.83).

Em travessias de interseções com botoeiras, diversas tecnologias estão disponíveis para permitir que pessoas com visão reduzida possam ativar a fase de pedestres. Adicionalmente, esses sistemas também permitem que a pessoa perceba quando a fase de pedestres está aberta. Estas opções incluem:

- Semáforos de pedestres com acessibilidade (Accessible Pedestrian Signals, APS);
- Tom de alerta para indicar o local do botão;
- Indicação audível de verde para pedestres (Figura 13.84);
- Indicação vibratória-tátil do verde para pedestres (Figura 13.85);
- Seta tátil;
- Mapa tátil ou mensagem de informação da botoeira;
- Ajuste de som automático.

Avisos detectáveis são saliências elevadas em locais estratégicos que alertam os pedestres da mudança de condições. Esses avisos são adequados para registrar limites de estação e das calçadas. Modificações de geometria e paisagismo nas interseções também podem melhorar



Figura 13.86
Em Kobe (Japão), as distâncias até as estações de transporte público e outras destinações estratégicas são oferecidas na escala humana.

Foto por Lloyd Wright

a acessibilidade. Recomendações de projeto incluem a provisão de duas rampas por esquina onde for possível. Rampas devem cruzar perpendicularmente as guias e as sarjetas.

13.2.9 Legibilidade

A legibilidade se refere a quão visualmente compreensível um sistema é contra o cenário urbano. O uso seletivo de uma sinalização apropriada e mapas contribuem para a legibilidade do sistema. Da mesma forma, opções de projeto, como a pintura colorida da infra-estrutura,

determinam quão rapidamente os usuários entendem as informações do sistema.

Com respeito ao acesso de pedestres, boa legibilidade pode atuar no direcionamento de clientes para o sistema. Sinais nos caminhos locais ao longo das calçadas servem tanto para ajudar os usuários a achar a estação de BRT quanto para orientar os usuários aos seus destinos (Figura 13.86). Assim, o desenvolvimento de um sistema de BRT pode ser um mecanismo eficiente para melhorar a legibilidade das ruas ao longo dos principais corredores da cidade.

13.3 Bicicletas

“Quando o homem inventou a bicicleta, ele alcançou o pico de sua realização. Aqui estava uma máquina de precisão e equilíbrio para a conveniência do homem. E (não como as invenções subsequentes para a conveniência do homem) quanto mais ele a utilizava, mais apto o seu corpo se tornava. Aqui, por uma vez, estava um produto do cérebro do homem que era totalmente benéfico a aqueles que o utilizavam, e que não causava nenhum mal ou irritação aos outros. O progresso deveria ter parado quando o homem inventou a bicicleta.”(de “Cabana na Colina”)

—Elizabeth West, autora

Em um número cada vez maior de cidades, projetos de BRT estão sendo usados simultaneamente para melhorar o ambiente para ciclistas. A integração do projeto de melhorias para ciclistas no sistema de BRT é tão importante quanto a integração de melhorias para modos motorizados de viagem. Uma vez que o uso de bicicletas melhora, genericamente, a saúde humana através do exercício, não causa poluição, reduz a dependência da nação de petróleo importado e usa o espaço viário de

forma extremamente eficiente, a maioria das cidades atualmente está promovendo ativamente a bicicleta como um modo de transporte viável, sustentável e de baixo custo.

O acesso de ônibus alimentadores ao sistema de BRT é um dos elementos mais caros do sistema, e se uma grande parcela das viagens alimentadoras pode ser feita de bicicleta, isso reduzirá de forma relevante os custos do sistema. Muitos usuários consideram o sistema de transporte público uma opção viável se estiver dentro de um limite de tempo de sua casa. Por exemplo, indivíduos podem considerar aceitável um limite de tempo de 20 minutos para chegar a uma estação de BRT. Bicicletas são capazes de cobrir uma distância cerca de 5 vezes maior que uma caminhada de mesma duração. Assim, bicicletas representam uma oportunidade de aumentar a área efetiva de captura de passageiros em cerca de 25 vezes (uma vez que a área é relacionada com o quadrado da distância percorrida). Infelizmente, a falta de ruas seguras para andar de bicicleta e a falta de estacionamento de bicicletas nas estações, algumas vezes, significam que muitos sistemas abandonaram essa lucrativa oportunidade.



Figura 13.87

Uma ciclovia integrada com um sistema de BRT em Eindhoven (Holanda) ajuda a maximizar as opções de mobilidade para os residentes.

Imagem por cortesia de Advanced Public Transport Systems.



Figura 13.88

O sistema de metrô de Copenhague permite que ciclistas entrem no sistema com suas bicicletas. O uso da bicicleta nos dois lados da viagem é um benefício significativo para o usuário.

Foto por Lloyd Wright

13.3.1 Instalações de estacionamento de bicicletas

“Toda vez que eu vejo um adulto em uma bicicleta, eu não mais me desespero com o futuro da raça humana.”

—H. G. Wells, romancista, 1866–1946

Do ponto de vista de um ciclista, a melhor opção é permitir bicicletas a bordo dos veículos de BRT, para que essa pessoa possa usar a bicicleta para acessar o seu destino na outra ponta da viagem (Figuras 13.88 e 13.89). A viabilidade de permitir que bicicletas sejam trazidas a bordo do veículo de transporte público depende do nível de lotação do sistema e é discutido em maior detalhe no capítulo 12 (Tecnologia). Alguns sistemas, especialmente fora do horário de pico, permitem que bicicletas sejam levadas a bordo dos veículos de BRT. Essa seção reverá as opções para estacionamento de bicicletas na área da estação.

A provisão de infra-estrutura para o estacionamento seguro de bicicletas é essencial para que ciclistas se sintam confortáveis em deixar suas bicicletas antes de entrar no sistema. O desafio



Figura 13.89

O sistema de BRT MAX de Las Vegas oferece pontos de entrada especial para usuários com bicicletas.

Foto por cortesia de NBRTI

de instalações de estacionamento de bicicletas em sistemas de BRT, normalmente, relaciona-se com a disponibilidade de espaço. Até certo ponto, a localização do estacionamento de bicicletas pode agir como uma ferramenta de promoção do uso de bicicletas. Quanto mais visível e chamativo o estacionamento, mais provável será de conseguir a atenção de usuários potenciais (Figura 13.90).

Enquanto estações de trem na Dinamarca, na Holanda e no Japão são muitas vezes capazes de dedicar espaços consideráveis para o estacionamento de bicicletas (Figura 13.91), as benfeitorias de BRT são tipicamente, muito mais restritas espacialmente. Para estações de BRT localizadas no canteiro central da via, o espaço

Figura 13.90

Uma instalação de estacionamento visível e chamativa contribui muito para o uso de bicicletas.

Foto por cortesia de TransMilenio S.A.



Figura 13.91
Estacionamento de bicicletas em frente à estação de trens de Oyumino (Chiba, Japão).

Foto por Lloyd Wright



pode ser disponibilizado na frente (ou atrás) da estrutura da estação no canteiro. Também é possível fazê-lo sob a rampa de acesso ou passarela. Alternativamente, o estacionamento de bicicletas pode ser providenciado do outro lado da rua, na calçada. Em todos os casos, a segurança da bicicleta se torna uma consideração mais relevante. Em terminais, em especial, sistemas de BRT tipicamente tem espaço suficiente para oferecer uma área de estacionamento de bicicletas de maior qualidade.

Uma área sob vigilância da equipe de segurança ou equipe de transporte é preferida, uma vez que uma presença observadora também pode ser um impedimento a furtos. A cobertura por câmeras de segurança da área de estacionamento também pode ser bastante útil. No Terminal Américas de TransMilenio, o estacionamento de bicicletas é oferecido dentro do terminal, em um ponto depois que a pessoa já pagou para entrar no sistema e está claramente sob a vista de um agente de cobrança de tarifas (Figura 13.92).

O tipo de estacionamento de bicicletas também pode afetar a segurança e a utilização. O armazenamento pendurado mostrado na Figura 13.93 oferece um estacionamento seguro,

mas é bastante difícil para crianças, mulheres e idosos levantarem suas bicicletas nessa posição. TransMilenio selecionou esse projeto para minimizar o espaço necessário por bicicleta, mas o resultado final tem claramente desvantagens em termos de viabilidade de uso para alguns indivíduos. Outra opção é conhecida como armário de bicicletas (Figura 13.94). O armário é fácil de usar e oferece um espaço muito seguro com o controle de acesso por uma chave. Entretanto, a desvantagem do armário é o seu custo relativamente alto (aproximadamente 300 dólares). Da mesma forma, abrigos cobertos de bicicletas oferecem tanto proteção contra chuva quanto contra furtos, mas podem ser dispendiosos para construir.

Uma das melhores opções para um dispositivo simples e auto-travante é um tubo em forma de “U”, invertido, cimentado no chão (Figura 13.95). A forma em “U” permite o travamento seguro tanto da roda de trás quanto da roda da frente. Outros dispositivos auto-traváveis que só permitem o travamento de uma única roda são menos seguros (Figura 13.96). Se apenas uma das rodas pode ser travada, o risco de furtos aumentará.



Figura 13.92
Após a entrada no terminal de TransMilenio, o usuário é servido por áreas seguras para o estacionamento de bicicletas.

Foto por Carlos Pardo



Figura 13.93
O estacionamento de bicicletas na vertical usado em TransMilenio economiza espaço, mas pode ser difícil para a utilização de muitos.

Foto por Carlos Pardo

Figura 13.95
Um poste em formato de U é uma alternativa de baixo custo e relativamente segura.

Foto por Lloyd Wright



Figura 13.94
Armários de bicicletas oferecem um ambiente muito seguro para a bicicleta, mas armários podem ser um pouco caros em relação a outras opções.

Foto por cortesia de Cycle-Safe



Figura 13.96
O oferecimento de estacionamentos de bicicleta apenas com a roda da frente amarrada pode ser menos seguro.

Foto por Lloyd Wright

Se um número suficiente de ciclistas está utilizando a estação, pode ser economicamente viável oferecer uma área de armazenamento de bicicletas formal, com um atendente permanente. O atendente garante um ambiente seguro com a vigilância pessoal. Também, um sistema pode ser estabelecido no qual a bicicleta só pode ser levada com a apresentação do “bilhete de retirada”. O custeio dos custos de operação da área de armazenamento (principalmente o salário dos atendentes) pode ser conseguido de várias maneiras. Preferivelmente, o custo é visto como parte do serviço global oferecido aos usuários e, assim, incluído como parte dos custos globais de operação. Alternativamente, também seria possível para o atendente cobrar uma tarifa padrão a cada ciclista de forma a cobrir os custos de mão de obra.

13.3.2 Infra-estrutura de ciclovias

“A bicicleta é conveniência mais civilizada que o homem conheceu. Outras formas de transporte crescem cada dia com mais pesadelos. Apenas a bicicleta permanece com o coração puro.”

—Iris Murdoch, autor e filósofo, 1919–1999

13.3.2.1 Princípios básicos da infra-estrutura de ciclovias

Os melhores sistemas de BRT reconstróem corredores não apenas para inserir vias de ônibus, mas também para aumentar significativamente o conforto para ciclistas, pedestres e o tráfego

misto. Chegar à estação de bicicleta pode ser um desafio se ciclovias de qualidade não são oferecidas. Até mesmo ciclistas que desejam se transferir para o sistema de BRT podem achar mais fácil utilizar o corredor de BRT como parte de sua viagem, até atingirem uma estação (Figura 13.97). Não é coincidência que cidades com os melhores sistemas de BRT do mundo também têm redes para bicicletas excepcionais. Bogotá abriga a maior rede de bicicletas da América Latina com uns 320 quilômetros de ciclovias exclusivas (Figuras 13.98 e 13.99). O novo sistema de BRT de Los Angeles, a Linha Laranja, o sistema de BRT em Eindhoven e muitos outros sistemas de BRT em desenvolvimento também têm benfeitorias para bicicletas ao longo de todos os corredores.

Além disso, assim como separar motoristas e ônibus pode muitas vezes aumentar a velocidade, a capacidade e a segurança dos dois modos, também pode fazê-lo a separação das benfeitorias de ciclistas e motoristas sob as condições corretas. Se nenhuma benfeitoria para andar de bicicleta é oferecida, a probabilidade de ciclistas utilizarem a via de ônibus como uma ciclovias é bastante alta e muito difícil de controlar. Atualmente, a frequência de ciclistas no sistema de BRT de Curitiba é maior que a frequência de ônibus, infelizmente levando à ocorrência de acidentes graves.

Por todas essas razões, uma cidade planejando construir vias de ônibus segregadas deve também considerar a adição de benfeitorias para ciclistas quando o corredor é reconstruído. Instalações para ciclistas em vias de maiores volumes e maiores velocidades atendendo o corredor também ajudarão a trazer ciclistas para o sistema de BRT e devem ser incorporadas ao projeto global do sistema quando possível. A combinação de um sistema de BRT com uma rede de ciclovias pode contribuir muito para oferecer mobilidade urbana sustentável no âmbito total da cidade.

O sistema de BRT e a rede de ciclovias devem ser, idealmente, planejados em conjunto. O processo de planejamento deve ter por objetivo conectar as grandes ciclovias com estações de BRT em locais estratégicos. A idéia é não forçar os ciclistas a transferir para o sistema de BRT, mas em vez disso oferecer a opção de

Figura 13.97
Graças à falta de ciclovias formais em Quito, ciclistas frequentemente fazem uso da infra-estrutura da via de ônibus. Entretanto essa prática pode levar a acidentes graves.

Foto por Lloyd Wright





Figura 13.98 e 13.99
Não é coincidência que Bogotá possua tanto um sistema de BRT de classe mundial e uma estrutura para bicicletas de classe mundial. Os dois sistemas são mutuamente complementares.

Fotos por Lloyd Wright.

uma combinação para a viagem com bicicleta-transporte público.

Usando círculos de dois quilômetros ou mais a partir da estação de transporte público, corredores importantes devem ser analisados pela qualidade do ambiente para bicicletas. A maioria das medidas de segurança e de moderação de tráfego discutidas na seção anterior sobre pedestres não diminuirá apenas a velocidade dos veículos, mas também, simultaneamente, melhorará a qualidade do ambiente para bicicletas. Algumas regras simples devem ser sempre consideradas quando se planejam benfeitorias para bicicletas:

- Ciclistas são mais sensíveis à superfície da via que motoristas, e preferem superfícies lisas. Blocos e pedras podem ser esteticamente atraentes, mas essas superfícies podem desencorajar o uso da bicicleta.
- Ciclistas querem seguir reto. Caminhos com bonitos meandros muitas vezes agradam arquitetos, mas ciclistas utilitários querem chegar onde estão indo tão rápido quanto qualquer outra pessoa e não querem ficar contornando árvores e bancos de parque.
- Ciclistas não utilizam ciclovias de baixo padrão, mal mantidas, estreitas e obstruídas. Construa faixas de bicicletas com alto nível de qualidade, com nível de serviço A ou B, ou então redesenhe a via para o tráfego misto de bicicletas e veículos motorizados com a operação de forma segura.

O desenvolvimento de uma ciclovias eficiente envolve uma quantidade de questões institucionais, de projeto e de infra-estrutura. O Curso de Treinamento GTZ sobre “Transportes Não-Motorizados” oferece uma visão geral desses temas (Hook, 2005) e deve oferecer suficiente orientação básica sobre benfeitorias para bicicletas fora de corredores de BRT. Entretanto, alguns temas específicos com relação à locação de ciclovias em um corredor de BRT são apresentados na próxima seção.

13.3.2.2 Projeto físico

O projeto físico de benfeitorias para bicicletas é uma arte em desenvolvimento, em vez de uma ciência, e muito permanece desconhecido sobre o projeto ideal. O remanejamento de ônibus para o lado central da via já ajuda a resolver um dos mais sufocantes conflitos enfrentados todos os dias pelos ciclistas. Em faixas de tráfego misto normal, ciclistas frequentemente se encontram parados atrás de ônibus, táxis, veículos estacionados para o embarque e desembarque de passageiros e caminhões de carga e de entrega carregando e descarregando. A locação perto da calçada, portanto, expõe ciclistas a riscos de segurança e alto nível de interferências. Além disso, um veículo enorme ultrapassando ou freando sobre um ciclista pode ser bastante desgastante (Figura 13.100). A relocação dos veículos de transporte público para fora da faixa da calçada por si própria já ajuda o aumento



Figura 13.100
Ciclistas são muitas vezes expostos a atrasos, riscos de segurança e grande níveis de interferência quando confinados ao uso da faixa da calçada.

Foto por Lloyd Wright.

da velocidade das bicicletas em um corredor de BRT e reduz os conflitos com as estações.

O recolhimento de informações sobre a atividade de ciclistas existente e o comportamento de ciclistas é um primeiro passo útil antes do projeto de melhorias para ciclistas. Metodologias para fazer isso são grosseiramente parecidas com as metodologias para o projeto de melhorias para pedestres, começando com uma revisão das melhorias para bicicletas existentes, a identificação de locais perigosos ou ilegais para a passagem de ciclistas, o mapeamento de pares OD populares para ciclistas, a identificação dos principais problemas de isolamento, revisão de dados de acidentes e priorização de áreas para intervenções nesses locais. As metodologias são similares àquelas descritas acima para pedestres, e um detalhamento mais completo está disponível em Hook (2004). Assim mesmo, algumas orientações específicas para corredores de BRT são oferecidas aqui.

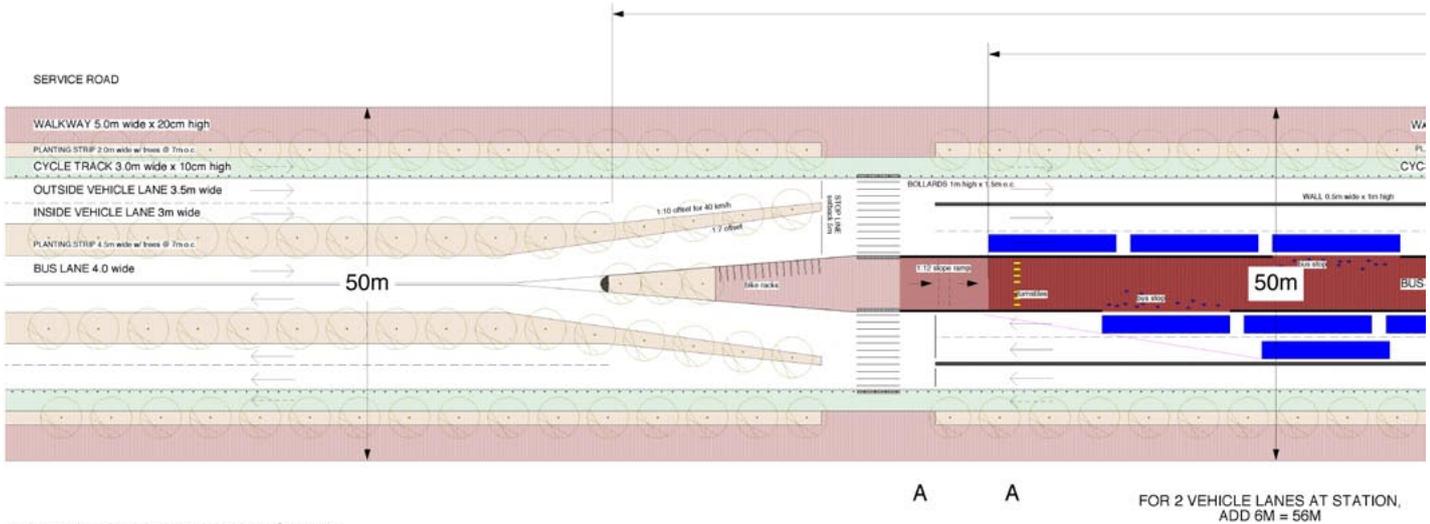
Corredores de BRT tendem a ser localizados em vias urbanas arteriais primárias ou secundárias relativamente largas. Em países em desenvolvimento, que frequentemente têm falta de uma forte rede viária secundária, essas vias arteriais tendem a atender uma grande diversidade de

tipos de viagens, desde ônibus intermunicipais e viagens de caminhão até viagens de viagens de ônibus para cidades a médias e longas distâncias, e ainda viagens de curta distância de bicicletas e a pé. Essa multifuncionalidade complexa de um corredor para BRT torna o projeto da via razoavelmente complicado. À medida que a faixa de passagem aumenta, as velocidades dos veículos tendem a aumentar e, daí, o interesse na segregação dos modos de velocidades de operação significativamente diferentes aumenta.

Assim como motoristas em tais vias arteriais, alguns ciclistas estão percorrendo grandes distâncias e valorizam altas velocidades de viagem sem interrupções. Para motoristas nessas vias arteriais, esse conflito é frequentemente resolvido com a provisão da separação completa de faixas para viagens de veículos de longa distância e faixas de atendimento ao acesso de propriedades. A inserção do BRT no eixo central dessa via arterial não traz nenhum problema em particular para esses motoristas. Excluindo-se as faixas de bicicletas, a seção transversal típica teria faixas de ônibus no meio, duas faixas de tráfego misto, um canteiro e uma faixa de serviço local para viagens de acesso e, por fim, uma calçada lateral.

A questão que leva a consideráveis debates entre os especialistas é onde colocar a faixa de bicicletas.

A existência de uma faixa de serviço — a localização padrão das faixas de bicicleta tem sido entre as faixas de tráfego misto e a calçada. A Figura 13.101 mostra essa configuração proposta para um segmento em Dar es Salaam. Essa localização da faixa de bicicletas atende bem os ciclistas fazendo viagens curtas de acesso ao longo do corredor. Normalmente, faixas de bicicleta do lado da calçada são construídas adjacentes a rua e as calçadas são construídas entre a ciclovia e a linha de construção. Esse arranjo acontece por que a velocidade e o comportamento das bicicletas é mais parecido com o de veículos motores do que com o comportamento de pedestres. Se uma faixa de bicicleta é obstruída, o ciclista precisa de uma oportunidade fácil para entrar na rua, e esse acesso é mais complicado se ele também precisa passar pelo fluxo de pedestres. Por essa razão, frequentemente projetistas projetam a faixa de bicicletas



Typical Bus Rapid Transit Station
Morogoro Road, Dae es Salaam, Tanzania

ITDP w/ input from LOGIT & ICE
July 2005

MINIMUM SIZING REQUIREMENTS
FOR DISCUSSION ONLY

FOR 2 VEHICLE LANES AT STATION,
ADD 6M = 56M

adjacente à via de automóveis. O sistema de BRT de Hangzhou faz uso dessa configuração com largas ciclovias localizadas entre a faixa de BRT e a calçada de pedestres (Figura 13.102). Alguns projetistas defendem a colocação de uma linha de arbustos e árvores entre a faixa de bicicletas e a rua, e o posicionamento da faixa de bicicleta em uma calçada elevada ao mesmo nível da calçada. Com os cortes adequados das guias nas interseções, esse desenho isola ciclistas

do tráfego de velocidade, melhora o ambiente das bicicletas e previne que motoristas e caminhões de entrega parem seus veículos sobre a faixa de bicicletas. Entretanto, essa linha de arbustos e árvores entre a via de bicicletas e a rua em conjunto com a guia elevada torna difícil para ciclistas passar entre a ciclovia e a rua no caso de obstruções. No mundo em desenvolvimento, obstruções são infelizmente a regra mais do que a exceção. Se essa configuração for

Figura 13.101

Planta da via para Dar es Salaam mostrando uma via de ônibus no canteiro central e uma ciclovia locada entre a calçada e as faixas de tráfego misto.

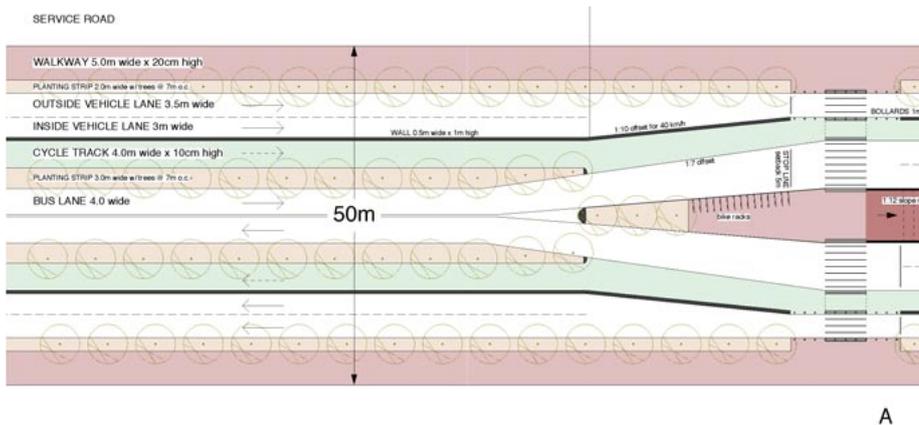
Imagem por cortesia do ITDP



Figura 13.102

A ciclovia ao longo do sistema de BRT de Hangzhou é localizada entre a faixa de BRT e a calçada para pedestres.

Foto por Karl Fjellstrom



Typical Bus Rapid Transit Station
Morogoro Road, Dae es Salaam, Tanzania

ITDP w/ input from LOGIT & ICE
June 2005

MINIMUM SIZING REQUIREMENTS
FOR DISCUSSION ONLY

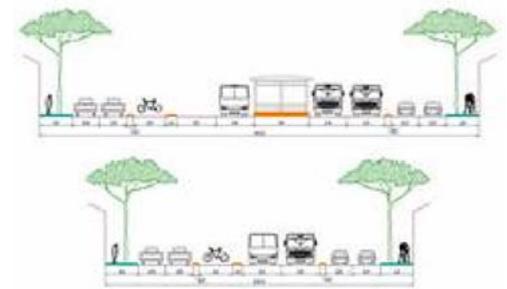


Figura 13.105

Uma configuração colocando a ciclovia adjacente a via de ônibus no canteiro central traz consigo muitos benefícios em potencial.

Imagem por cortesia do ITDP

significativamente o risco de invasões da ciclovia por vendedores de rua. Ela poderia prover um corredor de bicicletas de velocidade bem alta. Ciclistas querendo fazer viagens de acesso local sairiam simplesmente da ciclovia na interseção ou travessia de pedestres mais próxima a seu destino e depois usariam a faixa de serviço ou a calçada pela distância remanescente.

13.3.3 Instalações para o aluguel de bicicletas

Aumentar a disponibilidade de bicicletas ajuda a completar a utilidade do modo com um componente integrado da viagem de transporte público. Em cidades de nações em desenvolvimento, bicicletas podem não ser amplamente disponíveis ou não ter custos amplamente acessíveis. Além disso, usuários casuais podem não ter vontade de comprar uma bicicleta, mas considerariam aluguéis de curto prazo. Planejadores de sistemas de BRT podem, portanto, desejar considerar o oferecimento de instalações para o aluguel de bicicletas dentro das áreas das estações. O sistema de monorrelhos de Osaka tem instalações para o aluguel de bicicleta na maioria de suas estações (Figura 13.106). O aluguel de bicicletas também pode ser útil até para aqueles que já têm bicicletas. Se uma pessoa está viajando a um destino, por meio do transporte público e o destino final está além de uma distância de caminhada da estação, o aluguel de bicicleta pode ser a solução perfeita como um serviço alimentador altamente flexível. Como no caso do modelo de bicicleta de Osaka, a disponibilidade de uma cesta de carga pode ajudar os clientes com pastas, sacolas de compra e outros itens pessoais.

Em uma escala mais ampla, a cidade de Copenhague oferece bicicletas “grátis” por toda a área urbana, incluindo estações de transporte público (Figura 13.107). Uma pessoa só precisa inserir uma moeda de 20 coroas dinamarquesas (aproximadamente 3,50 dólares) para ter acesso à bicicleta. Ao retornar a bicicleta em qualquer estação, a moeda é devolvida ao usuário. Se a bicicleta é estacionada longe de uma estação de bicicletas, então qualquer um pode devolvê-la e coletar a moeda. Os anúncios brilhantes pintados nas bicicletas ajudam a pagar a manutenção dela. Ainda que o roubo de bicicletas tenha infestado muitas das tentativas iniciais de programas similares de “bicicletas da cidade”, a tecnologia moderna em combinação

Figura 13.106

Instalações para o aluguel de bicicletas no Monorrelho de Osaka oferecem uma opção eficiente para usuários eventuais.

Foto por Lloyd Wright



Figura 13.107
O programa City-Bike em Copenhague deixa bicicletas disponíveis de graça em estações de transporte público e em todos os outros lugares da cidade.

Foto por Lloyd Wright



com mudanças de desenho simples eliminaram amplamente essa preocupação. As bicicletas de Copenhague são equipadas com um chip para permitir o rastreamento com base em GPS. Além disso, a forma e o tamanho dos componentes da bicicleta são únicos para a City-Bike e assim, o roubo de componentes seria bastante inútil (Poulsen e Mozer, 2005). Muitas cidades européias, como Berlim e Zurique, têm tipos similares de programas de aluguel de bicicletas.

No contexto de nações em desenvolvimento, a disponibilidade e acessibilidade de preço de uma bicicleta pode ser uma barreira substancial ao uso. O Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP) iniciou um programa em conjunto com os maiores fabricantes de bicicletas para melhorar a distribuição de bicicletas em nações em desenvolvimento. A base do programa é uma bicicleta de baixo custo e de alta qualidade comercializada como “California Bike”, que foi projetada para atender os requerimentos de condições de cidades em desenvolvimento. O ITDP e seus parceiros locais ajudam pequenos revendedores a ter acesso a “California Bike” para depois distribuí-la por um preço acessível para clientes de baixa renda.

13.4 Outros sistemas de transporte público

“Eu esperei e esperei na plataforma, mas o trem nunca vinha e parecia estranho que ninguém mais esperasse comigo... Finalmente, eu fui e perguntei a um carregador e ele me indicou que eu deveria tomar um ônibus e, quando pressionado sobre onde eu deveria encontrar esse ônibus, moveu-se vagamente com as costas de sua mão na direção do resto do mundo.”(De “Diário africano”)

—Bill Bryson, autor, 1951—

O BRT também pode ser complementar a outras opções de transportes públicos urbanos e de longa distância. Cidades com metrô e serviços de trens urbanos devem idealmente integrar essas opções com o BRT. Cidades com sistemas de transporte aquáticos também devem buscar integrar esses sistemas com bastante proximidade à rede de BRT.

São Paulo, por exemplo, usa o BRT para conectar o fim de sua linha de metrô com outras comunidades. Algumas cidades com sistemas de metrô são incapazes de financiar o término do metrô. Nesses casos, o BRT é uma opção econômica que ajuda a trazer uma conexão de transporte público para toda a cidade.



Figura 13.108

A Brisbane Busway (no centro, em cima) é integrada de perto com o serviço de trens da cidade (na direita).

Foto por cortesia de Queensland Transport

A chave para uma integração de sucesso reside na conexão física entre os dois sistemas, na promoção de *marketing* complementar dos dois sistemas e na unificação das estruturas tarifárias. Em São Paulo, a conexão física é feita simplesmente por rampas saindo do sistema de metrô e levando diretamente ao sistema de BRT. Em Brisbane, a co-locação da instalação de uma estação de BRT com o serviço de trens suburbanos contribui muito para a conveniência do usuário na passagem de um sistema para o outro (Figura 13.108)

Da mesma forma, em Nagoya (Japão), a Linha Yurito de BRT é proximamente integrada tanto com o sistema de metrô quanto com o sistema de trens suburbanos (Figura 13.109).

A sinalização clara também ajuda a fazer essa integração relativamente sem obstáculos. Além disso, os dois sistemas podem ser comercializados em conjunto sob o mesmo nome e logomarca, de forma que os sistemas sejam claramente unificados aos olhos do usuário. Finalmente, uma estrutura de tarifa integrada permite que os usuários deixem um modo de transporte de massa e entrem em outro sem a necessidade de adquirir um bilhete adicional.

O BRT também deve ser integrado com a infra-estrutura de transportes públicos de



Figura 13.109

A Ozone Station do sistema de transporte público de Nagoya representa o nexo do sistema elevado de BRT, do sistema de trens suburbanos e do sistema de metrô enterrado, bem como da ampla provisão de estacionamento de bicicletas.

Foto por Lloyd Wright

longa distância como terminais rodoviários e ferroviários de longa distância. Outra vez, o planejamento físico da interface é estratégico para tornar essa opção viável. Passageiros desses modos geralmente carregam bagagens ou bens e, portanto, precisam de um mecanismo de transferência especialmente conveniente.

13.5 Táxis

“É uma pena que as pessoas que saibam como guiar o país estejam ocupadas dirigindo táxis e cortando cabelos.”

—George Burns, comediante, 1896–1996

13.5.1 Automóveis de táxis

Carros de táxis são, muito frequentemente, vistos como competidores do sistema de transporte público, em vez de serem vistos como serviços complementares que podem efetivamente aumentar a área de cobertura de serviço de um sistema de transporte público. Ao desenvolver uma instalação de integração de carros de táxi junto às estações e terminais, múltiplos benefícios podem ser conseguidos.

Em muitas cidades do mundo, e especialmente em cidades de nações em desenvolvimento, táxis representam uma grande porção dos veículos na rua em qualquer dado momento. Entretanto, táxis gastam muito do seu tempo em busca de passageiros, em vez de realmente transportando passageiros. Antes da introdução dos sistemas avançados de ordenamento de pontos e chamada de táxis, estimava-se que os táxis em Xangai gastavam 80% do seu tempo de viagem sem

Figura 13.110 e 13.111

Em cidades como Quito (foto esquerda) e Kuala Lumpur (foto direita) a provisão de instalações formais para táxis integradas com o sistema de transporte público oferecem benefícios aos usuários, ao sistema de transporte público e aos motoristas de táxi.

Fotos por Lloyd Wright



passageiros. Assim, essas viagens sem usuários podem aumentar bastante os níveis de congestionamento sem atender qualquer necessidade real.

O desenvolvimento de pontos de táxi em estações de transporte público reduz a necessidade de motoristas de táxi operarem sem passageiros. Em vez disso, os passageiros vêm até os táxis. A locação estratégica de pontos de táxis integrados com as estações de BRT pode assim representar um ganho para os projetistas do sistema, motoristas de táxi, autoridades municipais e o público (Figuras 13.110 e 13.111). Projetistas de sistema ganham por agregar outro importante serviço alimentador à sua estrutura de linhas. Os donos e motoristas de táxis ganham por reduzir drasticamente seus custos de operação. As estações de BRT oferecem uma concentração de usuários para táxis sem a necessidade de circular pela cidade gastando grandes quantidades de gasolina. As autoridades municipais ganham por ajudar a reduzir um grande fator de congestionamento no tráfego urbano. E finalmente, o

público ganha por ter um sistema de transporte público mais flexível e conveniente que também reduz as emissões urbanas e promove maior eficiência geral.

Qualquer política afetando as operações de táxi exige planejamento e participação dos proprietários de táxi. Em cidades de nações em desenvolvimento, associações de táxi podem ser poderosas politicamente e muitas vezes são deixadas relativamente sem qualquer controle. Uma vez que instalações de táxis em estações de transporte público são provavelmente percebidas como bastante favoráveis aos donos de táxi, essa infra-estrutura pode ser a base para melhorar o controle de qualidade dessa indústria.

Figuras 13.112 e 13.113

Como mostrados por essas imagens de Bogotá, os bicitáxis podem ajudar a formação do pacote integrado sem obstáculos das opções para os usuários do BRT.

Foto por cortesia de INSSA



15.5.2 Bicitáxis

Projetos modernos de veículos, preços crescentes de combustíveis e maior preocupação ambiental tem levado a um reaparecimento de bicitáxis em muitas partes do mundo, especialmente nas cidades da Europa Ocidental de Berlim, Copenhague

e Londres. Bicitáxis podem ser o serviço alimentador quase perfeito para estações de BRT, especialmente para viagens de 4 quilômetros ou menos (Figuras 13.112 e 13.113). Bicitáxis são veículos de baixo custo que oferecem altos níveis de emprego enquanto geram zero emissões.

Em partes do mundo em desenvolvimento, bicitáxis foram ativamente banidos de forma a liberar espaço para mais veículos motorizados. Bicitáxis foram banidos de Bangkok no começo dos anos 60. Banimentos subsequentes foram empregados em cidades como Jacarta e Nova Délhi. Entretanto, as atitudes públicas estão mudando, e o sistema de BRT de Délhi tem estacionamentos de bicitáxis integrados no projeto do corredor. Através de uma colaboração entre o Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP) e diversos parceiros locais, um moderno riquexá (bicitáxi com passageiros atrás) foi desenvolvido para o mercado indiano. Começando pela cidade indiana de Agra em 1998, essa iniciativa, patrocinada pela Agência Federal de Desenvolvimento Internacional dos EUA (US AID), espalhou-se rapidamente para muitas outras cidades, incluindo a capital Délhi. O projeto produziu um veículo de peso leve, moderno a um custo modesto (Figura 13.114). Hoje, mais de 100.000 bicitáxis modernizados são empregados nas ruas das cidades indianas.

Figura 13.115

Projetos de bicitáxis modernos ajudam a atrair faturamento tanto de clientes quanto de anúncios.

Foto por Lloyd Wright



Figura 13.114

Os riquexás modernos na Índia revitalizaram o mercado de bicitáxis.

Foto por cortesia do ITDP

Manila tem um longo histórico do uso de bicitáxis em conjunto com outras opções de transporte público. Adicionalmente, cidades como Yogyakarta na Indonésia estão seguindo o exemplo das cidades indianas e trazendo de volta uma versão modernizada do riquexá (conhecidos na Indonésia como “be-chah”).

Um projeto de sucesso de bicitáxis provavelmente englobará uma série de medidas operacionais e componentes de projeto. Algumas das características de iniciativas de bicitáxis são:

- Veículos de alta tecnologia ou re-projetados e modernizados (Figura 13.115);

Figura 13.116

Pontos formais de bicitáxis, painel de informação de tarifas e uniformes de condutores ajudam a melhorar a imagem do sistema.

Foto por Lloyd Wright



- Faixas exclusivas para veículos não motorizados em algumas áreas;
- Pontos formais de bicitáxis (Figura 13.116);
- Mapas do sistema de bicitáxis;
- Painéis de informações sobre as tarifas de bicitáxis;
- Treinamento profissionalizante de condutores;
- Uniformes de condutores.

A implementação de um sistema de BRT junto com a introdução de serviços de bicitáxis pode ajudar os dois modos. Bicitáxis podem formar uma parte crítica do serviço alimentador, especialmente para comunidades com ruas muito estreitas para ônibus. Também pode ser bastante possível integrar a tarifa do sistema de BRT com as tarifas de bicitáxis.

13.6 Estacionamentos de Integração

Proprietários de veículos particulares também podem ser integrados com sucesso ao sistema através do desenvolvimento de benfeitorias de estacionamentos de integração (em inglês “park and ride”, “estacione e viaje”) ou de pontos de desembarque (em inglês: “kiss and ride”, “beije e viaje”). Essas instalações permitem que usuários de veículos particulares acessem o sistema de transporte público, e a partir daí, completem sua viagem por meio do sistema coletivo. Um estacionamento de integração oferece uma garagem ou terreno de estacionamento para que os veículos sejam deixados em segurança durante o dia. Um ponto de desembarque não

oferece local para o estacionamento, mas apenas uma área para que os usuários possam desembarcar de veículos particulares. Um estacionamento de integração também deve prever a opção de uma área para desembarque.

Os benefícios de estacionamentos de integração adjacentes a estações populares de transporte público devem ser ponderados contra os benefícios de usos alternativos para esse terreno, como desenvolvimento comercial ou como espaço público. Serviços comerciais e acesso seguro e confortável para ônibus alimentadores, ciclistas e pedestres devem ter prioridade no projeto da estação de transporte.

Estacionamentos de integração e áreas de desembarque são mais adequadas quando situadas em locais suburbanos, onde a densidade populacional pode ser insuficiente para justificar serviços alimentadores, e as distâncias são muito grandes para executar viagens diretas a pé ou de bicicleta até a estação. Em países em desenvolvimento, essas condições serão primariamente observadas em vizinhanças dominadas por casas mais ricas que podem dispor de renda o suficiente para possuir um veículo particular. A atração desse grupo de renda para o sistema de transporte público pode trazer diversos benefícios. Primeiro, afastar o uso de veículos particulares paga dividendos significativos em termos de redução de emissões e alívio de congestionamentos. Segundo, um sistema de transporte público que tenha qualidade o suficiente para atrair até mesmo os grupos de maior renda é um objetivo válido. Terceiro, uma mistura saudável de todos os grupos de renda no sistema significa que todos os interesses políticos terão um incentivo para assegurar o futuro do sistema. Finalmente, sistemas que atendem todos os grupos de renda também atendem uma importante função social, já que o sistema de transporte pode ser o único local onde todos os segmentos da sociedade se juntam.

Estacionamentos de integração e áreas de desembarque são mais adequadas quando situadas em locais suburbanos, onde o terreno é menos valorizado e onde os usuários-alvo são encorajados a completar a maior parte possível de suas viagens no transporte público. Estacionamentos de integração são menos desejáveis em localizações centrais onde a benfeitoria é

Figura 13.117

O estacionamento de integração na estação Mo Chit do Bangkok SkyTrain ajuda a aumentar o número de usuários, especialmente entre os clientes que normalmente dirigiam veículos particulares.

Foto por Thirayoot Limanond





Figura 13.118
Estacionamento de integração proposto em Nantes (França).

Imagem por cortesia e François Rambaud

provável de ser utilizada como incentivo para se dirigir até o centro. O estacionamento de integração oferecido na estação Mo Chit do Bangkok SkyTrain é bastante popular graças a sua proximidade a grandes áreas residenciais (Figura 13.117). Proprietários de veículos particulares são menos prováveis de utilizar um estacionamento de integração, se eles têm de dirigir uma distância substancial em direção até

a cidade e depois usar o transporte público por uma fração menor da viagem (Figura 13.118). O tempo e o custo de mudar para o transporte público apenas pelos quilômetros finais significam que apenas alguns clientes usarão o sistema nessas condições. O principal incentivo para esses clientes será a economia de tempo conseguida pelas vias de ônibus exclusivas sobre a principal parte da viagem.



Figura 13.119
O estacionamento na estação Eight Mile Plains do sistema de BRT de Brisbane oferece acesso conveniente aos usuários.

Foto por cortesia de Queensland Transport

A localização do estacionamento de integração deve ser conveniente em relação à área da estação (Figura 13.119). Uma longa caminhada pode desencorajar o uso de usuários discrição-ários. Em cidades com clima frequentemente desagradável (vento, chuva, sol forte), caminhos cobertos na área do estacionamento podem ser um investimento justificável. Em algumas áreas, será necessário incluir medidas de segurança nas instalações de estacionamento. Medidas de segurança, como câmaras e um atendente, podem ser efetivas. Se a segurança é insuficiente, motoristas optarão por usar seus veículos particulares por toda a viagem.

Decidir se os motoristas devem ser cobrados pelo estacionamento em um estacionamento de integração, isso depende da localização da benfeitoria e do conjunto de incentivos em ação. O subsídio do estacionamento de motoristas de maiores rendas, longe do centro da cidade, pode ser justificável porque encoraja motoristas a fazer longas viagens de transporte público, reduzindo

significativamente o congestionamento e a poluição do ar que, de outra forma, resultariam dessa viagem mais longa. Quanto mais próximo o estacionamento de integração for do centro da cidade, menor será o benefício social gerado, e assim será mais fraca a justificativa para o subsídio público.

Estacionamentos podem ser bastante caros para desenvolver e construir. Cada vaga de estacionamento no chão pode custar entre 3.000 e 15.000 dólares quando os custos de aquisição de terreno são incluídos. Cada vaga de estacionamento em um estacionamento de múltiplos andares custa provavelmente algo no intervalo de 20.000 a 35.000 dólares. Os custos podem ser ainda maiores em áreas com custos de terrenos significativos. Assim, pode ser bastante apropriado para estabelecer uma tarifa para o uso do estacionamento nas estações de transporte público. O desafio é desenvolver uma estrutura tarifária que ainda ofereça incentivos sérios para a utilização do sistema de transporte público.

14. Integração com gerenciamento de demanda e uso do solo

“Eu pessoalmente... não entendo porque o ideal tcheco, europeu e global, e a fabricação de um número sempre crescente de automóveis, o que pressupõe a construção de mais rodovias e caminhos para carros, e portanto, outra vez a irreversível destruição de nosso país. Estamos, talvez, mais felizes, mais alegres, mais satisfeitos? De jeito nenhum. Estamos sem descanso, desgastados, consumidos, incessantemente correndo de um lugar para o outro.”

—Vaclav Havel, ex-presidente da República Tcheca, 1936–

Os sistemas de BRT são muitas vezes implementados simultaneamente com medidas de restrição para veículos privados, já que a velocidade

dos ônibus pode ser aumentada simplesmente com a redução de congestionamento de veículos. Bogotá, por exemplo, restringiu o uso de veículos privados no horário de pico, bem como eliminou o estacionamento de veículos nas vias em algumas partes da cidade. Londres também foi líder nas medidas de restrição através da aplicação da cobrança de taxas de congestionamento. O Gerenciamento de Demanda de Tráfego (Transportation Demand Management, TDM) representa uma coleção de medidas e técnicas que encorajam a migração do uso de veículos para opções de transportes públicos como o BRT. Da mesma forma, políticas de uso do solo para encorajar o adensamento no entorno dos nós do transporte público podem contribuir para incentivar a migração para o transporte público.

O conteúdo deste capítulo:

14.1 Desincentivo ao uso de automóveis

14.2 Integração com políticas de uso do solo

14.1 Desincentivo ao uso de automóveis

“O direito a ter acesso com veículos motorizados particulares a todo prédio na cidade, em uma época onde todos possuem esse veículo, é, na verdade, o direito de destruir a cidade.”

—Lewis Mumford, historiador, 1895–1990

O BRT muda inerentemente a regulamentação do uso de veículos privados em certas vias. A implementação de um sistema de BRT, algumas vezes, exige mudanças de difícil negociação sobre como o espaço é utilizado e regulamentado em algumas ruas, especialmente em vias no centro da cidade. Muitas vezes, planejadores de tráfego defendem sistemas enterrados e elevados que não “obstruam” as condições na superfície das ruas. Entretanto, a condição das vias na superfície na maioria das cidades de nações em desenvolvimento está longe de ser ótima. O BRT, ainda que seja um resultado socialmente mais complexo de implementar, oferece uma oportunidade para mudar fundamentalmente o modo como o espaço da superfície da rua é regulamentado e organizado, com o potencial de melhorar profundamente as condições sociais e econômicas na cidade.

De forma a promover um serviço de ônibus de alta velocidade, sustentável, os sistemas de BRT precisam ser protegidos do problema do congestionamento crescente induzido por veículos motorizados particulares. Por conta de que os melhores sistemas de BRT oferecerem serviços melhores para um grande número de passageiros, eles tendem a ser construídos em vias arteriais urbanas que atendem o centro da cidade, onde o congestionamento e a competição pelo escasso espaço viário é a mais alta; exatamente onde a dedicação de uma faixa será mais difícil.

Em circunstâncias ideais, o BRT será construído em vias que passam pelo centro da cidade onde os volumes de ônibus são altos e a faixa de passagem é larga o bastante para permitir ao menos duas faixas de tráfego abertas a caminhões, veículos particulares e outras formas de tráfego misto. Sob essas condições, a implementação do BRT pode aumentar a velocidade e a capacidade tanto de ônibus quanto do tráfego misto. Nesse caso, o uso de carros foi regulamentado, mas não restringido.

Algumas vezes, no entanto, esse tipo de solução não é possível e, em outros casos, pode não

ser interessante. Tomadores de decisão devem decidir se os benefícios para os passageiros de transporte público superam a falta de benefícios aos motoristas. A construção de um sistema de BRT pode tornar o congestionamento pior para o tráfego misto em certas seções, e, certamente, durante a fase de construção, esse problema será provavelmente sério. Algumas partes da rede de BRT podem precisar passar por ruas bem estreitas com múltiplas necessidades de acesso. Nessas ruas, a construção física de vias de ônibus segregadas enquanto se permite o acesso de carros e caminhões pode não ser exequível ou desejável. Inevitavelmente, em algumas partes da rede de BRT, no mínimo os ônibus alimentadores, devem operar em condições congestionadas do tráfego misto. Uma opção para manter as velocidades dos ônibus nessas ruas é a restrição do acesso de automóveis por outros meios, com uma série de medidas. Algumas dessas medidas tendem a diminuir as viagens por veículos motores particulares e são conhecidas como gerenciamento de demanda de tráfego, ou TDM (Transportation Demand Management). Outras medidas podem não diminuir o uso de carros, como regulamentar o horário e localização de veículos particulares.

A restrição do acesso de veículos e a capacidade em certas vias de forma a melhorar o desempenho do sistema de ônibus podem geralmente ser balanceadas por melhorias para veículos particulares em ruas paralelas, para que o efeito líquido no tráfego misto seja nulo ou até positivo.

Entretanto, um número crescente de políticos também está decidindo que projetos de BRT, ao melhorar a qualidade do serviço de transporte público, criam uma oportunidade única para reduzir o uso de carros na cidade, de forma a reduzir a poluição do ar, aumentar o espaço público e aumentar o número de viagens e a lucratividade do transporte público. Essa seção discute os mecanismos para a implementação de medidas que aumentaram a capacidade da municipalidade de regulamentar melhor o acesso de veículos motorizados particulares a diferentes partes da cidade, de acordo com as necessidades específicas de cada local.

Essas medidas incluem o seguinte:

- Redução de vagas de estacionamento disponíveis;

- Maiores taxas de estacionamento;
- Aumento da fiscalização de estacionamentos;
- Programa de encerramento de atividades de estacionamentos;
- Rodízios pelo número da placa;
- Cobrança de taxas de uso de via e taxas de congestionamento;
- Programas de combinação de viagens (Travel Blending ou Travelsmart™);
- Planos de viagem ecológicos;
- Medidas de moderação de tráfego.

Uma descrição mais completa das opções de TDM pode ser encontrada na Encyclopaedia of the Victoria Transport Policy Institute (VTPI, 1006) *online*.

14.1.1 Regulamentação de estacionamento

“E se nós falharmos no impedimento da erosão das cidades pelos automóveis?... Nesse caso, nós norte-americanos dificilmente precisaremos de ponderar um mistério que tem incomodado o homem durante milênios: Qual o sentido da vida? Para nós, a resposta será clara, estabelecida e, para todas as propostas práticas, indiscutível: A vida serve para produzir e consumir automóveis.”

—Jane Jacobs, escritora e ativista, 1916–2006

Poucas políticas são tão emocionalmente carregadas para os cidadãos quanto às políticas de estacionamento. A ameaça de remoção de até mesmo umas poucas vagas de estacionamento para colocar um sistema de BRT pode parecer um desafio intimidante para um político, mesmo que, diariamente, isso melhore as viagens diárias de centenas de milhares de passageiros públicos. Prefeitos do primeiro mundo têm os poderes legais para regular o estacionamento na rua, mas temem usar esse poder. No mundo em desenvolvimento, o controle político sobre o estacionamento não está, em geral, completamente nas mãos dos prefeitos, mas nas mãos da polícia, de governos sub-municipais, ou até mesmo de máfias locais.

Grande parte dos estacionamentos está em mãos particulares. Muitas vezes, empregados governamentais e a polícia em pessoa são beneficiados com acessos privilegiados para escolher o local e o faturamento de estacionamentos. O prefeito de Bogotá Peñalosa foi quase deposto quando, na preparação para a implementação

do TransMilenio, sua administração eliminou o estacionamento nas vias em grande parte da área central da cidade (Figuras 14.1 e 14.2). O prefeito de Curitiba Jaime Lerner encarou uma revolta similar de lojistas quando removeu estacionamentos e pedestrianizou vias adjacentes ao novo sistema de BRT. Entretanto, os dois prefeitos colheram grandes recompensas políticas, assim que os cidadãos viram os benefícios, e os vendedores comprovaram que seus negócios aumentaram, em vez de diminuírem.

As condições existentes de estacionamentos na maioria dos países em desenvolvimento estão longe das ideais sob a perspectiva de qualquer um. Essa situação cria a oportunidade de usar o projeto de BRT para melhorar, de verdade, a situação geral de estacionamentos para motoristas, mesmo que o projeto em si necessite de remover milhares de vagas nas ruas. Mesmo que um prefeito possa optar pelo projeto de BRT, na verdade, para reduzir o estacionamento total no centro da cidade de forma a encorajar o uso de transporte público e desencorajar o uso de carros, há ferramentas técnicas disponíveis até para um prefeito que não queira reduzir a disponibilidade de estacionamentos. Em cada caso, um plano de estacionamento, tecnicamente adequado, é crítico, e o gabinete do prefeito deve preparar uma boa campanha de conscientização do público.

A Tabela 14.1 resume as várias estratégias de gerenciamento de estacionamento que permitem as municipalidades a controlar melhor o espaço público e o crescimento do uso de veículos particulares.

14.1.1.1 Levantamento das condições de estacionamento

A garantia de apoio político para qualquer mudança no regime existente de estacionamentos é crítico. O primeiro passo é compreender completamente a situação existente e depois tornar públicos os elementos do *status quo* que são injustos e desiguais. Os sistemas de BRT pode ser apresentados como uma oportunidade para otimizar a regulamentação de estacionamentos na área de impacto, e, se o tempo permitir, na cidade mais genericamente. Para defender a questão perante o público, os implementadores da política devem se preparar com tanta informação quanto possível. Um bom ponto para começar é um *estudo de utilização de estacionamentos* revendo a situação existente de estacionamentos.

O estudo de estacionamento normalmente envolve primeiro o levantamento das informações sobre o seguinte:

- Total designado de vagas oficiais na rua e suas localizações específicas;
- Total de lugares onde as pessoas estacionam regularmente, em vagas regulamentadas ou não;
- Total de vagas disponíveis fora da via;
- Regime de regulamentação de estacionamentos na via existentes para cada tipo de vaga existente, incluindo períodos de restrição, se houver;
- Ocupação total dessas vagas ao longo do dia.

A avaliação da situação existente de estacionamentos e suas ramificações sobre a

Figuras 14.1 e 14.2
Imagens da Avenida 15 (“Carrera 15”) em Bogotá, antes e depois. O prefeito Enrique Peñalosa foi quase deposto por fiscalizar as leis de estacionamento e melhorar o espaço público. Ao fim, ele se tornou um dos prefeitos mais populares de Bogotá de todos os tempos com sua visão ambiciosa.

Fotos por cortesia do gabinete do Prefeito de Bogotá



Tabela 14.1: Estratégias de gerenciamento de estacionamento

| Estratégia de gerenciamento | Descrição |
|--|--|
| Estratégias que resultam no uso mais eficiente de instalações de estacionamento | |
| Estacionamento compartilhado | Vagas que são compartilhadas por mais de um usuário, permitindo que as instalações sejam utilizadas de forma mais eficiente. |
| Uso regulamentador de benfeitorias de estacionamento | Vagas mais convenientes e mais visíveis são gerenciadas e regulamentadas para dar prioridade para viagens de maior valor, aumento da eficiência e conveniência ao usuário. |
| Padrões mais precisos e flexíveis | Redução ou ajuste dos padrões para refletir de forma mais apurada a demanda de um local em particular, levando em conta fatores geográficos, demográficos e econômicos. |
| Limitação máxima de estacionamento | Estabelecer um padrão máximo total, em vez de limites mínimos para evitar oferta excessiva de estacionamentos. |
| Estacionamento distante | Encorajamento de usuários de longa duração a utilizar estacionamentos em fora da área ou no limite dela, para que vagas mais convenientes sejam disponíveis para usuários prioritários. |
| Melhoria de informações ao usuário e <i>marketing</i> | Oferta de informação conveniente e precisa sobre a disponibilidade de estacionamento e preços, utilizando mapas, placas, panfletos e comunicação eletrônica. |
| Desenvolvimento urbano / imobiliário eficiente | Encorajamento do desenvolvimento mais adensado, misturado, multimodal e preenchendo áreas vazias, o que permite maior uso de modos alternativos e mais vagas de estacionamento compartilhadas. |
| Melhoria das condições de caminhar | Melhoria das condições para pedestres para permitir que usuários de estacionamentos possam acessar as instalações dos estacionamentos de forma mais eficiente, aumentando a oferta funcional de uma área. |
| Associações de Gerenciamento de Transportes | Associações de Gerenciamento de Transportes são organizações não lucrativas, controladas por seus sócios que podem oferecer uma quantidade de serviços que encorajam o uso mais eficiente dos recursos de transporte e estacionamento de uma área. |
| Estratégias que reduzem a demanda por estacionamentos | |
| Programas de Gerenciamento de Demanda de Transportes | Várias estratégias e programas podem encorajar perfis de viagens mais eficientes, que reduzem as viagens de automóveis e a demanda por estacionamentos. |
| Cobrança de estacionamento | Cobrar motoristas diretamente pelo uso de instalações de estacionamento e determinar tarifas para encorajar o uso eficiente de instalações de estacionamentos. |
| Melhoria dos métodos de cobrança de estacionamento | Uso de técnicas mais convenientes e eficientes de cobrança e de estacionamento para tornar a cobrança de estacionamento mais aceitável, e o custo, mais eficiente. |
| Incentivos financeiros aos usuários de transportes coletivos | Encerramento de atividades de estacionamentos e oferecimento de benefícios para dar aos usuários de transporte coletivo incentivos financeiros para incentivar a migração de modos e reduzir a demanda por estacionamentos. |
| Desvinculação de estacionamentos | Vender ou alugar vagas separadamente do espaço em edifícios, de forma que os ocupantes paguem apenas pelo número de vagas que utilizam. |
| Taxação para para instalações de estacionamento | Fixar taxas especiais para os estacionamentos e para as transações dos estacionamentos comerciais. |
| Melhoria de controle e fiscalização | A fiscalização deve ser consistente, justa e amigável. Licenças para estacionamento devem ter limitações claras com relação ao local, horário e indivíduos que podem utilizá-las, e essas limitações devem ser fiscalizadas. |
| Benfeitorias para bicicletas | Oferta de estacionamento para bicicletas e vestiários, em vez de algumas vagas para automóveis. |
| Estratégias que reduzem os impactos negativos | |
| Desenvolvimento de planos de lotação de estacionamentos | Encorajar o uso de instalações de estacionamento distantes e a promoção do uso de modos alternativos durante os horários de pico, como horários comerciais intensos e grandes eventos. |
| Tratamento de problemas de lotação | Tratar problemas de lotação de estacionamentos diretamente com estratégias de gerenciamento, cobrança e fiscalização. |
| Projeto e gerenciamento de benfeitorias de estacionamento | Melhoria do projeto de instalações de estacionamento para tratar segurança, gerenciamento de águas pluviais, conforto ao usuário e objetivos estéticos. |

Fonte: Litman, 2004a

disponibilidade de estacionamentos na área de impacto do BRT devem, portanto, ser discutidas em um debate público. Nesse debate, em geral, fica claro que algumas pessoas são muito mais beneficiadas no regime de estacionamento do que outras.

14.1.1.2 Preços de estacionamento

Mesmo que a vontade política para reduzir o número existente de vagas de estacionamento não exista, há medidas que podem ser tomadas para melhorar a eficiência do estacionamento. Aumentar os preços dos estacionamentos pode contribuir muito para desencorajar o uso de veículos mesmo sem a remoção de vagas.

A implementação de políticas de estacionamento progressivas frequentemente exige certas mudanças legislativas. Na maioria dos casos, a aprovação da câmara local e mesmo aprovações legislativas nacionais podem ser necessárias para implementar taxações dessa natureza. Transferir a fiscalização de infrações de estacionamento para a municipalidade ou para uma empresa particular da polícia de nível estadual ou nacional pode ser um processo complicado. Como em muitos desses temas, a vontade política é crítica, e a concepção de uma estratégia política de sucesso é a chave para o sucesso. Como acontece com qualquer imposto ou taxa, muitos grupos de interesse serão veementemente opostos às mudanças. Grupos influentes, como motoristas e interesses comerciais, podem formar uma oposição poderosa, mas o aumento das taxas de estacionamento também pode aumentar a rotatividade do uso das vagas, o que acaba por ajudar lojistas. Reassumir o controle político de máfias poderosas politicamente é sempre um desafio. Certamente, uma ligação direta entre o faturamento de maiores taxas de estacionamento e o perfil visível e politicamente popular da melhoria do transporte público como o BRT pode muitas vezes ser uma estratégia política de sucesso.

É claro que nem todos os veículos que entrem em uma área urbana são destinados a utilizar uma vaga de estacionamento. O tráfego que está apenas passando pela cidade não será afetado pela taxa de estacionamento. A imposição de uma taxa de estacionamento também encoraja viagens adicionais com motoristas particulares, na qual outro membro da família, amigo

ou motorista contratado leva a pessoa ao seu destino. Nesse caso, a pessoa é apenas deixada no destino e nenhum estacionamento acontece. Esses tipos de viagem com motorista particular na verdade dobram o número de viagens feitas e a distância coberta, já que cada jornada envolve uma viagem nas duas direções (uma até a cidade e outra de volta para casa). Assim, para que um programa de taxas de estacionamentos funcione, ele terá de ser combinado com outras medidas de TDM que desencorajem esses “jogos” no sistema. Por exemplo, combinar as taxas de estacionamentos com um programa de rodízio com base no número da placa pode funcionar bem para evitar esses problemas.

Preços de estacionamento variáveis

A maioria dos *experts* em estacionamento concorda que a política de estacionamentos deve objetivar assegurar que os espaços disponíveis sejam utilizados em torno de 85% do tempo. Se as vagas são ocupadas menos do que 85% do tempo, o espaço é subutilizado. Se as vagas estão ocupadas mais do que 85% do tempo, usuários potenciais do estacionamento têm de gastar muito tempo dirigindo a procura de uma vaga, e contribuindo para o congestionamento do tráfego.

O alcance da taxa de 85% de ocupação é geralmente conseguido através de dois mecanismos: limites de tempo em estacionamentos gratuitos e a cobrança de estacionamento (Figura 14.3), ou ainda uma combinação dos dois (parquímetros combinados com um limite de tempo). Preços variáveis são o método preferido, por razões que serão descritas abaixo.

Quando se planeja um sistema de BRT, o nível de ocupação de estacionamento em diferentes partes da área de influência dirá bastante sobre se há uma falta absoluta de oferta ou uma má alocação da oferta existente. Muito raramente o *status quo* de qualquer lugar é remotamente próximo ao ótimo. Na maioria das vezes, a oferta de estacionamento tem sido pessimamente alocada, e a otimização da oferta existente de estacionamento, quando as vagas são removidas por um projeto de BRT, acabam por minimizar a necessidade da construção de vagas adicionais.

Tipicamente, mesmo se o estacionamento está com baixa oferta em alguns lugares, há bastante estacionamento em lugares próximos que

Figura 14.3

Uma taxa variável de estacionamento pode ser um meio simples, ainda assim efetivo, para controlar o uso de veículos particulares, como visto aqui em Brasov (Romênia).

Foto por Manfred Breithaupt



exigem viagens a pé um pouco mais longas. A alocação de vagas mais convenientes em uma base “primeiro a chegar, primeiro a usar” a um custo bem baixo de estacionamento não leva a alocação ótima do recurso escasso de estacionamento. Uma boa política de estacionamento alocará racionalmente as vagas escassas para aqueles que mais necessitam delas. A conveniência de uma vaga deve ser proporcional ao número de pessoas que precisam utilizá-la ao longo de um dado dia.



Os consumidores de estacionamento podem ser divididos em segmentos diferentes de mercado com diferentes necessidades de estacionamento:

- Residentes locais, que tendem a estacionar de noite e fazer apenas algumas viagens por dia entre o seu apartamento e seu carro;
- Empregados, que tendem a estacionar todo o dia e ir do seu carro ao escritório e voltar apenas uma vez no dia;
- Serviços de frete e entrega que precisam estar na calçada adjacente para breve carga e descarga, mas em muitos lugares diferentes ao longo do dia;
- Compradores, que precisam estacionar na loja por um breve período, ou na área comercial por um tempo um pouco maior, mas uma loja precisa de muitas delas para sobreviver;
- Pessoas a passeio, incluindo recreação, pessoas indo ao cinema, jantar, etc.

Um bom regime de estacionamento acaba por desencorajar empregados a estacionar na frente de lojas, onde o espaço deve ser disponibilizado para clientes e veículos de entrega. Se uma centena de pessoas desejasse visitar uma loja ou museu central da cidade, mas apenas uma pessoa trabalha na loja ou museu, é obviamente melhor permitir que os compradores parem diretamente na frente da loja e encorajar a pessoa trabalhando na loja ou no museu, ou morando em um apartamento nas proximidades, a estacionarem mais longe. Essa abordagem aumenta a eficiência, já que o trabalhador ou o residente do apartamento só faz a caminhada uma vez por dia, enquanto causar inconveniências para os clientes, acaba por causar inconveniências para centenas de clientes por dia. O estacionamento livre e desvalorizado na frente de lojas provoca o uso provável por um residente ou um empregado da loja, consumindo o escasso espaço de estacionamento por todo o dia, forçando talvez centenas de compradores a caminhar uma longa distância, com o detrimento dos negócios na área (Figura 14.4). O aumento

Figura 14.4

O estacionamento sem controle no centro histórico de Quito significa que pedestres perdem acesso a calçadas, a ambientação visual da arquitetura histórica é comprometida e os motoristas não tem incentivos para usar meios de transporte alternativos.

Foto por Lloyd Wright

das taxas de estacionamento por hora de uso aumentará a disponibilidade de estacionamento em lugares populares para clientes de estacionamento com os maiores incentivos econômicos para usar o estacionamento: compradores e caminhões de entrega de curta permanência.

Uma análise de estacionamento conduzida dentro do projeto de BRT de Dar es Salaam ajudou a identificar o potencial para um aumento na eficiência de estacionamento através de uma nova estrutura de cobrança de estacionamento. O Quadro 14.1 resume o processo que levou a melhorias de gerenciamento de estacionamento em Dar es Salaam.

O próximo passo é investigar os pontos problemáticos e a taxa de rotatividade de estacionamento nesses lugares. Se o tempo médio de estacionamento por veículo é muito longo, isso geralmente indica que as taxas de estacionamento estão muito baixas. Um estudo no distrito comercial de Westwood, Califórnia (EUA), indicou que a taxa de ocupação de estacionamentos era 100%, significando que era praticamente impossível para compradores acharem um lugar para estacionar. À taxa de ocupação de 100%, o número de pessoas que podia estacionar em 829 vagas era de 829 veículos. Quando os preços de estacionamentos na via foram

Quadro 14.1: O BRT e o gerenciamento de estacionamentos em Dar es Salaam

Dar es Salaam representa um dos mais bem regulados sistemas de estacionamento para um país em desenvolvimento. A Câmara de Dar atualmente cobra uma única taxa por hora para qualquer estacionamento na via na área central, e uma taxa um pouco menor por hora em uma área comercial próxima. Nenhuma outra área dentro da cidade tem cobrança de estacionamento na via.

A equipe de projeto para o sistema de BRT de Dar es Salaam (DART) determinou que 1.004 vagas precisarão ser removidas da área central de forma a acomodar as faixas exclusivas do sistema de BRT. Para examinar se essas vagas precisariam ser repostas por novas vagas em outros lugares, ou se seriam simplesmente removidas, uma pesquisa de ocupação de vagas de estacionamento foi conduzida.

O estudo descobriu que havia 13.803 vagas disponíveis, dentro e fora da via, em média, durante os horários de pico de negócios, e que apenas 10.594 dessas vagas eram geralmente ocupadas. Um pouco da oferta de vagas na rua tinha sido vendida em blocos para pequenos negócios, a preços bem baixos, e outros blocos de estacionamentos na via eram controlados por agências governamentais e internacionais. Essas descobertas evidenciaram uma taxa de ocupação de uns 77%. Como normalmente 85% é geralmente considerado o equilíbrio ótimo

entre eficiência de uso e facilidade de localização de uma vaga, o estudo determinou que não havia falta generalizada de estacionamento no centro da cidade e que a remoção de vagas para o sistema DART poderia proceder sem a necessidade de construção ou designação de novas vagas.

Descobriu-se, no entanto, que a taxa de ocupação estava longe de ser uniforme. Na parte sul do CBD (Central Business District), a taxa de ocupação era 104%, em razão de um grande número de carros ilegalmente estacionados; enquanto em outras áreas a taxa de ocupação era tão baixa quanto 62%, em poucas vagas reservadas para negócios específicos. A partir disso, concluiu-se que o estacionamento na parte sul estava com o preço baixo, em outros lugares os preços estavam bons e que a venda de blocos de estacionamento para negócios específicos estava limitando significativamente a oferta geral de estacionamento. Essas duas mudanças compensariam muito a perda de vagas resultante do projeto de BRT (Millard-Ball 2006).

Essas conclusões foram apresentadas em uma reunião pública e tiveram sucesso em minimizar as preocupações da maioria dos lojistas e donos de propriedades. O exercício demonstrou ao público que o tema da disponibilidade de estacionamento não é absoluto, mas relativo em relação à localização e ao preço. Taxas fixas de estacionamento cobram pouco pelo estacionamento em certos locais e cobram muito em outras; elas não são inerentemente mais equalizadoras e, de forma nenhuma, economicamente ótimas.

elevados para os mesmos níveis dos estacionamentos em garagens fora da via, o número de veículos capazes de estacionar aumentou para 1.410 graças ao aumento na taxa de rotatividade. Isso também induziu as pessoas a compartilhar veículos, assim a ocupação de veículos também subiu. O número total de pessoas chegando nas lojas, portanto, cresceu de 1.078 por hora para 2.397 (Shoup, 2005, p. 366). À medida que cada um desses visitantes é potencialmente um cliente de alta renda, o aumento de preços foi capaz de aumentar significativamente a disponibilidade de estacionamento no centro da cidade e do número total de compradores. Portanto, aumentar a cobrança não funcionou como uma medida de gerenciamento de demanda de tráfego; de fato, induziu nova demanda. Não reduziu a oferta de estacionamento, aumentou-a. Portanto, se um projeto de BRT tem de cortar vagas de estacionamento, essa perda de disponibilidade de estacionamento pode ser mitigada com o aumento do preço e portanto da taxa de rotatividade das vagas disponíveis.

Tributo sobre vagas

Em países desenvolvidos, o imposto sobre estacionamentos comerciais talvez seja a forma mais comum de taxa de estacionamento. Essa técnica é um simples imposto de venda aplicado às empresas particulares de estacionamento. A alíquota do imposto varia por cidade; exemplos incluem um imposto de 50% em Pittsburg (EUA) e um imposto de 25% em São Francisco (EUA) (Litman, 2006a). Ainda que esses impostos sejam bastante comuns, a taxação de estacionamentos comerciais pode criar consequências inesperadas. Primeiro, sem uma boa definição da manutenção do registro de vendas e de um sistema de fiscalização, a evasão fiscal pode

ocorrer. Segundo, o peso fiscal pode ser geograficamente bem restrito a centros comerciais, já que estacionamentos comerciais só são encontrados nessas áreas. Terceiro, ainda que o imposto possa oferecer um incentivo aos operadores para reduzir as vagas de estacionamentos comerciais, ele pode, ao mesmo tempo, encorajar um crescimento no número de vagas gratuitas.

Em contraste, um “tributo sobre vagas” funciona como uma cobrança determinada para todas as vagas não residenciais, sem levar em conta se o espaço é ou não utilizado (Figura 14.5). Um tributo sobre vagas pode ser cobrado em uma base periódica de forma similar a impostos territoriais. Um tributo sobre vagas de estacionamento oferecer múltiplos benefícios que podem não apenas encorajar o uso de transportes públicos, mas também levar a melhores usos do espaço público. Muitas cidades na Austrália, incluindo Sydney e Perth, foram pioneiras no conceito de tributo a vagas de estacionamento.

Com base nessas experiências, uma taxa de estacionamento pode ser bastante efetiva para múltiplos objetivos complementares: 1.) reduzir o uso de veículos particulares; 2.) encorajar viagens no transporte público; e 3.) levantar receita para o custeio de infra-estrutura de transporte público. Taxas de estacionamento também podem ser uma alternativa particularmente relevante para cidades de nações em desenvolvimento, especialmente como um mecanismo de levantamento de faturamento de curto a médio prazo.

Figura 14.6

Um tributo sobre estacionamentos também pode levar ao re-desenvolvimento de terrenos de estacionamento que podem ser atualmente viáveis com apenas alguns veículos estacionados.

Foto por Lloyd Wright

Figura 14.5
Com um tributo a vagas, lojas têm um interesse inerente de prover apenas o número de vagas que são realmente necessárias.

Foto por Lloyd Wright



Já que o tributo sobre vagas de estacionamento se aplica quer o espaço seja utilizado regularmente quer não, donos de propriedades têm um incentivo para estudar a utilidade de manter cada vaga. Sem um tributo sobre vagas, um terreno de estacionamento urbano pode ser financeiramente viável mesmo se apenas uma fração dos espaços seja realmente usado (Figura 14.6). Com um tributo sobre vagas de estacionamento, donos de propriedades tenderão a converter o espaço para usos mais produtivos.

14.1.1.3 Fiscalização de estacionamento

“Um milhar de policiais coordenando o tráfego não pode dizer por que você veio ou onde você vai.”

—T. S. Elliott, poeta e dramaturgo, 1888–1965

A situação de um veículo estacionado na calçada de pedestres não é incomum em muitas cidades em desenvolvimento (Figura 14.7). A polícia é muitas vezes incapaz, ou parece não ter vontade, de impedir essa prática. O resultado é uma cultura que permite que veículos particulares consumam o espaço público, o que enfraquece ainda mais a posição social de caminhar e outras formas sustentáveis de mobilidade. Entretanto, a fiscalização das leis de tráfego e estacionamento pode produzir de imediato o efeito oposto. A aplicação de multas e penalidades a veículos estacionados ilegalmente poderá desencorajar a prática, bem como reduzir a oferta geral de estacionamentos. Trabalhos são feitos para sugerir vários mecanismos para melhorar a fiscalização de estacionamento (Cracknell, 2000). Melhorias na fiscalização de estacionamentos trazem muitos benefícios além do encorajamento do uso de transportes públicos. A fiscalização de estacionamentos também instiga uma cultura de cidadania, melhora a segurança de tráfego e de pedestres e cria um ambiente urbano mais agradável.

14.1.1.4 Reduzindo a oferta de estacionamento

Como o BRT oferece aos passageiros um novo serviço de transporte de massa de qualidade para uma área central, um prefeito pode optar por reduzir a oferta total de estacionamento para veículos motorizados particulares de forma a tentar e induzir uma migração modal de carros para o novo sistema de BRT, reduzir o congestionamento, a poluição do ar e liberar terrenos do



centro da cidade antes usados como estacionamentos para outras utilidades públicas. Bogotá foi muito agressiva no corte de estacionamentos disponíveis, eliminando aproximadamente um terço do total de vagas nas áreas centrais antes da implementação do TransMilenio. Instalações de estacionamentos fora da via pegaram uma parte dessa demanda. Entretanto, não como o estacionamento na via, os estacionamentos particulares cobram uma taxa por esse serviço. O resultado final foi o fim de estacionamentos gratuitos na cidade e a retomada do espaço público. Em muitos casos, os antigos espaços de estacionamento foram convertidos em um novo ambiente atraente para pedestres (Figura 14.8).

A remoção do estacionamento na via, apesar de toda a sua complexidade política, é extremamente simples do ponto de vista técnico. A área designada para estacionamento pode ser simplesmente removida. Ela pode ser substituída por uma faixa de tráfego misto, por uma faixa de bicicleta, pela calçada, ou por paisagismo. Em muitos casos, os planejadores podem decidir substituir o espaço de estacionamento por espaço adicional para pedestres. Uma vez que a fiscalização pode ser um problema em países em desenvolvimento, o uso de estruturas físicas, como guias bem altas e colunas, pode ser necessário para manter os motoristas fora das calçadas. Em geral, contudo, o uso de árvores e outras medidas de paisagismo são formas mais agradáveis esteticamente para fazer a barreira de

Figura 14.7
Estacionamentos ilegais em calçadas desencorajam a caminhada e enviam a mensagem de que veículos particulares são mais importantes do que pessoas.

Foto por Lloyd Wright



Figura 14.8
Bogotá eliminou muito de seus estacionamentos na via de forma a deter o uso de veículos particulares. As antigas vagas de estacionamento foram convertidas em um espaço público mais atraente.

Foto por Lloyd Wright

proteção. Alguns países usam o estacionamento de bicicletas como uma coluna de separação que ainda oferece um serviço adicional (Figura 14.9).

O estacionamento fora da via também pode ser regulado através de taxas, remoção de subsídios e mudança dos códigos de obras. Em alguns países, proprietários de edifícios recebem uma redução de imposto de propriedade se oferecerem estacionamentos fora da via. Essas reduções de impostos tendem a encorajar o uso de



Figura 14.9
Instalações para o estacionamento de bicicletas também podem servir como colunas de separação, impedindo veículos de subirem na calçada, tendo dupla função.

Foto por Lloyd Wright

veículos motorizados particulares. Para desencorajar motoristas, essas reduções podem ser abandonadas ou subsídios de igual valor podem ser dados para empregados dispostos a ir de bicicleta ou usar o transporte público. Garagens de estacionamento também podem ser taxadas.

Códigos de obras muitas vezes também criam incentivos à oferta de estacionamento subótimas, e deveriam ser revistos e, se necessário, mudados. Um projeto de BRT pode ser uma boa oportunidade para rever esses padrões. A Tabela 14.2 registra os padrões mínimos de estacionamento exigidos em Dar es Salaam.

Tabela 14.2: Mínimos de estacionamento em Dar es Salaam

| Uso | Exigências de estacionamento |
|----------------------------|-------------------------------------|
| CBD | |
| Escritório | 1 vaga para cada 100 m ² |
| Comercial | 1 vaga para cada 200 m ² |
| Hotel | 1 vaga para cada 10 camas |
| Hospital | 1 vaga para cada 10 leitos |
| Flat | 1 vaga para cada unidade |
| Distrito de Cariacó | |
| Prédios baixos | Uma vaga por andar |
| Prédios altos | Mínimo de quatro vagas por andar |

Esses padrões estão aproximadamente entre 25% e 50% dos mesmos padrões dos EUA, que são bastante elevados pelos padrões mundiais. Dar es Salaam, no entanto, tem uma divisão modal de uso de carros, entrando no centro da cidade abaixo de 5%. Nos EUA esse número é maior do que 70%. Os números de Dar es Salaam são bastante típicos para nações em desenvolvimento. Desenvolvedores imobiliários frequentemente ficariam felizes em construir menos vagas, mas são forçados a construir mais vagas pelas regulamentações governamentais. Em Dar es Salaam, o resultado é que muitas das instalações são, na prática, usadas para armazenamento e outras funções. Um projeto de BRT deve ser usado para revisar para baixo as exigências mínimas de estacionamento para edifícios na área de impacto.

14.1.2 Restrições diárias com base no número da placa (rodízios) ou ocupação de veículos

“Se o automóvel tivesse seguido o mesmo ciclo de desenvolvimento que o computador, um Rolls-Royce hoje, custaria \$ 100,00, faria um milhão de quilômetros por litro e explodiria uma vez por ano, matando todo mundo dentro.”

—Robert X. Cringely, InfoWorld

14.1.2.1 Restrições com base no número da placa

As menores velocidades dos ônibus, o sério congestionamento e a contaminação do ar em algumas cidades em desenvolvimento levaram as autoridades a fiscalizar o banimento de veículos com base no número das placas. O último dígito no número da placa do automóvel determina o(s) dia(s) durante o(s) qual(is) o veículo é autorizado a circular em uma área específica da cidade. O uso do veículo com uma placa que não seja válida naquele dia específico resulta em uma multa ou penalidade. Essas medidas poderiam ser implementadas simultaneamente a um projeto de BRT de forma a aumentar as velocidades dos ônibus nas situações em que os ônibus ainda estão operando no tráfego misto.

Rodízios, para que sejam efetivos, devem ser fiscalizáveis. Isso geralmente requer a designação da área dentro da qual a restrição é válida, como um anel viário ou outro perímetro natural como um rio, em que o número de pontos de acesso que precisam ser monitorados pode ser minimizado. Zonas menores, relacionadas especificamente com as áreas de impacto do BRT também podem ser testadas.

O sucesso dos programas de rodízio é bem variado. O benefício do rodízio se dissipa à medida que o número de veículos aumenta. Em cidades como a Cidade do México e São Paulo, os programas tiveram sucessos iniciais que se obscureceram ao longo do tempo, além disso, a rudeza da abordagem teve algumas consequências inesperadas. Muitos residentes nessas cidades evitaram as restrições simplesmente através da aquisição de um segundo veículo com um número de placa diferente. Assim, ao possuir dois veículos com placas diferentes, a pessoa ainda é capaz de viajar todos os dias com veículo particular. Além disso, já que o segundo carro era tipicamente um veículo usado, de pior



Figura 14.10
Um esquema de rodízio bem concebido pode facilmente evitar o problema da aquisição do segundo carro.

Foto por cortesia da Fundación Ciudad Humana

qualidade, o resultado final implicou que ainda mais emissões eram lançadas no ar.

Um programa bem concebido, no entanto, pode evitar os problemas experimentados no México e em São Paulo (Figura 14.10). Algumas das técnicas utilizadas para evitar o “jogo” com o número de placas incluem:

- Restringir quatro ou mais placas por dia;
- Mudar os dias correspondentes a um dia particular em uma base regular (*i.e.*, a cada 6 ou 12 meses);
- Aplicar a restrição apenas durante o horário de pico;
- Exigir a troca de placas de carros usados mudando de dono e colocar o mesmo número final para todos os veículos adicionais registrados no mesmo endereço;
- Aplicar taxas sobre a propriedade de veículos para restringir o crescimento de veículos motorizados.

Bogotá desenvolveu um programa de rodízio que obteve sucesso na remoção de 40% dos veículos particulares da rua todos os dias durante o horário de pico. A abordagem de Bogotá teve sucesso ao projetar um sistema para desencorajar a compra do segundo (ou terceiro) veículo. Primeiro, Bogotá optou por proibir quatro números de placas todos os dias, em vez de usar apenas um, dois ou três. A Tabela 14.3 lista o dia da semana e os números de placas que são proibidos. A restrição de quatro números de placa a cada dia implica que uma pessoa precisa comprar três carros, em vez de dois, para cobrir todos os dias da semana. Segundo, a proibição de veículos em Bogotá só se aplica durante os horários de pico. Esse horário é das 06:00 às 09:00, de manhã, e das 16:30 às 19:30, à tarde. Assim veículos com os números proibidos em um dia ainda podem circular no mesmo dia, fora dos horários de pico.

O efeito final é o encorajamento de uma migração para o uso do transporte público. Essa flexibilidade em conjunto com a aplicação da restrição a quatro números de placa representou que Bogotá não experimentou um problema em que as pessoas compravam múltiplos veículos para evitar a restrição. A medida contribuiu com uma mudança de antigos usuários de carros para o transporte público como o modo de transporte diário estimada em 10%.

Tabela 14.3: Restrições de placas em Bogotá

| Dia da semana | Final de placa com circulação restrita |
|----------------------|---|
| Segunda-feira | 1, 2, 3, 4 |
| Terça-feira | 5, 6, 7, 8 |
| Quarta-feira | 9, 0, 1, 2 |
| Quinta-feira | 3, 4, 5, 6 |
| Sexta-feira | 7, 8, 9, 0 |

14.1.2.2 Restrições com base na ocupação de veículos

As cidades também podem restringir o acesso a faixas específicas, ruas ou áreas com base na ocupação do veículo, e algumas o fizeram de forma relacionada ao BRT. Faixas de veículos com alta ocupação são populares em cidades dos EUA (high occupancy vehicles, HOV, N. do T.: chama-se faixa HOV2, uma faixa que permite a circulação de carros com 2 passageiros, faixa HOV3 a que exige no mínimo 3; nos EUA, faixas HOV2 e HOV3 são as mais comuns). Em rodovias onde há poucas paradas, e em condições como os EUA e partes da África, onde os volumes de ônibus são baixos, e as velocidades dos ônibus também são baixas, a combinação de uma faixa de ônibus com outros veículos de alta ocupação pode tornar faixas de prioridade de ônibus mais aceitáveis ao público, sem comprometer efetivamente o seu efeito nas velocidades dos ônibus. Existe uma faixa de ônibus, táxis e HOVs em diversas vias expressas de Nova Iorque, para Staten Island, e para o Brooklin e Queens; e ainda sobre a Ponte Verazanno. Propostas combinadas de faixas de ônibus e veículos de alta ocupação estão sendo consideradas na Cidade do Cabo e em diversas cidades nos EUA. Para serem eficientes, restrições de ocupação de veículos exigem uma boa quantidade de esforço de fiscalização. A falta de fiscalização em muitas cidades de nações em desenvolvimento pode

implicar que esses esquemas são rudemente ignorados pela maioria dos motoristas.

Jacarta tem uma restrição de “três em um” (“3 IN 1”, três pessoas em um carro) durante o pico da manhã no mesmo corredor norte-sul onde o sistema de BRT TransJakarta foi construído. Esse sistema de restrição de veículos teve algum efeito sobre o tráfego, mas também alguns efeitos perversos. Ele conduziu a uma indústria de pessoas que “pegam carona” com o motorista sozinho para somar o número de passageiros necessário para circular no corredor, mediante o pagamento de pequenas taxas. Em alguns casos, crianças estão abandonando a escola de forma a se tornarem “jôqueis do três em um” para donos de automóveis. Isso também levou a um particular pico duplo, um no horário normal do pico e um logo após, ao término da restrição “três em um”. Como resultado do sistema de BRT, há discussões ativas sobre a extensão do sistema de “três em um” para o dia todo, e, por fim, para substituir o esquema de cobrança de congestionamento.

14.1.3 Cobrança do uso da via e precificação de congestionamentos

14.1.3.1 Definição de taxas/cobrança de congestionamento

A infra-estrutura viária de uma cidade tem uma capacidade finita para acomodar as quantidades sempre crescentes de veículos particulares. Os congestionamentos resultantes impõem custos inumeráveis sobre a cidade na forma de poluentes do ar, ruído, desgaste pessoal, serviços de entrega não confiáveis e a incapacidade das pessoas viajarem eficientemente.

A maioria dos economistas concorda que o congestionamento de tráfego é o resultado de uma falha de cobrar apropriadamente pelo valor do acesso à via, e vê a cobrança do uso da via como a solução ideal. O último motorista a entrar em uma via reduz o seu tempo de viagem apenas marginalmente, mas acaba por reduzir o tempo de viagem de todos os outros motoristas na via. Como resultado, o custo social da decisão do motorista durante um período congestionado é muito maior que o custo para o indivíduo que tomou a decisão. Um esquema de cobrança de congestionamentos, ao fazer com que o motorista pague o custo social total da decisão de usar uma

estrada congestionada, pode contribuir muito para reduzir o congestionamento (Figura 14.11).

Na prática, a implementação de um regime de cobranças perfeito pelo acesso à via se mostrou complicado, mas um número cada vez maior de cidades está se aproximando bastante. Ao oferecer um serviço de transporte público melhor, um projeto de BRT também cria uma possível oportunidade política para começar a inserir a cobrança da taxa de congestionamento. Novos métodos eletrônicos de cobrança de congestionamento criam novas possibilidades para a regulamentação do acesso de veículos de forma mais relacionada com o local, o que pode ser cada vez mais associado com projetos de BRT para otimizar o uso da via e as velocidades dos ônibus em locais específicos.

Abordagens diferentes para internalizar melhor os custos sociais completos de dirigir são conhecidos por nomes diferentes, incluindo cobrança de uso da via, precificação de congestionamentos e cobrança de área.

A precificação de congestionamentos coloca um valor monetário sobre o uso do espaço da via durante os horários de pico de viagens. Motoristas que desejam entrar em uma área congestionada devem pagar uma taxa para ganhar o acesso legal ao uso da via. Ao cobrar pelo uso



Figura 14.11
Cobrar dos motoristas pelo acesso ao espaço da via oferece um incentivo financeiro para considerar modos alternativos como o BRT.

Foto por Lloyd Wright

do “recurso via”, apenas aqueles que valorizam o acesso mais do que a taxa de congestionamento viajarão durante o horário de pico.

Londres, Singapura, Estocolmo e três cidades na Noruega implementaram esquemas de cobrança. Os resultados mostraram uma redução visível no congestionamento, bem como a geração de receitas para opções de transportes sustentáveis.

14.1.3.2 Cobrança eletrônica do uso da via em Singapura

De 1975 a 1998, Singapura operou um esquema de cobrança do uso da via manual. O esquema exigia que motoristas pagassem para entrar em



Figura 14.12
O sistema eletrônico de cobrança pelo uso da via de Singapura é eficiente para diminuir o uso de veículos, especialmente durante os horários de pico.

Foto por Manfred Breihaupt

uma Zona Restrita central. Os avanços tecnológicos permitiram que a cidade implementasse um esquema de cobrança eletrônica de uso da via em 1998 (Electronic Road Pricing, ERP). O sistema utiliza sinais de rádio de curto alcance entre unidades eletrônicas nos veículos (*transponders*) e pórticos sobre a via (Figura 14.12). Os pórticos estão tanto nas maiores avenidas entrando no centro quanto ao longo de certas vias expressas. Assim, tarifas são aplicadas não apenas no centro, mas também ao longo de certas vias congestionadas. Um cartão eletrônico é inserido em uma unidade leitora a bordo do veículo para validar a entrada na Zona Restrita. A recarga do cartão eletrônico pode ser feita em postos de gasolina ou caixas eletrônicas de bancos.

Há, na verdade, três funções para os pórticos. Primeira, um conjunto tecnológico no pórtico envia um sinal para a unidade no veículo (*transponder*) e deduz a tarifa. Um segundo conjunto de tecnologia é o sistema de fiscalização. Se a comunicação entre a unidade do veículo e a antena de rádio do pórtico indicam que a tarifa de uso da via não foi paga, uma câmera no pórtico fotografa os veículos infratores e identifica o número de sua placa. Terceiro, os pórticos recolhem informações de tráfego e as enviam para um centro de controle para gerenciar e coordenar o sistema.

Esse sistema de *software* permite que uma tarifa diferente seja aplicada para cada período de meia-hora. A tarifa mais cara é atualmente 1,71 dólares por meia hora gasta na Zona Restrita. O custo de infra-estrutura do sistema de cobrança eletrônico de Singapura foi de aproximadamente 114 milhões de dólares. A cada ano, o sistema gera 46 milhões de dólares em receitas, com um custo de operação de 9 milhões de dólares. O esquema de cobrança eletrônica tem o crédito de reduzir os níveis de tráfego em 50% e de ter aumentado as velocidades médias do tráfego de 18 km/h para 30 km/h.

O sistema de Singapura oferece aos gerentes de tráfego grande capacidade para ajustar a tarifa de congestionamento para pontos bem específicos, onde o congestionamento é pior. Assim, esse sistema tem o potencial de chegar muito mais perto de otimizar a estrutura de cobrança para os locais onde o congestionamento está pior.

O sistema de Singapura, no entanto, exige que alguém entrando no centro tenha uma unidade eletrônica no seu carro. Por conta de Singapura ser uma cidade-Estado, não há um grande volume de veículos entrando em Singapura vindo de outras jurisdições, e o nível de tráfego existente pode ser facilmente manejado por instalações na beira da via onde um *transponder* pode ser alugado ou comprado. Ainda que o preço da unidade eletrônica a bordo do veículo esteja caindo, para outros sistemas utilizarem o mesmo esquema, um mecanismo para facilitar o acesso às unidades eletrônicas a bordo para motoristas de outras jurisdições deve ser desenvolvido. A fiscalização também é mais fácil quando praticamente todo o tráfego é da mesma jurisdição municipal.

14.1.3.3 Cobrança de taxa de congestionamento em Londres

A inauguração do sistema de cobrança de taxa de congestionamento em Londres ajudou recentemente a divulgar o apelo dos planejadores de transporte de todo o mundo. Ao longo das últimas décadas, o congestionamento de tráfego de Londres piorou até o ponto que as velocidades médias de tráfego passaram a ser similares às velocidades das carruagens a cavalo utilizadas em Londres durante o século 19. Em resposta, o prefeito de Londres, Ken Livingstone decidiu implementar um esquema de cobrança de taxas de congestionamento no núcleo central da cidade.

Atualmente, uma taxa de 8 libras (14 dólares) é imposta a veículos que entram na zona central das 07:00 às 18:30 (de segunda a sexta). Motoristas podem pagar através de uma variedade de mecanismos, incluindo a Internet, telefone, mensagens de texto de celulares, máquinas de auto-atendimento, correios e lojas diversas (Figura 14.13). Motoristas têm até a meia-noite do dia em que entraram na área para pagar a tarifa, ainda que pagamentos depois das 22:00 aumentam para 10 libras (18 dólares). Subsequentemente, uma multa de 80 libras (144 dólares) é aplicada para motoristas que falham em pagar até a meia-noite.

O sistema de Londres difere do sistema de Singapura de diversas formas. Primeiro, o sistema de Londres não exige uma unidade eletrônica a bordo do veículo e não exige um sistema de



Figura 14.13

Motoristas têm uma quantidade de opções para pagar a taxa de congestionamento de Londres, incluindo lojas locais.

Foto por Lloyd Wright

cartões eletrônicos a serem carregados. É apenas um sistema de fiscalização. Londres não utiliza pórticos, mas em vez disso se apoia em tecnologia de câmeras para identificar as placas de todos os veículos passando pelo ponto, e envia essa informação para um computador central (Figura 14.14). Ao fim de cada dia, a lista de veículos identificados entrando na zona é comparada com a lista dos veículos que fizeram pagamentos para os operadores do esquema. Quaisquer proprietários de veículos sem pagamento são referenciados para ações de fiscalização.

Londres adotou um sistema com base em câmeras, em vez de um sistema de pórtico eletrônico por várias razões. Primeira, esperava-se que a eliminação do sistema eletrônico embarcado e do cartão de débito reduziria os custos administrativos. Segundo, Londres também teve preocupações estéticas, como os enormes pórticos suspensos empregados em Singapura. Terceiro, autoridades estavam preocupadas com as limitações dos sistemas com base em GPS para operar sem sofrer a interferência, nas estreitas vias com prédios altos alinhados dos dois lados.

O sistema de Londres tem algumas desvantagens. De forma distinta ao de Singapura, o sistema de Londres tem de cobrar uma tarifa fixa para uma área claramente definida. Para ganhar apoio político, residentes com veículos motorizados dentro da área de cobrança receberam um



Figura 14.14

A tecnologia de câmera utilizada em Londres para fiscalizar a taxa de congestionamento.

Foto por Lloyd Wright

desconto de 90%. Essa isenção tornou a expansão da zona complicada. O congestionamento também não é uniforme no entorno da zona, particularmente de uma zona maior. Para uma zona maior pode ser que haja congestionamentos mínimos em vias de acesso atendendo áreas de baixa renda e maiores congestionamentos em vias de acesso atendendo populações de maiores rendas. Um sistema de cobrança em pontos específicos como em Singapura tem potencial muito maior para otimizar a cobrança em pontos específicos onde há congestionamentos.

A detecção da placa não é necessária para assegurar o pagamento, mas é apenas necessária para fiscalizar o não pagamento. Por essa razão, o sistema não tem de ser 100% apurado; o sistema é apenas apurado o bastante para induzir as pessoas a pagar a taxa voluntariamente. O sistema de Londres também teve alguns problemas para cobrar motocicletas, que ficaram, portanto, isentas. As câmeras incorrem em uma taxa de falhas da ordem de 20% a 30% na leitura da placa de motocicletas em razão do tamanho menor das motocicletas e ao fato de que motociclistas nem sempre circulam no meio da faixa. Algumas placas podem ser difíceis de ler por causa das obstruções de caminhões, reflexos ou outras restrições de vista, e motocicletas são mais sujeitas a esses problemas. Em Londres, eles decidiram isentar motocicletas para assegurar um alto nível de confiança do consumidor no sistema, mas, em outras cidades com um grande número de motocicletas, elas precisariam ser incluídas.

Em adição a isenção de motocicletas, a cobrança de taxas de congestionamentos também são

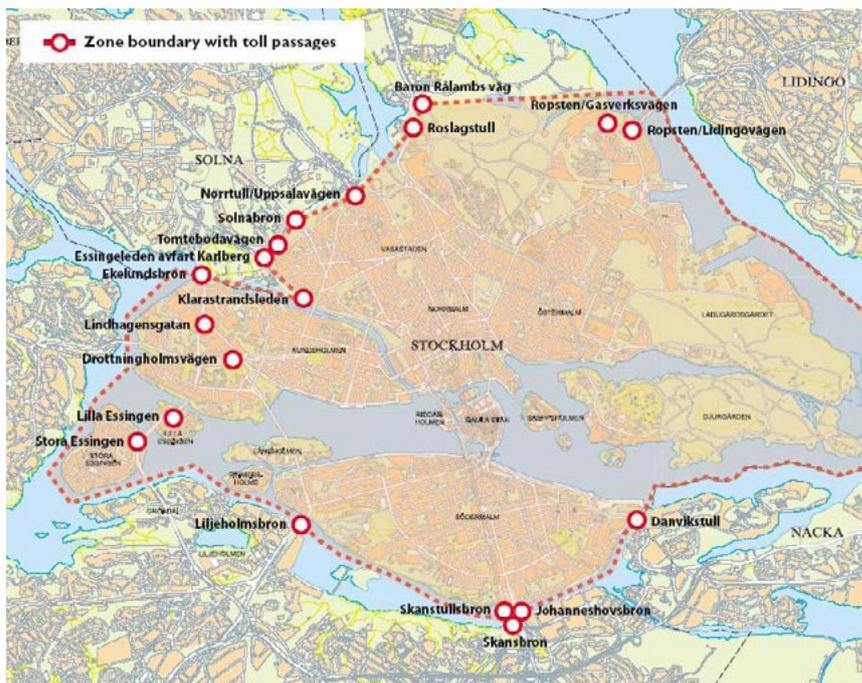


Figura 14.15
A área de cobrança de Estocolmo e os 19 pontos de entrada.

Imagem por cortesia da Cidade de Estocolmo

se aplica a táxis, transportes públicos, veículos policiais e militares, deficientes físicos, certos veículos de combustíveis alternativos, certos trabalhadores da saúde pública e caminhões-guincho. Os veículos isentos representam 23% (25.000 veículos) do tráfego total na zona.

Depois de um ano de operação, a taxa de congestionamento de Londres produziu alguns resultados impressionantes. Os níveis de congestionamento foram reduzidos em 30%, e o número total de veículos entrando na zona caiu em 18%. As velocidades cresceram de 13 km/h para 18 km/h. Talvez o benefício menos esperado foi o impacto no sistema de ônibus de Londres. Com congestionamentos menores, as velocidades das viagens de ônibus aumentaram em 7%, prontificando um aumento drástico na clientela de 37%. As receitas do programa de Londres foram aplicadas no apoio de esquemas de prioridade de ônibus e projetos de ciclovias. Londres está atualmente planejando a expansão da zona de cobrança de taxa de congestionamento.

14.1.3.4 Taxa de congestionamento em Estocolmo

Em 3 de janeiro de 2006, Estocolmo se juntou a Londres e Singapura como cidades grandes empregando a taxa de congestionamentos. Estocolmo pegou conceitos emprestados de suas duas predecessoras, enquanto também utilizou

várias inovações tecnológicas. A cobrança de Estocolmo foi implementada como um mecanismo de experimentação por um período de seis meses, tempo depois do qual o público votaria se ele deveria ser mantido. De fato, em setembro de 2006, uma maioria dos cidadãos de Estocolmo votou para manter a cobrança da taxa de congestionamento.

A zona de cobrança de Estocolmo inclui a área central cidade inteira com um total de 19 pontos de pórticos diferentes, permitindo a entrada na zona (Figura 14.15). Como em Singapura, Estocolmo tem uma localização fortuita, com massas de água restringindo o número possível de acessos ao centro da cidade. Essa restrição natural de entrada facilita o exercício técnico do controle de acessos.

O valor da cobrança de Estocolmo depende tanto do número de vezes que um veículo entra na zona central, bem como do horário do dia (Tabela 14.1). Para veículos entrando e saindo da zona de cobrança várias vezes por dia, o valor máximo a ser pago é 60 coroas (7,80 dólares). Como em Londres e em Singapura, diversos tipos de isenções são oferecidas, incluindo veículos de emergência, veículos de transporte público, ônibus escolares, veículos ambientalmente amigáveis (*e.g.*, elétricos, movidos a etanol e a biogás) e motocicletas. O custo do investimento para a experiência de seis meses foi de 3,8 bilhões de coroas (494 milhões de dólares) (Pollard, 2006).

Tabela 14.4: Programação de tarifas para a cobrança de taxa de congestionamentos de Estocolmo

| Horário de acesso | Custo (SEK) | Custo (US\$) ¹⁾ |
|-------------------|-------------|----------------------------|
| 06:30 – 07:00 | 10 | 1.30 |
| 07:00 – 07:30 | 15 | 1.95 |
| 07:30 – 08:00 | 20 | 2.60 |
| 08:30 – 09:00 | 15 | 1.95 |
| 09:00 – 15:30 | 10 | 1.30 |
| 15:30 – 16:00 | 15 | 1.95 |
| 16:00 – 17:30 | 20 | 2.60 |
| 17:30 – 18:00 | 15 | 1.95 |
| 18:00 – 18:30 | 10 | 1.30 |
| 18:30 – 06:30 | 0 | 0.00 |

Fonte: Cidade de Estocolmo

¹⁾ Taxa de câmbio de 1 US\$ para SEK 7,7 (Coroa suécia)

Estocolmo utiliza dois tipos de tecnologia de detecção de veículos, similares as duas tecnologias utilizadas em Londres e Singapura. Para viajantes regulares à área central, os motoristas podem obter um adesivo eletrônico que leia automaticamente a entrada do veículo na área. Com essa etiqueta eletrônica, a tarifa apropriada é diretamente deduzida da conta bancária do proprietário. Aproximadamente 60% das pessoas entrando na zona utilizam a etiqueta eletrônica.

Alternativamente, para veículos sem o dispositivo, uma tecnologia de câmera similar à de Londres é utilizada. A câmera detecta o número da placa do veículo e o motorista tem cinco dias para pagar a taxa pelo correio ou em uma loja. Se a tarifa não for paga dentro de cinco dias, então uma multa de 70 coroas (9 dólares) é produzida. Depois de quatro semanas, a tarifa sem pagamento resulta em uma multa de 525 coroas (68 dólares) (Webster, 2006).

No primeiro mês de operação, a taxa de congestionamento diminuiu os níveis de congestionamento em 25%, o que é equivalente a reduzir as viagens de veículos privados em aproximadamente 100.000 carros todos os dias. A porcentagem de redução é relativamente similar à de Londres, mas foi conseguida com uma cobrança significativamente menor. A taxa de congestionamento influenciou tanto o tempo de viagem das pessoas quanto à escolha do modo. Aproximadamente 2.000 motoristas agora vão ao trabalho mais cedo, de modo a evitar a entrada na zona de cobrança antes das 06:30. Outros 40.000 motoristas particulares mudaram agora para o transporte público (Public CIO, 2006).

Talvez, a lição mais instrutiva do exemplo de Estocolmo tenha sido a maneira de implementação. A taxa de congestionamento foi aplicada por 6 meses, como uma experiência que terminou em julho de 2006. Em setembro de 2006, o público votou se a cobrança deveria continuar. No lançamento da experiência, aproximadamente dois terços (67%) do público se opunha a ela. Em 17 de setembro de 2006, 52% do público aprovou o referendun para tornar a cobrança permanente.

A abordagem do referendun pode assim, ser um mecanismo eficiente para ganhar o apoio público, permitindo uma tentativa inicial.

De outra forma, protestos no começo podem impedir o projeto de acontecer, de fato. Essa abordagem, no entanto, não é livre de riscos. À medida que as pessoas experimentam os benefícios da redução de congestionamentos, o apoio à medida pode crescer drasticamente, como foi o caso de Estocolmo. Assim mesmo, qualquer cidade empregando a abordagem da votação para a aprovação do projeto e sobre o prosseguimento do projeto deve estar preparada para uma recusa. Entretanto, oferecer ao povo uma voz democrática na aplicação de medidas de gerenciamento de demanda pode ser a abordagem que garanta séria consideração.

14.1.3.5 Aplicação de taxas de congestionamento para cidades em desenvolvimento

O sucesso dos esquemas de cobrança de Londres e Singapura atraiu o interesse em projetos similares em cidades em desenvolvimento. A natureza de alta-tecnologia da taxa de congestionamento entre os prefeitos e outras autoridades pode aumentar sua atratividade para autoridades buscando tecnologias modernas para suas cidades. Entretanto, a complexidade desses esquemas em conjunto com os custos iniciais relativamente altos pode limitar a extensão com a qual a taxa de congestionamento possa ser aplicada no contexto de nações em desenvolvimento.

Diversas cidades de nações em desenvolvimento, como Jacarta e São Paulo, consideraram seriamente a opção de cobrança pelo uso da via. São Paulo, no mandato da prefeita Marta Suplicy, contratou um estudo de viabilidade da cobrança pelo uso da via, mas ele não foi implementado pelo prefeito seguinte. O estudo, assim mesmo, levantou algumas questões de relevância para aplicações em países em desenvolvimento.

As estruturas legais exigidas para a fiscalização adequada são as maiores preocupações. É importante determinar legalmente se é relevante que a cobrança de congestionamento seja denominada como uma “taxa de uso” ou um “imposto”. A lei precisa dar à municipalidade o direito de fiscalizar diretamente a cobrança da taxa. Em São Paulo, aproximadamente um terço dos veículos circula sem uma licença válida, tornando a fiscalização bastante difícil. Um número adicional grande de veículos é registrado fora do estado de

São Paulo, em estados onde não há coordenação dos sistemas para fiscalização e controle de infrações de tráfego.

A coisa mais simples a se fazer seria converter o rodízio existente em taxa de congestionamento, já que os motoristas encaram um tipo de restrição que é subótima. A zona para o esquema do rodízio, no entanto, inclui grosseiramente metade da população. Isenções para residentes dentro da zona tornariam a cobrança inútil nessa situação, e o número de pórticos ou câmeras necessários é bastante alto.

Motoristas em países desenvolvidos também valorizam o seu tempo mais do que em países em desenvolvimento. A tecnologia usada nos sistemas de Londres e Singapura é bastante dispendiosa, e o alcance da recuperação completa do custo por esses sistemas de alta tecnologia levaria muito mais tempo para motoristas de menores rendas. Soluções de baixo custo como os esquemas de licenciamento de áreas (Area Licensing Schemes, ALS), manualmente operados podem ser um ponto de partida mais adequado para cidades de nações em desenvolvimento. Como no caso de Singapura, um ALS manual pode, por fim, evoluir para um sistema eletrônico mais sofisticado (ERP).

A combinação de múltiplas medidas mais simples de gerenciamento de demanda pode ser mais adequada para cidades de nações em desenvolvimento. Por exemplo, a combinação de restrições diárias pelo número da placa em Bogotá obteve muito sucesso na redução do uso de veículos particulares sem a dificuldade de se implementar um esquema de cobrança pelo uso da via. Da mesma forma, esquemas de tarifas de estacionamento podem gerar a mesma ou maiores receitas (graças aos menores custos de operação) do que os esquemas de cobrança pelo uso da via. Assim, medidas de restrição de autos não são mutuamente exclusivas. Esquemas de cobrança pelo uso da via podem ser implementados em conjunto com reforma dos estacionamentos e outras medidas de gerenciamento de demanda.

14.1.4 Redução da oferta de vias

A infra-estrutura de prioridade para o transporte público nas vias atende uma importante função além de oferecer serviços de alta qualidade para

os clientes de transporte público. A simultânea redução de espaço viário para carros cria um poderoso incentivo para motoristas passarem a usar o transporte público. Ainda que alguns vejam o uso do espaço da via pelo transporte público como um sacrifício, esse consumo do espaço dos carros pode ser um dos maiores benefícios gerais.

A noção de “tráfego induzido” é bem compreendida no meio geral do planejamento de transportes. O tráfego induzido implica em uma conclusão bastante contra-intuitiva: *A construção de vias adicionais resulta em mais congestionamentos de trânsito*. O tráfego induzido, essencialmente, diz que uma cidade não pode “construir” sua saída do problema. Ainda que a construção de vias adicionais possa levar a uma redução temporária dos níveis de tráfego, esse espaço de via gratuitas atrairá tráfego adicional em algum momento, especialmente quando a demanda latente para o uso de veículos particulares.

É interessante observar que pesquisas sugerem que o processo funciona muito bem também no sentido inverso. Evidências do fechamento de ruas e pontes no Reino Unido e nos Estados Unidos indicam que uma redução na capacidade da via, na verdade reduz os níveis de tráfego geral, mesmo contabilizando-se potenciais transferências de tráfego para outras áreas (Goodwin *et al.*, 1998). O desaparecimento do tráfego. Esse desaparecimento de tráfego, conhecido como “degeneração de tráfego” dá uma forte indicação da viabilidade do desenvolvimento da infra-estrutura de BRT. Além disso, a redução nas faixas de veículos particulares tem um impacto geral benéfico sobre o ambiente urbano da cidade.

Talvez um dos exemplos mais espetaculares desse conceito na prática seja o projeto no corredor Cheonggyecheon em Seul. O córrego do Cheonggyecheon era, historicamente, parte da definição do ambiente de Seul e, de fato, foi a razão pela qual Seul foi selecionada a capital da Dinastia Joseon em 1394. Infelizmente, em face à modernização, o curso d’água foi coberto em 1961 para oferecer melhor acesso para os carros particulares. Em 1968 uma via expressa elevada trouxe outra camada de concreto, apagando a memória do curso d’água.



Figuras 14.16 e 14.17
Imagens de antes e depois do projeto do corredor Cheonggyecheon em Seul. Apesar de por abaixo uma das principais vias expressas para a cidade, os impactos resultantes de congestionamento foram mínimos, especialmente uma vez que novos corredores de BRT receberam viagens de outrora usuários de carros.

Imagem por cortesia do Instituto de Desenvolvimento de Seul

Após sua eleição, o prefeito de Seul, Myung Bak Lee, decidiu que era tempo de trazer o córrego Cheonggyecheon de volta dos seus anos escondidos sob o concreto. O projeto do Cheonggyecheon implicou na restauração de 5,8 quilômetros do curso d'água e pontes para pedestres históricas, na criação de extensos espaços verdes e na promoção de instalações públicas de arte (Figuras 14.16 e 14.17). Com base em um estudo pelo Instituto de Desenvolvimento de Seul (2003), o projeto da restauração do Cheonggyecheon produzirá benefícios econômicos entre 8 trilhões e 23 trilhões de wons (de 8 a 23 bilhões de dólares) e criou 113.000 novos empregos. Mais de 40 milhões de visitantes

puderam conhecer o córrego Cheonggyecheon durante o primeiro ano após a restauração.

Além disso, apesar da via elevada ser a maneira principal dos carros acessarem o centro da cidade, não houve impactos relevantes de congestionamentos. Em parte, o novo sistema de BRT de Seul ajudou a refrear alguns dos impactos de tráfego (Figura 14.18).

Outras cidades, como Portland, São Francisco e Milwaukee nos EUA, têm demolido vias para reduzir a dependência do automóvel e retornar a um ambiente mais humano. O desenvolvimento de um novo sistema de BRT pode ser um momento oportuno para investigar as oportunidades para redução de espaço viário.



Figura 14.18
O novo sistema de BRT de Seul ajudou a tornar possível a redução do espaço viário dedicado exclusivamente a automóveis.

Foto por cortesia da Cidade de Seul

14.1.5 Combinação de viagens (Travel Blending)

Muitas cidades na Austrália e na Europa desenvolveram uma nova técnica para alcançar mudanças drásticas nas divisões modais a custos muito baixos. A técnica conhecida como combinação de viagens (*Travel Blending*) é uma forma de *marketing* social. A idéia é simplesmente dar às pessoas mais informações sobre as suas opções de viagem através de um processo completamente personalizado, e depois propiciar esse novo comportamento de viagens. Ainda que o foco até hoje tenha sido em países desenvolvidos, um sucesso recente em Santiago (Chile) indica que o processo pode ser aplicável em cidades em desenvolvimento tão bem quanto em cidades em desenvolvimento.

Mais informações sobre esta técnica é oferecida no Capítulo 18 (*Marketing*).

14.2 Integrando BRT com políticas de uso do solo

“O subúrbio é um lugar onde um desenvolvedor imobiliário corta todas as árvores para construir casas e dá às ruas nomes de árvores.”

—Bill Vaughn, colonista e autor

Um projeto de BRT pode ser um momento oportuno para introduzir as tão esperadas mudanças no uso do solo dentro do panorama urbano. O uso do solo se refere à maneira com que a forma urbana é definida através de políticas e preferências dos consumidores. O uso do

solo é muitas vezes mais bem caracterizado por aquilo que se conhece como os “3 D-s”: Densidade, Diversidade e *Design*. Se desenvolvido através de um pacote de medidas que se complementam, os 3 D-s podem ser a base para a criação de uma base de viagens para os sistemas de transporte público, como o BRT.

Áreas com populações de densidades médias e altas oferecem uma massa crítica de habitantes para suportar lojas e serviços públicos sem exigir o acesso por veículos motorizados (Figura 14.19). Em áreas de baixa densidade, usuários devem ser conseguidos de uma área mais ampla de forma que os centros comerciais possam alcançar a viabilidade financeira (Figura 14.20). O carro se torna uma necessidade para cruzar essas distâncias. Comunidades de maiores densidades podem oferecer uma base de clientes suficientes dentro da distância de uma caminhada. Por essa razão, existe um círculo fortuito de relacionamento entre densidade urbana, propriedade de veículos, consumo de energia e emissões de veículos.

A diversidade se refere à criação de uma combinação de usos dentro de uma área local. Ao combinar usos residenciais e comerciais em uma

Figura 14.20

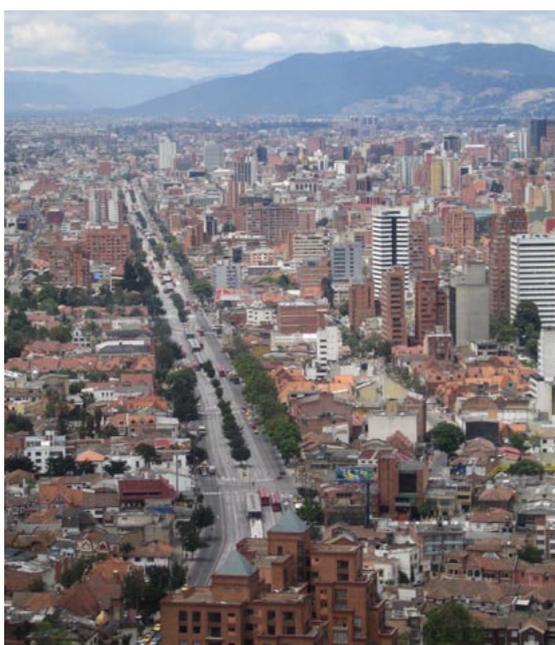
Comunidades de baixa densidade, tais como as de Houston, tendem a tornar impraticável serviços de transporte públicos com custo eficiente.

Foto por Lloyd Wright

Figura 14.19

A alta densidade de cidades como Bogotá torna o transporte público mais viável financeiramente e reduz as distâncias totais de viagem.

Foto por Carlos Pardo



única área, o número de viagens e a extensão das viagens são reduzidos. Pessoas são capazes de encontrar a maioria das suas necessidades diárias com uma caminhada, de bicicleta ou transporte público.

O *design* se refere ao planejamento de casas, lojas e transporte público de uma maneira que apoie uma reduzida dependência de automóveis. O desenvolvimento orientado ao transporte público (*Transit Oriented Development, TOD*) surgiu como um dos principais mecanismos para fazer isso acontecer. Essa seção rever como as políticas de uso de solo podem ser definidas para apoiar um sistema de BRT de sucesso.

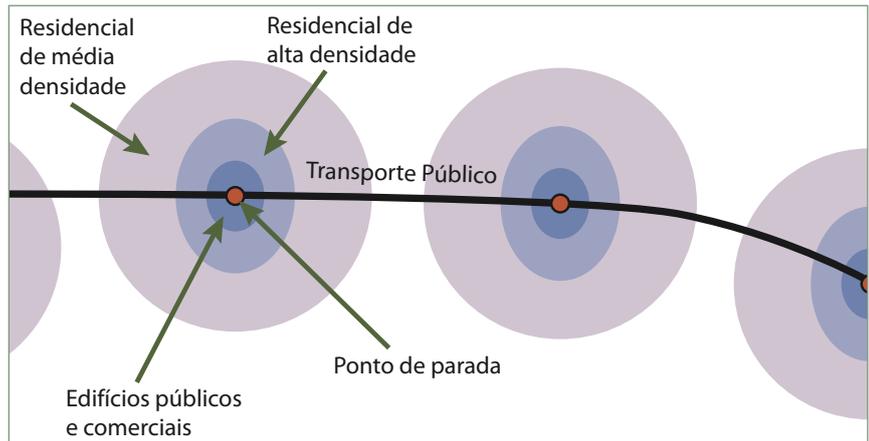
14.2.1 Introdução a desenvolvimento orientado ao transporte público (TOD)

“A pesar de seus diversos e muitas vezes conflitantes significados, todas as partes endossam superficialmente o ‘crescimento inteligente’ porque ele é claramente superior ao alternativo ‘crescimento burro’.”

—Anthony Downs, escritor e acadêmico de administração pública

Os padrões locais de uso do solo afetam de modo relevante o uso dos sistemas de transporte público. Passageiros geralmente só utilizam o transporte público se ele exige caminhar menos que um 1 quilômetro. Aumentar a parcela de destinos (casa, locais de trabalho, lojas, escolas, serviços públicos, etc.) localizados perto de estações de transporte público e melhora das condições de caminhada em áreas atendidas pelo transporte pública, torna o sistema mais eficiente para os usuários e mais lucrativo para os operadores. Esse tipo de uso de solo é chamado desenvolvimento orientado ao transporte público (*Transit Oriented Development, TOD*) ou crescimento inteligente.

Projetos de BRT podem oferecer o catalisador para o desenvolvimento orientado ao transporte urbano. Uma estação de transporte público pode ser o núcleo para um centro de trânsito, também chamado uma vila urbana (Figura 14.21). Uma vila típica contém uma combinação adequada de casa, escolas, lojas, escritórios públicos, locais de trabalho, templos religiosos, instalações de recreação e entretenimento. Tanto quanto possível, os principais



destinos devem ser localizados perto da estação de transporte público, no campo de visão do usuário, para que eles sejam fáceis de ser encontrados por visitantes. Cada vila urbana deve ter o seu próprio nome e identidade, o que pode ser encorajado com placas adequadas e arte pública, e eventos especiais, como festas da comunidade.

Casas de maior densidade, como prédios de apartamentos de vários andares e condomínios devem ser localizados perto das estações de transporte público. Casas de média densidade, como apartamentos de média altura, casas geminadas ou que ocupem pequenos terrenos podem ser localizadas mais longe, mas ainda dentro de uma distância conveniente para caminhar até o centro de trânsito.

Uma vila urbana típica tem um diâmetro de 1 a 1,5 quilômetros, um tamanho que permite que a maioria dos destinos esteja localizado dentro de meio quilômetro de distância da estação de transporte público. Esse diâmetro contém um área entre 80 e 160 hectares, o suficiente para abrigar de 2.000 a 4.000 residentes (25 residentes por hectare) com casas de média densidade ou maior. É claro que nem toda vila urbana seguirá exatamente esse desenho, algumas podem ser basicamente comerciais, industriais ou recreacionais e outras são limitadas em tamanho em razão das características geográficas como parques e cursos d'água. Algumas podem ser menores ou maiores, dependendo de fatores demográficos e de uso do solo. Cada vila urbana deve ser planejada cuidadosamente para tirar vantagem de suas características únicas.

O desenvolvimento orientado ao transporte oferece muitos benefícios em comparação a padrões mais dispersos de uso do solo. TOD aumenta o

Figura 14.21

O desenvolvimento orientado ao transporte público (TOD) cria vilas urbanas ao longo de linhas de trânsito como uma parada nas grandes instalações públicas e comerciais no centro, cercadas por áreas de desenvolvimento residencial de alta e média densidade.

Tabela 14.5: Benefícios do desenvolvimento orientado ao transporte público (TOD)

| Benefícios para usuários do transporte público | Benefícios para os operadores do transporte público | Benefícios para a sociedade |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Mais destinos perto da estação ■ Melhores condições de caminhada ■ Maior segurança perto da estação | <ul style="list-style-type: none"> ■ Maior número de passageiros ■ Menores custos por passageiro ■ Melhor imagem | <ul style="list-style-type: none"> ■ Problemas de tráfego reduzidos ■ Custos de serviços e infra-estrutura públicos reduzidos ■ Comunidades mais habitáveis ■ Aumento do valor de propriedades, atividade de negócios e receitas de impostos |

número de destinos dentro do alcance de uma caminhada a partir da estação de transporte público. Isso, por sua vez, aumenta o número de viagens e as receitas no sistema de transporte público e reduz problemas de tráfego locais. O desenvolvimento mais compacto com vilas urbanas bem planejadas tende a reduzir o custo da provisão de serviços públicos como água, esgoto, luz, telefone, vias, policiamento e escolas. Melhores condições de caminhada, tráfego reduzido de veículos motorizados e melhores serviços públicos tendem a aumentar a habitabilidade de uma vizinhança. Também oferece benefícios de eficiência econômica, incluindo menores custos de negócios para estacionamento e distribuição e maior acesso à força de trabalho. Essas eficiências tendem a aumentar a produtividade econômica geral, atividade de negócios e receitas de impostos. Mesmo pessoas que não usam o transporte público se beneficiam de ter o serviço de BRT e o desenvolvimento orientado

ao transporte público em suas comunidades (Tabela 14.5)

Por conta desses benefícios, os valores das propriedades tendem a aumentar em áreas com alta qualidade de serviços de transporte público (Smith e Gihring, 2004). Um estudo recente de valores de propriedades ao longo das linhas de BRT em Bogotá concluiu que, depois de considerados os outros atributos de construção e localização imediata, os custos residenciais de aluguel subiram entre 6,8% e 9,3% para cada 5 minutos de redução no tempo de caminhada até uma estação de BRT. Isso significa que residentes valorizam de modo relevante o acesso ao transporte público (Rodríguez e Targa, 2004). O surgimento de desenvolvimento comercial e residencial ao longo dos corredores indica claramente uma ligação entre a qualidade do sistema de transporte público e a valorização do terreno (Figura 14.22). Da mesma forma, as estações e os corredores de BRT em Curitiba ficaram renomados pelo grande influxo de desenvolvimento que os acompanhou.

Figura 14.22
O sistema TransMilenio de Bogotá levou a relevantes desenvolvimentos comerciais e residenciais nas estações e ao longo dos corredores.

Foto por Carlos Pardo



14.2.2 Características do desenvolvimento orientado ao transporte público

“Vamos fazer um momento de silêncio para todos os norte-americanos presos no tráfego a caminho de uma academia para pedalar em uma bicicleta parada.”

—Deputado Earl Blumenauer, congresso dos EUA, 1948—

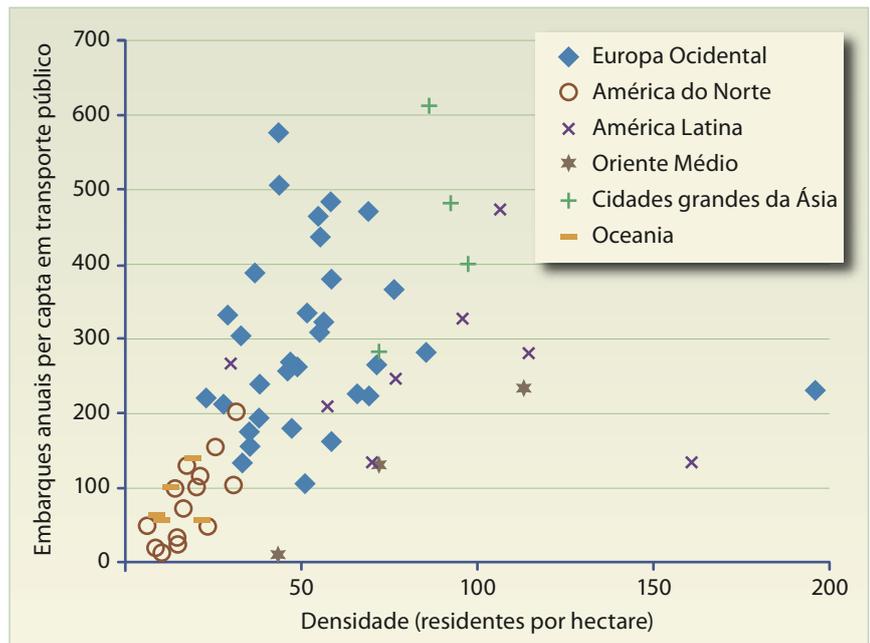
O desenvolvimento orientado ao transporte reflete diversas características específicas do uso do solo. *Densidade* se refere ao número de pessoas ou empregos em uma dada área. Maiores densidades tendem a reduzir as viagens de automóveis *per capita* e aumentar o número de viagens por transporte público. Esse resultado acontece porque a densidade aumenta o número

de pessoas e destinos atendidos pelo transporte público, o que leva a melhores serviços de transporte público (maior frequência de serviço com maior cobertura) e melhores condições para pedestres. Como regra geral, densidades de ao menos 25 empregados ou residentes por hectare são necessárias dentro de uma distância de caminhada de uma linha de transporte público (*i.e.*, dentro de 0,5 km de cada estação) para criar a demanda necessária para um serviço de qualidade. As exigências exatas de densidade são afetadas por diversos fatores, incluindo a parcela de residentes que se desloca por transporte público e a distância que os residentes estão acostumados a andar e, portanto, pode variar de uma área para outra.

As Figuras 14.23 e 14.24 ilustram os efeitos da densidade sobre o transporte público e as viagens de automóvel. À medida que a densidade aumenta, as viagens de transporte público *per capita* tendem a aumentar e as viagens de automóvel *per capita* caem.

Agrupamento significa que os negócios e serviços públicos comumente utilizados são localizados juntos numa vila urbana, centro comercial ou distrito, em oposição a esses serviços serem dispersos por toda a comunidade ou espalhados ao longo de uma via. Agrupamentos tornam esses negócios e serviços mais convenientes para o acesso de pedestres e do transporte público. O agrupamento permite que diversas atividades sejam atendidas com uma única viagem, ajuda a criar a massa crítica de passageiros de transporte público necessária para o serviço de qualidade e encoraja os deslocamentos por transporte público ao localizar mais serviços (cafés, bancos e lojas) perto de lugares de trabalho para o uso durante os intervalos.

Curitiba buscou explorar as vantagens do agrupamento em conjunto com as suas estações de BRT, ao desenvolver “Ruas de Cidadania”. Essas ruas são uma combinação de lojas bem como serviços públicos estratégicos como postos de saúde, serviços de procura de empregos, ginásios e bibliotecas (Figura 14.25). As Ruas de Cidadania são completos calçadões com um lado tipicamente limitando-se com uma estação de BRT. Uma pessoa pode muitas vezes encontrar todas as suas necessidades de jornada de viagem diária visitando uma única Rua de Cidadania.



Da mesma forma, localizar os seus centros de serviço “SUPERCADÉ” em terminais de BRT; esses centros permitem que os cidadãos paguem contas e acessem serviços públicos em um único local (Figura 14.26).

Combinação de usos de solo se refere a localizar atividades diferentes, mas relacionadas bem próximas entre si, como casas, escolas e loja. A combinação do uso do solo reduz a necessidade de viagens de automóvel ao permitir que residentes e pessoas a negócios caminhem em vez de dirigir para mais atividades.

Figura 14.23
Densidade da cidade versus número de viagens por transporte público.

Fonte: (Kenworthy and Laube, 2000)

Figura 14.24
Densidade da cidade versus uso de veículos particulares.

Fonte: (Kenworthy and Laube, 2000)

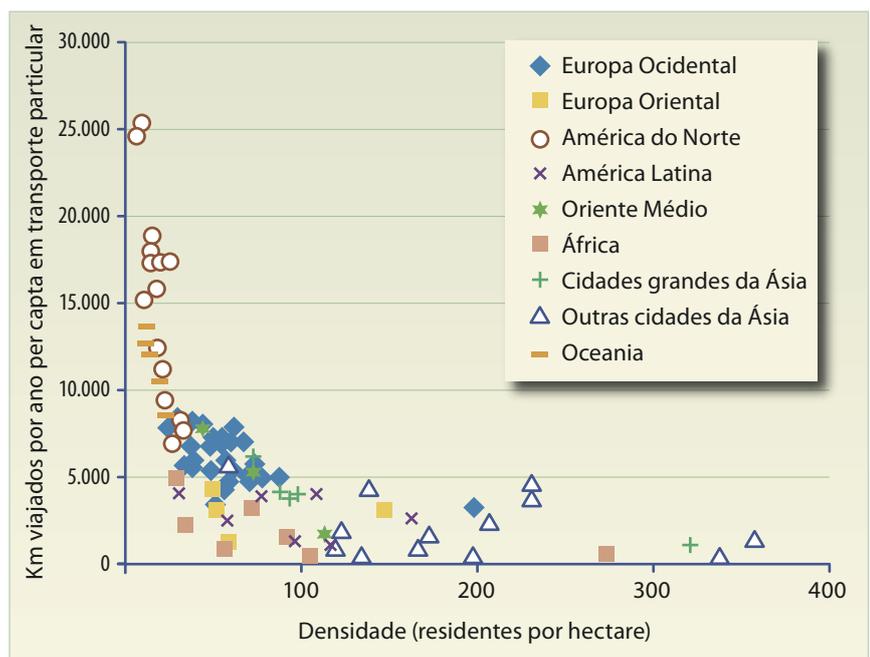


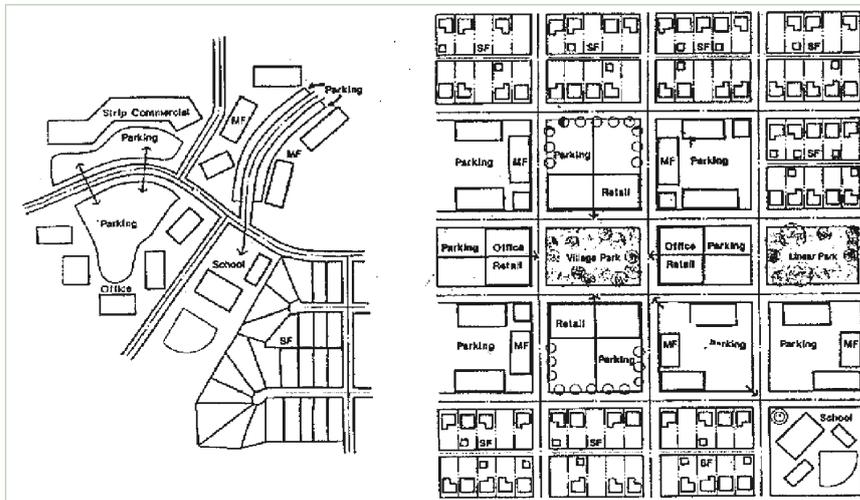
Figura 14.25
As “Ruas de Cidadania” de Curitiba são localizadas perto de estações de BRT e permitem que os residentes completem muitas atividades com uma única viagem.

Foto por Vera deVera



Figura 14.26▼
Bogotá localiza centros de serviço público em seus terminais de BRT de forma a trazer esses serviços de forma mais eficiente à população.

Foto por Lloyd Wright



Conectividade se refere ao grau com que redes viárias permitem viagens diretas de um local a outro. Quarteirões menores, ruas conectadas e atalhos para meio não motorizados tendem a minimizar os tempos de viagem e apóiam o andar a pé e de bicicleta e, portanto, viagens de transporte público. Quarteirões grandes, ruas sem saída e benfeitorias inadequadas para caminhar reduzem a conectividade, aumentando a distância que as pessoas devem percorrer para chegar aos seus destinos.

Caminhabilidade se refere à qualidade do ambiente para andar a pé, incluindo a condição das calçadas, travessias, limpeza e segurança. No mínimo, vilas de trânsito precisam de calçadas e travessias largas e bem mantidas que permitam que pedestres cruzem vias movimentadas, e de segurança e limpeza adequadas. Somando-se a isso, é desejável ter parques públicos, árvores com sombras, prédios atraentes e paisagismo. Além de refúgios para pedestres (para que pedestres só precisem cruzar metade da via de cada vez), existem faixas de bicicletas, banheiros, bebedouros e outras instalações de conforto para aumentar a conveniência, conforto e prazer dos pedestres.

Desenho local se refere a como os prédios são desenhados e posicionados em relação às ruas, calçadas e estacionamentos. Prédios com entradas que se conectam diretamente a calçada, em vez de escondidas atrás de um enorme pátio de estacionamento, tendem a encorajar caminhadas.

Gerenciamento de estacionamento se refere a como o estacionamento é oferecido, regulamentado e cobrado. A oferta generosa de estacionamento cria padrões de uso do solo mais dispersos e que são menos atraentes para caminhar e para o acesso por transporte público. Estacionamentos gratuitos representam um subsídio para dirigir que aumenta a propriedade e o uso de veículos. A fiscalização ineficiente de

Figura 14.27

O sistema hierárquico convencional de vias, ilustrado na esquerda, tem muitas ruas sem saída e exige viagens nas vias arteriais para a maioria das viagens. Um sistema de vias conectadas, ilustrado na direita, permite viagens mais diretas entre os destinos e oferece mais escolhas de caminhos, tornando viagens não motorizadas mais viáveis (Kulash, Anglin e Marks, 1990).

regulamentações de estacionamento pode levar motoristas a estacionar nas calçadas, criando obstáculos ao movimento de pedestres.

Juntos, esses fatores de uso do solo podem ter um grande efeito no comportamento de viagens. Pesquisas, tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento, indicam que uma combinação de maior densidade, combinação de uso do solo, conectividade de vias e caminhabilidade aumentam as viagens de transporte público e não motorizadas, e reduzem as viagens de automóvel *per capita* (Kenworthy e Laube, 1999; Ewig, Pendall e Chen, 2002; Mindali, Raveh e Salomon, 2004; e Litman, 2004b). A Figura 14.28 mostra resultados de um estudo indicando que residentes das vizinhanças mais urbanizadas em Portland usam o transporte público cerca de oito vezes mais, andam seis vezes mais e dirigem cerca de metade do que os residentes das áreas menos urbanas.

14.2.3 Políticas de desenvolvimento orientado ao transporte

“O desenvolvimento se tornou algo a que devemos nos opor, em vez de dar boas vindas; pessoas se movem para os subúrbios para fazerem suas vidas, apenas para descobrir que elas estão brincando de pular sela com escavadoras. Elas esperam por confortos que não façam arder os olhos, bem como esperam dar as suas crianças a experiência do campo, um paraíso infantil, deixado no fim da rua. Muitas comunidades não têm calçadas, e nenhum lugar para onde caminhar, o que é ruim para a segurança pública, assim como é ruim para a saúde física de nossa nação. Tornou-se impossível, no cenário dessa vizinhança, cumprimentar uma pessoa na rua, ou para crianças caminharem para a escola na vizinhança. Um litro de gasolina pode ser usado apenas para se dirigir até a venda, para pegar um litro de leite. Todas essas coisas trazem ainda mais desgaste para as vidas de famílias já muito desgastadas.”

—Al Gore, ex-vice-presidente dos EUA, 1948—

Em países em desenvolvimento, onde o uso do solo é frequentemente complicado de regulamentar, intervenções do setor de transporte como BRT estão entre as melhores maneiras de promover mudanças no uso do solo que são amplamente dominadas por decisões com base no mercado privado. Entretanto, há algumas

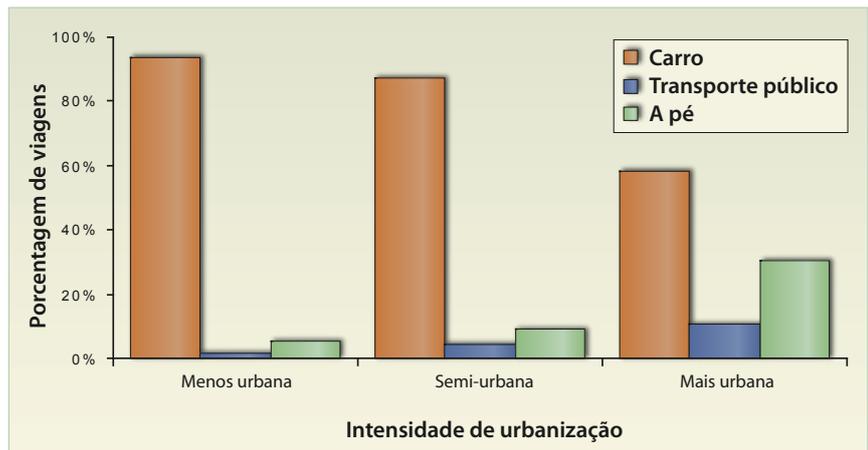


Figura 14.28
O impacto da urbanização na escolha modal.

Fonte: Lawton, 2001

políticas públicas que são usadas com sucesso para encorajar desenvolvimentos de maiores densidades na área atendida por um novo sistema de BRT. Essa seção descreve políticas públicas específicas que ajudam a implementar o desenvolvimento orientado ao transporte.

14.2.3.1 Localização de benfeitorias públicas e investimentos em infra-estrutura

Uma das maneiras mais fáceis para um governo assegurar o desenvolvimento orientado ao transporte é localizar as benfeitorias públicas, como escritórios governamentais, escolas, centros esportivos e de recreação e instalações culturais ao longo dos corredores de transporte público. Bogotá construiu diversas novas escolas ao longo do corredor de BRT TransMilenio.

Centros de trânsito e vilas urbanas podem receber prioridade quando investimentos públicos são feitos para a melhoria de calçadas, ruas, parques, utilidades públicas e serviços como água, esgoto, coleta de lixo e eletricidade. Por exemplo, o Plano de Melhoria de Transportes de Rhode Island dá prioridade a projetos que encorajam o desenvolvimento compacto. Como resultado, a maioria dos fundos de transporte é gasto em projetos de preservação e gerenciamento de sistemas, e a menor parte é dedicada à expansão da capacidade viária em áreas com desenvolvimento sem planejamento e disperso.

14.2.3.2 Códigos de zoneamento

Em cidades onde códigos de zoneamento existem e são fiscalizados, aumentar a densidade das zonas próximas ao corredor e diminuir a densidade nas áreas distantes pode ser uma das formas mais poderosas de manter e aumentar

Figuras 14.29 e 14.30

A restrição do desenvolvimento de edifícios altos apenas nos corredores de transporte de massa produz múltiplos benefícios para Curitiba.

Fotos por cortesia do Município de Curitiba



o número de viagens no sistema de BRT no longo prazo. Talvez a aplicação mais conhecida dos códigos de zoneamento em conjunto com o transporte público seja o sistema de BRT de Curitiba. O desenvolvimento de edifícios altos em Curitiba é restrito *apenas* a áreas ao longo dos corredores de BRT (Figuras 14.29 e 14.30). O efeito é bastante arrebatador em termos de eficiência da cidade e número de viagens em transporte público. Áreas com fileiras de arranha-céus em Curitiba tornam a identificação das vias de ônibus bastante fácil.

Bônus de densidade (maior densidade do que seria de outra forma permitido) também podem ser utilizados para encorajar grandes desenvolvimentos em áreas bem atendidas pelo transporte público, e para a incorporação de características de projeto de desenvolvimento orientado ao transporte público. Muitas cidades têm Padrões de Desenvolvimento Alternativos que se aplicam em centros orientados ao transporte, permitindo maiores densidades, uso do solo combinado e menores exigências de estacionamentos. Por exemplo, a cidade de Portland, Oregon (EUA) reduz suas exigências mínimas de estacionamento em 10% em lugares próximos a linhas de

ônibus e em 20% em lugares perto de estações ferroviárias. O estacionamento é ainda mais reduzido para incorporações que são localizadas em vizinhanças com caminhabilidade elevada ou perto de ciclovias.

Para desencorajar o disperso desenvolvimento orientado a automóveis nos limites urbanos, algumas jurisdições limitam a quantidade de incorporações que podem ser feitas fora de áreas urbanas com limite de áreas de expansão e reservas de terras para agricultura. Outras limitam a extensão de linhas de água e esgoto para prevenir o desenvolvimento de alta densidade em áreas não desenvolvidas.

14.2.3.3 Habitação e o BRT

No mundo em desenvolvimento, onde os códigos de zoneamento são muitas vezes difíceis de fiscalizar, políticas habitacionais podem ser uma das ferramentas mais poderosas para afetar a mudança do uso do solo. O grau e a forma da intervenção governamental no setor da habitação variam bastante de país para país.

Ainda que seja raro, o ideal seria coordenar programas de habitação de baixa renda e o desenvolvimento de projetos de BRT de forma

que os beneficiários dos programas habitacionais pudessem também se beneficiar da melhoria da mobilidade básica. Se esses programas fossem coordenados no início, famílias de baixa renda poderiam ser isoladas do risco de aumentos de aluguéis resultantes do novo sistema de BRT.

Governos têm graus variados de influência sobre o setor de habitação. Em um extremo estão países com estados muito poderosos, com muitas terras controladas pela municipalidade, como acontece na China. Na China, todos os níveis de governo constroem habitações, empreendimentos públicos, e vários braços do governo, incluindo os militares, estão diretamente envolvidos no desenvolvimento imobiliário. Nesses países, o prefeito tem um enorme poder discricionário para influenciar quais terrenos serão desenvolvidos e em que densidades. Entretanto, a densificação de corredores de transporte de massa na China acontece quase automaticamente. No outro extremo, muitos países africanos extremamente pobres podem custear muito pouco para interferir no setor da habitação para prover algumas infra-estruturas básicas.

O programa Metrovivienda de Bogotá oferece um bom exemplo de como programas de habitações de baixa renda podem ser ligados ao sistema de BRT. Metrovivienda é a agência municipal que comprou terras não imediatamente adjacentes ao corredor troncal do BRT TransMilenio, mas em áreas para serem atendidas pelos serviços alimentadores do TransMilenio, onde o terreno era barato, mas provável de subir graças ao projeto do TransMilenio (Figura 14.31). A municipalidade subsidiou a compra de terrenos, mas, depois, contratou desenvolvedores particulares para incorporar habitações de preço acessível, mas lucrativas nesses terrenos. Os incorporadores foram escolhidos por uma licitação competitiva. Eles foram capazes de vender as casas com lucro porque os desenvolvedores não tiveram de pagar pelo terreno. Esse processo foi capaz de oferecer a propriedade de casas a preços aproximadamente 25% menores do que poderia ter sido oferecido pelo mercado privado. Além disso, depois que o TransMilenio foi construído, os preços de terrenos na área subiram mais do que 6% acima dos preços de terrenos em geral. Ao colocar o



Figura 14.31
O programa Metrovivienda de Bogotá proveu habitações de baixo custo em áreas bem próximas dos serviços alimentadores de TransMilenio.

Foto por cortesia de Por el País que Queremos (PPQ)

governo para comprar a terra, e desenvolvedores particulares para incorporar, a Metrovivienda foi capaz de oferecer habitação de baixa renda em uma área servida pelo TransMilenio enquanto isolava os residentes do aumento dos preços de terrenos.

Curitiba não incorporou programas de habitação de baixa renda em seu sistema de BRT, e a densificação ao longo do corredor de BRT levou ao desenvolvimento imobiliário de densidade bem elevada para classe média e alta que deslocaram famílias de menores rendas para locais menos desejáveis. Da mesma forma, Quito não interveio diretamente para encorajar projetos habitacionais ao longo de seus corredores de BRT. Em vez disso, o setor privado reconheceu a oportunidade e construiu diversos novos empreendimentos próximos aos corredores e estações (Figura 14.32). Entretanto, Quito alterou as regulamentações de zoneamento para facilitar esse processo.

Um exemplo inovador dos EUA, um esforço cooperativo entre agências federais e locais, e bancos privados, é conhecido como a Iniciativa de Hipotecas em Lugares Eficientes. Essa iniciativa permite que compradores se qualifiquem para maiores empréstimos habitacionais, se a casa em questão estiver localizada dentro de um quarto de milha (400 metros) de uma linha de ônibus ou meia milha (800 metros) de uma estação de trem ou VLT. A iniciativa também

Figura 14.32
*A Ecovía de Quito
 impulsionou o
 desenvolvimento
 de prédios de
 apartamentos bem
 altos e de lojas ao
 longo do corredor.*

Foto por Lloyd Wright



oferece passes anuais de descontos nos ônibus para um membro da casa.

14.2.3.4 Impostos e taxas

Impostos e taxas de uso podem ser estruturadas para favorecer o desenvolvimento de vilas urbanas, refletindo a maior eficiência e o menor custo unitário de se prover serviços públicos nessas áreas. Por exemplo, taxas podem ser deixadas ou receber descontos para edifícios que reflitam as características de desenvolvimento orientado ao transporte. Casas que não possuam um automóvel podem receber um desconto sobre o imposto de propriedade, refletindo os menores custos que elas impõem na rede viária de serviços de tráfego.

Por exemplo, a cidade de Austin (EUA) impõe uma “Tarifa Usuário de Transporte” para financiar rodovias, em média de 30 a 40 dólares anuais para uma casa típica. A cobrança é baseada no número médio diário de viagens de veículos motorizados feitos por propriedade, refletindo o seu tamanho e o seu uso. Por exemplo, uma habitação unifamiliar gera a estimativa de 10 viagens motorizadas por dia, para cada

mil metros quadrados de propriedade, condomínios e casas geminadas geram a estimativa de 15 viagens motorizadas por dia por cada mil metros quadrados, e escritórios geram 45 viagens de automóveis por cada mil metros quadrados cada dia. A cidade oferece isenções a propriedades residenciais com ocupantes que não possuam automóveis e para negócios que encorajam os empregados a usar modos alternativos, como o transporte público.

14.2.3.5 Gerenciamento e projeto de ruas

Ruas em vilas urbanas devem ser projetadas e gerenciadas para favorecer o transporte público e modos não motorizados, incluindo faixas especiais para ônibus e bicicletas onde se assegure o espaço adequado para calçadas, especialmente em volta das estações de transporte público; instalações de conforto, como bancos, sombras de árvores, latas de lixo e banheiros públicos ao longo de caminhos e parques; moderação de tráfego e fiscalização para controlar as velocidades do tráfego; e fiscalização eficiente das leis de trânsito e estacionamento, e a proteção da segurança pessoal de pedestres. Algumas cidades

implementaram “dietas viárias”, que envolvem a redução do número de faixas de tráfego para permitir mais faixas de conversão, faixas de bicicletas e calçadas.

Por exemplo, a cidade de Seattle (EUA) implementou mais de 1.000 rotatórias em ruas residenciais e adicionará dúzias a cada ano. A cidade tem um processo padrão para residentes requisitarem a implementação de moderação de tráfego em suas ruas, e diversas fontes de custeio. A resposta é positiva: há centenas de requisições todos os anos para mais rotatórias e, ainda que os dispositivos possam ser removidos se os residentes ficarem insatisfeitos com o resultado final, isso aconteceu apenas uma vez.



Figura 14.33

No distrito central de Curitiba, o projeto do sistema de BRT é cuidadosamente combinado com o ambiente urbano do entorno.

Foto por cortesia de Volvo Bus Corporation