



Gerenciamento de vulnerabilidades baseado no uso de indicadores de acessibilidade em redes de transporte público: o caso de Brasília-DF

Erich Wolff

Mestre, Universidade de Brasília - UnB, Analista em Infraestrutura de Transportes do DNIT.
E-mail: wolff.erich@gmail.com

Pastor Willy Gonzales Taco

Professor Doutor, Universidade de Brasília - UnB, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Programa de Pós Graduação em Transportes - PPGT.
E-mail: pwgtaco@gmail.com

Fabiana Serra de Arruda

Professora Doutora, Universidade de Brasília - UnB, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Programa de Pós Graduação em Transportes - PPGT.
E-mail: arruda.fabiana@gmail.com

Neste artigo, discute-se o método de gerenciamento de vulnerabilidades baseado no uso de indicadores de acessibilidade para identificação de elementos vulneráveis em redes de transporte público. Aplica-se a ferramenta ao caso do DF com conclusões quantitativas e qualitativas. Foram estimados prejuízos causados aos usuários pela interrupção do serviço em termos de tempo e de custo.

O SISTEMA URBANO E A VULNERABILIDADE NOS SISTEMAS DE TRANSPORTE

O sistema urbano pode ser visto como o conjunto dos elementos integrantes da cidade, em especial os responsáveis pelos fluxos de bens, pessoas, dados ou serviços básicos como saneamento, transporte e eletricidade. O sistema pode ser compreendido como uma composição das infraestruturas e elementos responsáveis por esses fluxos que, por sua vez, são ditos os subsistemas urbanos. Nos subsistemas de transporte existem diversas possibilidades de deslocamentos e fluxos. A malha rodoviária, por exemplo, possui, além das vias principais, estradas paralelas improvisadas, desvios irregulares ou quaisquer outras opções de fluxos não previstas.

A erradicação total de imprevistos, no entanto, é obviamente impossível e, além disso, muitas vezes nem mesmo diminuir a possibilidade de



ocorrência de situações adversas é suficiente. Para isso, percebe-se que preocupações com as condições políticas, econômicas, sociais e ambientais devem ser consideradas em quaisquer reformulações urbanas e dos subsistemas integrantes, com a intenção de eliminar situações de elevado risco à sociedade. Desse ponto de vista, a sustentabilidade de um ambiente é melhorada quando as políticas públicas se preocupam em tentar reduzir os danos caso um acidente aconteça (Pelling, 2003). Assim, deve haver interesse do governo em minimizar os efeitos negativos quando a instabilidade for inevitável, ou seja, deve existir grande interesse em reduzir a vulnerabilidade das cidades e dos seus subsistemas às mais diversas ameaças (Wolff, 2012; Wolff e Taco, 2013).

O estudo da vulnerabilidade do sistema de transportes de uma cidade é extremamente difícil, principalmente por causa da interação entre seus agentes (Jelenius, 2007). Por exemplo, o impacto de uma greve na companhia de operação de metrô gera consequências dificilmente mensuráveis na lotação dos ônibus e no uso das vias em uma cidade. Portanto, para uma melhor compreensão das potencialidades dos efeitos negativos de ocorrências em componentes do sistema urbano é necessário o entendimento de seus respectivos papéis para a manutenção do todo. Torna-se fundamental também a compreensão de como se dá a organização desses subsistemas e de suas partes na realidade e na teoria.

Assim, para o estudo em questão, resume-se a malha real a uma simplificada, contendo os fluxos principais, de acordo com a precisão requerida, definida como uma representação formal, simples e suficientemente detalhada dos caminhos possíveis. Essa representação, de acordo com Bell e Lida (1997), é feita quase universalmente por meio de um conjunto de nós e ligações que, por sua vez, formam redes.

Apesar de divergências na literatura, optou-se por utilizar o conceito de vulnerabilidade de acordo com o definido por Murray e Grubestic (2007), ou seja, vulnerabilidade aqui será tratada como potencialidade da gravidade dos danos causados por um evento específico. A escolha das definições usadas nesse texto baseou-se também nas definições apresentadas no texto da ISO 31000 (2009), *Risk management – Principles and guidelines*.

Um conceito fundamental, dentro do qual se justifica o estudo da vulnerabilidade e das ameaças a uma rede de transporte, é o risco. Em sua forma mais simples, é determinado comumente em diversos campos do conhecimento pela multiplicação de dois fatores: a probabilidade de que um efeito negativo ocorra e a gravidade de suas consequências (ISO 31000, 2009). Assim, o risco pode ser definido como linearmente proporcional à probabilidade de existência de uma ocorrência e à vulnerabilidade do elemento que potencialmente receberia o impacto. Matematicamente, uma forma simplificada de abordar o risco é:

$$R = P (A) \times V$$

em que:

R é o risco associado à ameaça e ao sistema em estudo;

P (A) é a probabilidade de ocorrência de um fenômeno de intensidade e características determinadas;

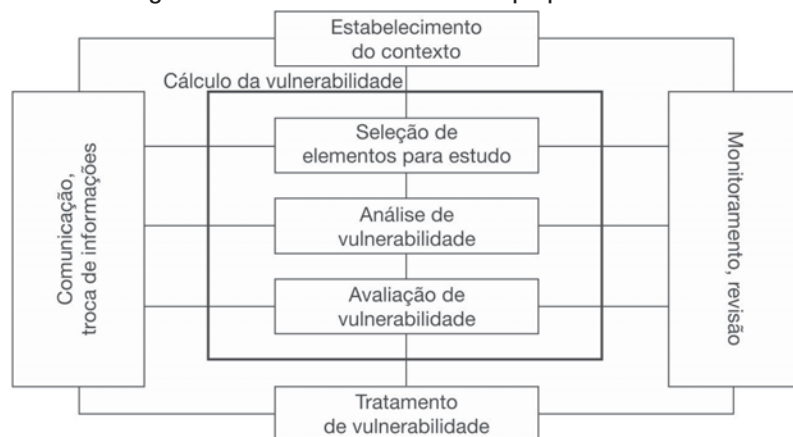
V é a vulnerabilidade do elemento à ameaça em questão.

Mesmo que haja dificuldade de estimar a probabilidade de ocorrências, defende-se que a análise de vulnerabilidade seja adicionada aos estudos para concepção de novos subsistemas urbanos ou para reformulação de antigos por sua menor complexidade em comparação com o processo completo de gerenciamento de riscos. O objetivo deste trabalho é, a partir da análise de vulnerabilidade do sistema de transporte público, avaliar os impactos causados ao usuário decorrentes de uma possível interrupção da rede em um trecho específico, utilizando indicadores de acessibilidade.

MÉTODO

Propõe-se a utilização de um processo de gerenciamento de vulnerabilidade, baseado no processo utilizado para risco, porém mais prático e fácil, já que não há consideração do potencial de geração de ocorrências associado ao espaço. O intuito é identificar elementos críticos e gerar considerações sobre o contexto e a distribuição da vulnerabilidade em infraestruturas em rede. Nesse caso, será avaliada a rede do subsistema de transporte público de Brasília por meio do processo de gerenciamento de vulnerabilidades que contém constante monitoramento e revisão cíclica (figura 1).

Figura 1
Processo de gerenciamento de vulnerabilidade proposto



www.antp.org.br

Estabelecimento do contexto

Antes da aplicação do método quantitativo, pretende-se compensar as limitações da avaliação puramente matemática da rede com conhecimentos qualitativos do local. Devem-se realizar visitas de campo, conversas com administradores, entrevistas com usuários e funcionários e utilizar a própria experiência do analista para levantar as características mais importantes do subsistema que tenham importância no estudo de vulnerabilidade.

Seleção de elementos para estudo

Tendo em vista que se deseja encontrar vias críticas dentro da malha, o analista deve concentrar seus estudos sobre elementos da rede que tenham importância essencial para o comportamento geral do subsistema. Sugere-se que os trechos de interdição sejam escolhidos com base em motivação histórica ou de acordo com estudos prévios, como locais onde há recorrente interrupção do tráfego ou onde já se confirmaram suspeitas de uma falha causar danos especialmente relevantes para todo o sistema.

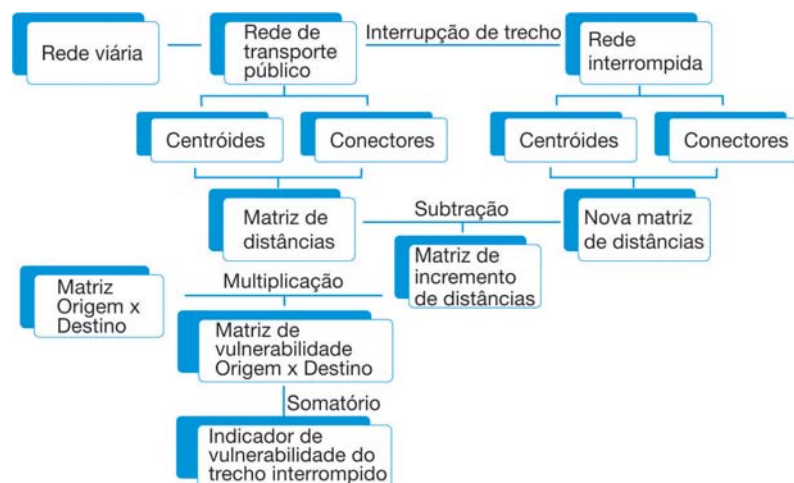
Análise da vulnerabilidade

Sabendo que a vulnerabilidade é o dano causado após uma ocorrência, pode-se calculá-la estimando o prejuízo a todos os usuários da rede após uma falha. Ou seja, a vulnerabilidade de um sistema à interrupção de um trecho vem diretamente do somatório de todos os incrementos de distância ou tempo de viagem causados aos usuários pela falha. Logo, os incrementos de distância entre nós após a ocorrência são calculados e então multiplicados pelo número de viagens entre os pares de origem e destino correspondentes. O estudo dos trechos deve revelar quais infraestruturas devem receber prioridade em investimentos. Para esboçar o procedimento utilizado, apresenta-se o método na figura 2.

Procedimento para avaliação quantitativa da vulnerabilidade

A avaliação dos resultados pode estabelecer limites aceitáveis para a vulnerabilidade ou, simplesmente, pode ser realizada a comparação entre as vulnerabilidades obtidas para diferentes elementos estudados. Os dados do contexto têm papel fundamental também para o julgamento da tolerância do sistema às vulnerabilidades. Agentes agravantes ou mitigadores das vulnerabilidades devem ser aqui também considerados. Sugere-se ainda nessa etapa a conversão dos valores do indicador de vulnerabilidade, originalmente em termos de distância, para valores de tempo e finalmente de custo aos usuários. Pode-se ter uma ideia aproximada do prejuízo causado a todas as viagens por interrupções determinadas.

Figura 2
Esquema do método aplicado para análise quantitativa de vulnerabilidade



Fonte: Wolff, 2012; Wolff e Taco, 2013.

Tratamento da vulnerabilidade

Utilizam-se os agentes da vulnerabilidade propostos por Park na revista *Sustainable Urban Regeneration* (2010) como sugestão de elementos que sejam identificados como fatores, mecanismos propagadores ou antídotos da vulnerabilidade. Por meio do conhecimento do contexto em conjunto com a análise do sistema de transporte público do local, é possível mapear os agentes correlacionados à vulnerabilidade. O resultado do ciclo de gerenciamento de risco deve ser, nessa etapa, a apresentação de conclusões sobre os agentes envolvidos com geração, propagação e mitigação de vulnerabilidades e sobre os valores para o indicador de vulnerabilidade dos elementos estudados. A partir dessas informações, podem ser propostas intervenções, estruturais ou não, planos de emergência, medidas preventivas ou outras atuações que possam reduzir impactos sobre o usuário causados por ocorrências diversas.

GERENCIAMENTO DE VULNERABILIDADES DO SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE BRASÍLIA

O estudo de caso a ser abordado tem como etapa inicial a compreensão das características do Distrito Federal. São seus constituintes a cidade de Brasília (Plano Piloto) e as outras 30 regiões administrativas (RA), além de municípios do entorno formalmente sob a administração do Estado do Goiás. Entre as RA, há povoadamentos que datam de



antes da lei de criação de Brasília, como Gama, Taguatinga e Brazlândia, até expansões da mancha urbana que recentemente tiveram sua condição de RA reconhecida como Itapoã, SIA, Vicente Pires e Fercal.

Estabelecimento do contexto

A disposição dos aglomerados urbanos do Distrito Federal é basicamente dispersa, com presença de grandes espaços livres entre os núcleos das RA. Essa configuração é apontada como uma dificuldade para o atendimento de certas RA pelo serviço de transporte público, fato agravado pela baixa renda das populações que residem nas cidades mais periféricas em comparação com as outras RA.

Outro aspecto do Distrito Federal é a desigualdade de distribuição de postos de trabalho. Pode-se afirmar que 83% da população do DF residem fora das RA centrais, regiões que, por sua vez, concentram cerca de 80% das oportunidades de trabalho (Pricinote, 2008). O motivo das viagens é em grande parte o trabalho nas proximidades do Plano Piloto. Sabe-se, ainda, que a cidade comporta atualmente uma população muito maior que a prevista em seu planejamento inicial, além de apresentar perspectiva elevada de crescimento. Foram usados para o processo de gerenciamento nesse trabalho os dados das bases da rede viária de Brasília (figura 3), do sistema de transporte público da cidade (figura 4), baseados no PDTU, e das zonas de tráfego.

Figura 3
Rede viária do Distrito Federal (PDTU)

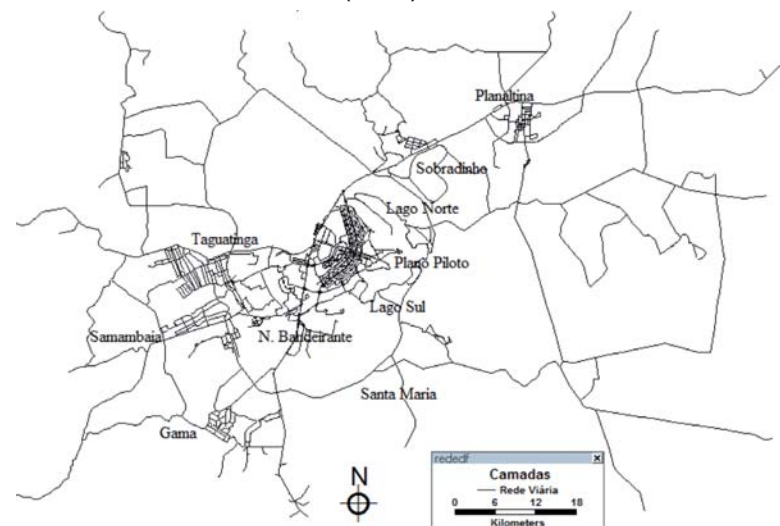
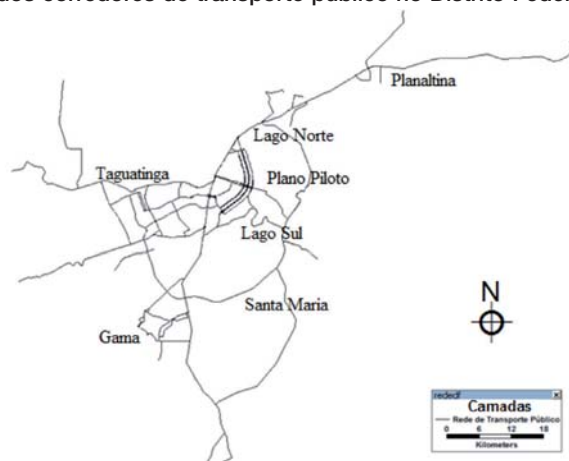


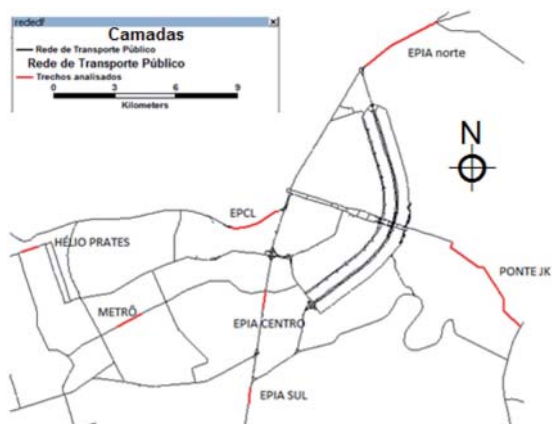
Figura 4
Rede dos corredores de transporte público no Distrito Federal (PDTU)



Seleção de elementos para estudo

Os trechos de interdição (figura 5) foram escolhidos com base em motivação histórica, como é o caso da ponte JK, em que já houve interrupção do tráfego por problemas na manutenção da estrutura. Também foi considerado o PDTU, que estabelece os corredores de transporte público prioritários.

Figura 5
Elementos da rede escolhidos para análise de vulnerabilidade (PDTU modificado)



www.antp.org.br

Análise da vulnerabilidade

É importante perceber que, ao ordenar as vias prioritárias do ponto de vista da vulnerabilidade, devem-se listar os trechos nos quais não há alternativa na rede e que, por isso, têm sua análise mais aprofundada através dos indicadores de acessibilidade impedida. Esse fato não deve ser visto como uma desvantagem do método. Na realidade, todos os trechos sob tais condições devem já ser considerados os mais capazes de gerar vulnerabilidade ao usuário e devem, portanto, ser candidatos prioritários a receber reforços, investimentos em redução de risco e atenção especial em caso de acidente ou desastre. Já os incrementos de distância das viagens gerados pela interrupção do fluxo para os elementos escolhidos são apresentados na tabela 1.

Tabela 1
Resultados em incremento de distância para todas as viagens com interrupção das vias

Trecho interrompido	Soma do aumento de distância em todas as viagens (em km)	Aumento de distância normalizado
Epia Sul	2.277.105,2	11,4
Epia Norte	14.066.160,5	70,7
Epia Central	638.200,7	3,2
Ponte JK	2.738.901,1	13,8
EPCL	3.821.276,9	19,2
Hélio Prates	199.050,9	1,0
Metrô	526.609,3	2,6

Avaliação da vulnerabilidade

As vias com maiores valores de incremento de distância somados para todas as viagens devem receber atenção prioritária com indicação de monitoramento e controle contínuos por parte dos órgãos de regulação e gestão de transporte do governo do DF, pois são os trechos capazes de dificultar mais deslocamentos dentre os avaliados. O trecho correspondente à via Epia em seu segmento mais ao norte, que faz a ligação do Plano Piloto com Planaltina, Sobradinho e outras aglomerações residenciais, ao ter seu serviço de transporte público interrompido, gera transtornos vinte e duas vezes maiores que a interrupção da via Epia em seu segmento central. A incapacitação do sistema de transporte público na Epia Norte era prevista como uma das mais danosas da cidade antes da análise, pela mera observação das poucas opções existentes na rede para chegar ao centro e pelo conhecimento do grande fluxo de viagens existente nesse local. Tal situação de suspensão da conexão da área norte

com o Plano Piloto já ocorreu na realidade e gerou grandes transtornos em Planaltina, com privação quase total de acesso da população ao sistema de transporte público. Deve ser lembrado que a gravidade da interrupção do transporte público para essa região é ainda mais danosa do que a obtida pelo método quantitativo, já que a população local apresenta maior dependência do serviço de transporte público do que a população que usa a ponte JK, por exemplo, com alta taxa de motorização privada e por isso com maior flexibilidade de trajetos.

Uma pertinente crítica ao método é decorrente da sua incapacidade de prever as consequências de saturação viária promovida por danos à rede, já que há avaliação apenas do aumento de custos resultante dos desvios. A interrupção de uma via geraria, além do tempo adicional para percorrer um caminho alternativo maior que o original, também a diminuição da velocidade média desenvolvida pelos veículos, em decorrência do volume de tráfego adicional concentrado e dirigido para o novo caminho mais curto. Para exemplificar o caso, foi realizada a análise da via Hélio Prates, uma das principais que cruzam o centro de Taguatinga, apresentando alto congestionamento em horário de pico e sendo considerada pelo PDTU via de transporte público de importância primária. Apesar de ser reconhecidamente de grande importância para Taguatinga que, dentro do contexto do DF, é uma das zonas economicamente mais ativas e populosas, o trecho não indicou capacidade de geração de vulnerabilidade relevante, comprovando a limitação esperada do método. Da mesma maneira, a interrupção do metrô não se mostra tão danosa quanto deveria, pois não é considerada a velocidade média do deslocamento ao longo da via, muito superior no metrô do que nas demais vias em horário de pico, nem a saturação das vias que seria causada pela parada do metrô, já percebida durante greves do serviço ferroviário.

De forma a permitir uma análise aproximada de prejuízos, em termos de custos e tempo, referentes aos respectivos aumentos de distância, foi feita uma conversão bastante simplificada dos dados, utilizando parâmetros típicos médios. É fundamental afirmar que os valores obtidos a partir dessa aproximação possuem grande margem de erro e devem servir apenas como parâmetros comparativos, sem grande significância real. Estipulou-se o valor de velocidade média, ao longo do desvio, como 30 km/h. Previu-se, a partir disso, aumento de tempo total esperado que seria gasto pela soma de viagens pelos desvios. Em complemento, arbitrou-se um rendimento para os veículos de 12 km rodados por litro de combustível, com o objetivo de estimar o consumo adicional de combustível pela soma dos usuários da rede ao usarem os desvios (tabela 2).



www.antp.org.br

Tabela 2
Estimativa de gasto adicional de tempo (em horas, velocidade média de 30 km/h) e combustível (em m³, consumo de 12 km/l) causado pela interrupção de trecho da rede

Trecho	Soma do aumento de tempo em todas as viagens	Soma de combustível adicional gasto em todas as viagens
Epia Sul	75.903,51	189,8
Epia Norte	468.872,02	1.172,20
Epia Central	21.273,36	53,2
Ponte JK	91.296,70	228,2
EPCL	127.375,90	318,4

Para converter os dados obtidos em valores monetários, utilizaram-se novamente valores aproximados apenas demonstrativos. Estimou-se custo de R\$ 2,85 por litro de combustível e, ainda, valor da hora/homem média trabalhada em R\$ 11,45 (já com os encargos trabalhistas incluídos) referente ao trabalhador da construção civil. Considerou-se, grosseiramente, que todos os usuários da rede de transporte público afetados pelas interrupções têm capacidade produtiva equivalente a esse valor. A tentativa a seguir baseia-se na intenção de encontrar, mesmo que com baixa precisão, valores estimados para o custo social, distribuído entre os usuários do sistema, resultantes da incapacitação de cada trecho da rede. As simplificações feitas tenderam a usar valores muito conservadores; espera-se que a velocidade dos veículos seja menor e que o valor da hora trabalhada, o consumo e o preço do combustível sejam maiores (tabela 3). Em outras palavras, na realidade, espera-se que os danos sejam ainda mais elevados.

Tabela 3
Estimativa de custo do combustível adicional, tempo ocioso e soma total, causados pela interrupção de trecho da rede considerando trechos com vulnerabilidade relevante identificada pelo método

Trecho	Soma de gasto adicional com combustível em todas as viagens (em R\$ 1.000, R\$ 2,85/l)	Soma do custo do tempo ocioso dos usuários (em R\$ 1.000, custo de R\$ 11,45/h)	Soma do custo de tempo ocioso e combustível gasto adicionais (em R\$ 1.000)
Epia Sul	66,6	869,10	935,70
Epia Norte	411,3	5.368,58	5.779,88
Epia Central	18,7	243,58	262,28
Ponte JK	80,1	1.045,35	1.125,45
EPCL	111,7	1.458,45	1.570,15

Tratamento da vulnerabilidade

Em complemento à análise quantitativa apresentada (tabela 3), não se pode esquecer que o estudo em discussão não aborda apenas a identificação de elementos críticos em redes. Apesar da aplicabilidade possível em outros contextos, o método está sendo usado em redes de transporte público. Portanto, não podem ser desprezadas as especificidades e funções essenciais desse serviço para a correta análise de impacto de falha do sistema para a cidade. A seguir, serão tecidas observações sobre a relação do estudo de vulnerabilidades com o papel do transporte público para a sociedade e tentar-se-á identificar qualitativamente o impacto da interrupção nos usuários para, ao final, proporem-se intervenções na vulnerabilidade.

De acordo com o artigo 30, inciso 5, da Constituição Federal de 1988, compete ao município prover à população o transporte coletivo, serviço considerado público, essencial e de interesse local. Nesse contexto, outros benefícios não facilmente conversíveis em valores monetários devem ser considerados no estudo das vulnerabilidades desse serviço, principalmente quando tais funções não estejam sendo adequadamente desempenhadas (Cats e Jelenius, 2012). Talvez a mais importante das considerações seja ver esse serviço não só como essencial para a mobilidade da população mais carente, mas também como um dos principais agentes mitigadores da segregação espacial e das suas consequências sociais, econômicas e ambientais no sistema urbano (Wolff, 2012; Wolff e Taco, 2013).

A exigência de qualidade e continuidade do transporte coletivo é fundamental não apenas para cumprimento das atribuições legais do município, mas também para assegurar os benefícios provenientes do bom funcionamento desse serviço. Em outras palavras, o gestor do transporte deve sempre ter em mente as funções do transporte e os resultados do seu bom ou mau funcionamento para a sociedade. O transporte público deve ser integrador, subsidiar a liberdade de ir e vir dos cidadãos e ampliar o alcance a oportunidades espacialmente distantes. Os efeitos da falta de acesso de uma população a serviços essenciais dificilmente são mensuráveis, já que o impacto não é imediato ou diretamente perceptível. No entanto, os efeitos da segregação espacial são inegáveis. Uma comunidade carente de serviços de transporte adequados terá provavelmente menor capacidade de usufruir de melhores serviços de saúde, educação, lazer e até oportunidades de trabalho. Sendo assim, reitera-se a importância social do transporte público urbano como ferramenta de promoção de equidade social e até redução de disparidades de renda (Vasconcelos, 1999).

Destaca-se também a função de promoção de ambientes urbanos menos congestionados, poluídos e agressivos. O serviço de transporte público pode ser concebido aliando práticas economicamente vantajosas e operacionalmente eficientes sem incidir em agressões ambientais. A preocupação ambiental pode ainda ser estendida para uma cons-

cientização do papel do transporte como elemento estruturante da cidade, capaz de organizar o meio urbano, unindo áreas segregadas e criando fluxos diferenciados capazes de compatibilizar as necessidades da população e as características urbanísticas locais.

Além das distâncias visivelmente elevadas de desvio impostas aos usuários do transporte público, já estimadas quantitativamente neste estudo, vale ressaltar que o prejuízo causado ao usuário nessa situação não se restringe apenas ao aumento do trajeto. Como se trata de transporte público, sabendo que no DF essa opção de transporte é mais amplamente usada pelas classes menos favorecidas economicamente, deve ser considerado que muitas vezes não há a opção de uso de veículo próprio para fazer o desvio de trajeto. O usuário terá, nesse caso, portanto, que se deslocar para uma parada de ônibus de uma linha diferente caminhando, o que pode causar aumento significativo do tempo de viagem. Em certas situações, se dirigirá à nova linha através de outro ônibus, que não estava previsto, e incorrerá em aumento do custo da viagem, já que no sistema de transporte público local não há bilhete integrado. Somam-se ainda o tempo para obter informações sobre como proceder para chegar à nova linha capaz de sobrepor o obstáculo e o tempo de espera pelo veículo. Tanto a disponibilidade de informação quanto a regularidade dos ônibus são consideradas deficiências do transporte público no DF, o que torna esses incrementos ao custo da viagem praticamente imprevisíveis.

O passageiro poderá, em último caso, desistir de sua viagem, dependendo da relevância do seu propósito e da confiabilidade da rede no local, o que prejudica seu acesso a outros serviços e oportunidades. Em todas as alternativas levantadas, existe dano dificilmente previsível causado ao usuário. É possível chegar a aproximações de valores, mas dificilmente poderá ser modelado o comportamento e a complexidade das decisões tomadas pelos usuários, que configurariam diferentes graus de vulnerabilidade do sistema. Salienta-se que todos esses incrementos de custo, distância e tempo não foram considerados nem superficialmente na avaliação quantitativa, justificando a importância dessas considerações no método.

Quanto à identificação de agentes potencialmente criadores de eventos danosos, foram percebidos elementos relacionados aos quatro tipos conhecidos: socioeconômicos, humanos, ambientais e institucionais. Do ponto de vista socioeconômico, pode ser dito que a falta de identidade própria e o baixo potencial de atração de viagens de grande parte das RA contribui para a concentração dos postos de trabalho no Plano Piloto e convergência das viagens.

Dentre os fatores humanos relacionados, pode-se dizer que não há conscientização política e mobilização para exigência de melhores serviços de forma geral entre os usuários. O clamor por ações mais consistentes de reformulação do serviço de transporte por parte da população poderia se



refletir em maior preocupação governamental e melhoria da qualidade do sistema de transporte. Pode ser destacado também certo vício por tecnologia, tendo em vista que alguns deslocamentos de curta distância poderiam ser feitos por meios não motorizados, mas, por hábito, os usuários, principalmente do transporte individual privado, resistirão a não usar o carro. Por outro lado, um dos fatores mais frequentes e menos previsíveis causadores de ocorrências danosas é o ambiental. Caso a infraestrutura não esteja adequadamente dimensionada e adaptada para os fenômenos normalmente existentes, pouco pode ser feito para evitar esse fator. Institucionalmente, sabe-se também que a estrutura organizacional e operacional do sistema de transporte público do Distrito Federal deixa a desejar. Podem ser apontadas faltas de coordenação e compreensão entre órgãos relacionados ao serviço, além de, na prática, a inexistência de planejamento de ação emergencial, que incorre, frequentemente, em elevado tempo para ação das instituições em casos de ocorrências, tanto preventiva quanto corretivamente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A identificação dos mecanismos de vulnerabilidade resultou na observação de alguns mecanismos capazes de promover importantes propagações de vulnerabilidades na rede de transporte público. Em se tratando de redes viárias, pode ser citada a propagação de dano em cadeia como um grande amplificador de vulnerabilidades. Congestionamento em um trecho pode alcançar outras vias e, assim, atingir uma área cada vez maior. Por fim, citam-se como mecanismos da vulnerabilidade fatores endógenos inevitáveis no tráfego de veículos, por exemplo, desrespeito a regras de trânsito, como o uso da faixa exclusiva de ônibus por veículos particulares ou o bloqueio de um cruzamento por um veículo durante um congestionamento.

Avaliar os antídotos para vulnerabilidade em uma cidade significa buscar características benéficas do sistema, propositais ou não, capazes de reduzir possíveis danos causados durante um evento de relevância. Uma das principais características do ordenamento territorial do Distrito Federal é a dispersão da mancha urbana, com núcleos fracos conectados economicamente quase sempre ao Plano Piloto. Tal configuração, já citada anteriormente como negativa, no entanto, pode ser considerada, na análise de antídotos, como uma característica forte de resistência ao impacto ambiental na cidade. Brasília tende a ser menos afetada em termos de gravidade e recorrência por inundações do que outras cidades brasileiras. Isso pode ser associado à grande área verde permeável presente no Distrito Federal, que amortece picos de escoamento superficial. O relevo e as condições geomorfológicas do Planalto Central, relativamente plano e distante de áreas de instabilidade tectônica, conta também a favor da estabilidade da cidade a deslizamentos de terra e terremotos. O fato de a cidade ser patrimônio cultural da



humanidade e o Plano Piloto ser tombado, a partir da ótica dos antídotos de vulnerabilidades, pode ser entendido como um fator minimizador da adaptabilidade da cidade a mudanças, já que mudanças emergenciais são limitadas. Apesar disso, a preservação do patrimônio e memória da cidade garantem a identidade urbana e a manutenção de condições ambientalmente mais seguras e agradáveis.

Quanto a recomendações a serem feitas à cidade para minimização de vulnerabilidades induzidas por danos à rede de transporte público, algumas características urbanas poderiam ser aperfeiçoadas para elevar a resistência da cidade ou reduzir a ocorrência de causadores e propagadores de danos. Aumentar as opções de meios de transporte, públicos ou privados, coletivos ou individuais, confere aos deslocamentos urbanos maior flexibilidade e diversidade. Sendo assim, deve ser prioridade do governo a introdução de outras opções de locomoção independentes das anteriores, como ciclovias ou linhas de metrô, pois essas medidas gerarão redundâncias e, portanto, ganho à rede no que diz respeito à diversidade e flexibilidade. Regiões menos acessíveis e, principalmente, onde a população é mais dependente do transporte público, devem ser alvos urgentes de criação de redundâncias na rede para evitar a todo custo o total isolamento em caso de evento prejudicial. A falta de incentivo a atividades econômicas e criação de identidade de centro local em áreas do entorno geram dependência da rede e concentração de fluxos no Plano Piloto, área menos adaptável em razão de seu tombamento urbanístico. Sendo assim, pode ser sugerida a desconcentração de atividades no centro da cidade. Uma atitude louvável nesse sentido é a transferência da sede do governo local para as proximidades de Taguatinga.

Complementarmente, podem ainda ser levantados relevantes criadores de vulnerabilidades ao se perceber a pouca influência da população mais interessada em usar o transporte público nas decisões políticas (Vasconcellos, 1999), além da inabilidade pública de controlar, organizar e gerir satisfatoriamente o serviço de transporte público causada, em muitos casos, pela falta de coordenação, compreensão e planejamento pelos órgãos relacionados à área. Características operacionais do sistema de transporte público não podem também ser esquecidas ao serem feitas sugestões para a redução de vulnerabilidades. A dificuldade de encontrar informações para o planejamento de rotas se enquadra em caso propagador de vulnerabilidade, de forma que, ao se deparar com um obstáculo em seu caminho, o usuário não terá facilidade em replanejar a viagem a partir daquele ponto. A falta de integração entre diferentes meios de transporte e a inexistência de sistema efetivo de bilhetagem única é responsável em grande parte pela complicação de superação de interrupções na rede de transporte público. Uma parcela representativa da população já possui dificuldade financeira em realizar seus deslocamentos habituais. Ao ter que arcar com custos adicionais consequentes de interrupções na rede, é grande a probabilidade de

segregação espacial e privação de oportunidades em decorrência da desistência de viagens.

Por fim, pode ser dito que o gerenciamento de vulnerabilidade executado qualitativa e quantitativamente pôde levantar dados de interesse para gestores de transporte público preocupados com a manutenção da continuidade e qualidade do serviço. Espera-se que as informações aqui abordadas possam ser capazes de motivar outros estudos relacionados ao serviço de transporte público urbano do Distrito Federal e de outras cidades e, assim, permitir reformulações ou adaptações constantes dos sistemas, buscando sempre atender às necessidades dos usuários.

Agradecemos pela convivência, opiniões e todas as contribuições dadas pelo grupo de pesquisa "Comportamento em transportes e novas tecnologias" do PPGT da Universidade de Brasília.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELL, M. G. H. & IIDA, Y. *Transportation network analysis*. Chichester, Inglaterra: Wiley, 1997, 216 p.
- CATS, O. & JENELIUS, E. *Vulnerability analysis of public transport networks: a dynamic approach and case study for Stockholm*. Disponível em: home.abe.kth.se/~jenelius/CJ_2012.pdf.
- ISO 31000:2009. Norma internacional: Gestão de riscos. Primeira edição: 2009-11-15. Disponível em: www.iso.org/iso/home/standards/iso31000.htm.
- JENELIUS, E. *Approaches to road network vulnerability analysis*. Tese de licenciatura em Infraestrutura, com especialização em Transporte e Análise Locacional, Royal Institute of Technology, novembro de 2007. Disponível em: home.abe.kth.se/~jenelius/vulnerability/Jenelius_Kappa.pdf.
- MURRAY, A. T. & GRUBESIC, T. H. (ed.). *Critical infrastructure: Reliability and vulnerability. Advances in spatial science*. Tóquio: primavera de 2007, 313 p.
- PELLING, M. *The vulnerability of cities: Natural disasters and social resilience*. Londres: Earthscan Publications Ltd., 2003, 224 p.
- PRICINOTE, M. A. *Metodologia para identificação da confiabilidade topológica da rede de transporte público urbano (Distrito Federal)*. Dissertação de mestrado em Transportes, publicação TDM – 007A/2008, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília. Brasília, DF, 2008, 92 p.
- SUSTAINABLE URBAN REGENERATION. *Vulnerability in cities*. Parte 1: Think in dynamism. How to understand vulnerabilities? Center for Sustainable Urban Regeneration, University of Tokyo, agosto de 2010, 48 p.
- VASCONCELLOS, E. A. *Circular é preciso, viver não é preciso: a história do trânsito na cidade de São Paulo*. São Paulo: Annablume/Fapesp, 1999, 326 p.
- WOLFF, E. & TACO, P. W. G. *Avaliação de vulnerabilidade da rede de transporte público de Brasília-DF*. In: ANTP. 19º CONGRESSO BRASILEIRO DE TRANSPORTE E TRÂNSITO. *Anais*. Brasília, DF, outubro de 2013, 13 p.
- WOLFF, E. *Análise de vulnerabilidade em redes de transporte público urbano*. Monografia de projeto final, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília. Brasília, DF, ix, 58 p.



www.antp.org.br

20º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito



O Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito é um evento promovido bianualmente pela Associação Nacional de Transportes Públicos - ANTP desde 1977. O evento reúne, a cada edição, a maior comunidade técnica do setor da mobilidade urbana do país. A cada encontro uma cidade se coloca como anfitriã do evento. Nesta 20ª edição, o Congresso ocorrerá em Santos, importante cidade litorânea no Estado de São Paulo.

Fundada em 1546, Santos dista 72 quilômetros da Capital. Aos 468 anos de existência, com 433.153 habitantes, é a 10ª maior cidade do Estado de São Paulo, e ostenta o 5º lugar no ranking de qualidade de vida dos municípios brasileiros, conforme Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) aferido pela ONU com base nos níveis de expectativa de vida, educação e PIB per capita.

Cidade histórica, é conhecida internacionalmente por abrigar o maior porto da América do Sul – o Porto de Santos–, por onde passam 25% de toda a carga brasileira do comércio internacional e onde aportam navios de cruzeiros marítimos. Com forte economia e vocação para o lazer, Santos tem muitos atrativos, como os sete quilômetros de praia, acompanhados pelo maior jardim de orla do mundo.

A discussão da qualidade do transporte público, tarifa e financiamento tomaram conta da agenda nacional, não só de governos, como também da sociedade. Nos seus 37 anos de história, a ser comemorado em junho de 2014, a ANTP participa deste processo, reafirmando a importância do papel do transporte público para a construção das cidades brasileiras e cujas soluções, sendo adotadas em todos os cantos do país, poderão contribuir ou não com a qualidade de vida dos seus habitantes. Daí a inclusão na programação do 20º Congresso da avaliação dos resultados e impactos dos projetos que fazem parte dos investimentos reunidos nos

Programas de Aceleração do Crescimento - PAC da Mobilidade e da Copa.

O 20º Congresso também vai tratar dos avanços da luta em defesa da vida e dos compromissos com a promoção da segurança viária, como colocados na Campanha da ONU - "Década pela Segurança Viária".

Outro tema presente no 20º Congresso será o impacto do crescimento da motorização das cidades brasileiras e mundiais, uma vez que o congestionamento e a sustentabilidade do meio ambiente e da segurança viária tornaram-se importantes pilares na construção de cidades melhores para se viver.

Em paralelo ao Congresso ocorrerá a IX INTRANS – Exposição Internacional de Transporte e Trânsito, cujo objetivo é apresentar as mais recentes soluções e tecnologias em matéria de equipamentos, produtos, técnicas e serviços dirigidos ao transporte público e ao trânsito.

Estão sendo aguardados visitantes estrangeiros, além do público nacional constituído por Prefeitos, Secretários de Estado, autoridades federais e parlamentares, operadores públicos e privados, industriais, consultores, dirigentes sindicais patronais e de trabalhadores, acadêmicos, lideranças comunitárias, técnicos do setor e profissionais da mídia.

O 20º Congresso, pela qualidade e representatividade de seus participantes, espera por você. Coloque-o em sua agenda.