



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES

MARÍLIA GOUVEIA FERREIRA LIMA

**ANÁLISE DE IMPACTOS DE POLOS GERADORES DE VIAGENS SOB
A ÓTICA DA SEGURANÇA VIÁRIA**

FORTALEZA
2012

MARÍLIA GOUVEIA FERREIRA LIMA

ANÁLISE DE IMPACTOS DE POLOS GERADORES DE VIAGENS SOB A
ÓTICA DA SEGURANÇA VIÁRIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Transportes. Área de concentração: Planejamento e Operação de Sistemas de Transportes.

Orientador: Prof. Dr. Flávio José Craveiro Cunto.

FORTALEZA
2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- L699a Lima, Marília Gouveia Ferreira.
Análise de impactos de Polos Geradores de Viagens sob a ótica da segurança viária / Marília Gouveia Ferreira Lima. – 2012.
91 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Fortaleza, 2012.
Orientação: Prof. Dr. Flávio José Craveiro Cunto.
1. Polos geradores de viagens. 2. Segurança viária. 3. Estudos de impacto. I. Título.

CDD 388

MARÍLIA GOUVEIA FERREIRA LIMA

ANÁLISE DE IMPACTOS DE POLOS GERADORES DE VIAGENS
SOB A ÓTICA DA SEGURANÇA VIÁRIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Transportes.

Aprovada em: 11/12/2012.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Flávio José Craveiro Cunto, Ph.D. (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Carlos Felipe Grangeiro Loureiro, Ph.D. (Avaliador Interno)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^a. Maria Alice Prudêncio Jacques, Ph.D. (Avaliadora Externa)
Universidade de Brasília (UnB)

Aos meus pais, Claudio e Noemi, por me amarem e se esforçarem todos os dias para que eu realize meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por se fazer presente em todos os momentos de minha vida.

Ao professor Flávio Cunto, pela orientação, paciência e por apostar em minha capacidade.

Aos professores Maria Alice Prudêncio Jacques e Carlos Felipe Grangeiro Loureiro, pela leitura desta dissertação e pelas importantes contribuições.

Aos meus pais, pelo apoio incondicional.

À Alice, minha querida filha, que me deu coragem para continuar sempre em frente.

À Isabel, minha irmã, pelo incentivo e por estar ao meu lado nos momentos cruciais da elaboração desta dissertação.

Ao Petran-UFC e todo o seu corpo docente e de funcionários.

Aos colegas André Medeiros, André Lopes, Carolina Lopes, Eduardo Aquino e Janaílson Sousa, pela convivência e apoio mútuo ao longo do mestrado.

Aos colegas de trabalho Carolina, Fernanda, Lidiane, Nirlene, Isabella, André, Jansen, Luana, Lívia, Cynthia, Thaysa e César, pelo apoio e carinho.

Às amigas Emanuela, Laurentina e Vilma, que mesmo distantes se fizeram tão presentes nessa longa caminhada.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

A expansão urbana é um fenômeno que tem atingido grandes cidades e gerado forte impacto em suas infraestruturas, especialmente no sistema viário. Esse processo vem acompanhado do aumento progressivo da frota de veículos, realidade determinante no desencadeamento de uma série de conflitos no tráfego, comprometendo a fluidez e a segurança. A situação se agrava com a implantação de Polos Geradores de Viagens (PGVs), empreendimentos que elevam o volume de tráfego e podem reduzir os níveis de serviço e Segurança Viária. Nesse contexto, o presente trabalho objetiva apresentar uma contribuição às já existentes metodologias de análise de impactos dos PGVs, através da incorporação de etapas que permitam a abordagem de aspectos qualitativos e quantitativos relacionados ao Desempenho da Segurança Viária. Primeiro, identificou-se uma estrutura geral comum às principais metodologias de avaliação de impactos de PGVs, examinando-se de que forma os aspectos da Segurança Viária foram considerados. Em seguida, propôs-se um aprimoramento da estrutura, com a inclusão de atividades capazes de sistematizar a abordagem da Segurança Viária, tornando o processo de análise de PGVs mais abrangente e dotado de recursos complementares para a tomada de decisão. A natureza prospectiva deste trabalho contribuiu na definição de esforços de pesquisa para aprofundar os processos de análise da Segurança Viária existentes, com foco em sua integração ao processo “tradicional”, e na proposição de atividades complementares a esses processos.

Palavras-chaves: Polos Geradores de Viagens. Segurança Viária. Estudos de Impacto.

ABSTRACT

Urban expansion is a phenomenon that has reached large cities and caused a strong impact on their infrastructures, especially on the road systems. This process is followed by a progressive increase in vehicle fleet, a reality that is decisive in triggering a series of traffic conflicts, compromising flow of traffic and safety. The situation is aggravated by the implementation of trip generating hubs (Polos Geradores de Viagens, or PGVs, in portuguese), undertakings that increase traffic volume and may reduce levels of service and road safety. In such a context, this study presents a contribution to the existing methodologies for analyzing the impacts of PGVs, by incorporating steps that allow qualitative and quantitative approaches related to road safety performance. First, we identified a general structure shared by the main methodologies for evaluating the impact of PGVs, examining how aspects of road safety were considered. Then, we proposed an improvement to this structure, with the inclusion of activities capable of systematizing the approach to road safety, making the process of analyzing PGVs more extensive and equipped with complementary resources for decision making. The prospective nature of this work contributed to the definition of research efforts to enhance existing processes of road safety analysis, focusing on their integration with the “traditional” process, and proposing complementary activities to these processes.

Keywords: Trip Generating Hubs. Road Safety. Impact Studies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Síntese cronológica das metodologias de avaliação de impacto de PGV no sistema viário	28
Figura 2 – Fluxograma da estrutura geral de análise do impacto de um PGV no sistema viário	31
Figura 3 – Tipos de acidentes	45
Figura 4 – Níveis de condução	48
Figura 5 – Fluxograma proposto de procedimentos para o tratamento de locais críticos ..	51
Figura 6 – Representação do <i>continuum</i> da Segurança Viária	56
Figura 7 – Estrutura metodológica do SGS	61
Figura 8 – Fluxograma da estrutura proposta consolidada.....	69
Figura 9 – Croqui com informações sobre o acidente.....	75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	– Síntese dos conceitos de PGT	280
Quadro 2	– Síntese de estudos que contribuíram para evolução do conceito de PGV	21
Quadro 3	– Impactos derivados da implantação de um PGV	25
Quadro 4	– Síntese do modelo Quatro Etapas.....	36
Quadro 5	– Níveis de gravidade das lesões sofridas pela vítima do acidente.....	44
Quadro 6	– Relação entre dimensão temporal e fatores contribuintes de riscos.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
ABL	Área Locável Bruta
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADSV	Análise de Desempenho da Segurança Viária
ASV	Auditoria da Segurança Viária
BO	Boletim de Ocorrência
CET-SP	Companhia de Engenharia de Trânsito de São Paulo
CGV	Centro Gerador de Viagens
Denatran	Departamento Nacional de Trânsito
Detran	Departamento Estadual de Trânsito
DSV	Desempenho da Segurança Viária
EGV	Empreendimento Gerador de Viagem
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EIV	Estudo de Impacto de Vizinhança
HSM	Highway Safety Manual
Ipea	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
Iplam	Instituto de Planejamento do Município
ITE	Institute of Transportation Engineers
Luos	Lei de Uso e Ocupação do Solo
MPA	Modelo de Previsão de Acidentes
MT	Ministério dos Transportes
OMS	Organização Mundial da Saúde
Pare	Programa de Redução de Acidentes no Trânsito
PGT	Polo Gerador de Tráfego
PGV	Polo Gerador de Viagem
pph	percentagem de pico horário
PPSV	Políticas Públicas de Segurança Viária
Rede PGV	Rede Ibero-americana de Estudo em Polos Geradores de Viagem
Rima	Relatório de Impacto Ambiental
RIST	Relatório de Impacto no Sistema Viário
RIV	Relatório de Impacto de Vizinhança
SGS	Sistema de Gestão de Segurança
SV	Segurança Viária
TACT	Técnicas de Análise dos Conflitos de Tráfego
TCT	Técnicas de Conflito de Tráfego

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Contextualização	14
1.2	Questões da pesquisa	16
1.3	Objetivos	17
<i>1.3.1</i>	<i>Objetivo geral</i>	17
<i>1.3.2</i>	<i>Objetivos específicos</i>	17
1.4	Estrutura da dissertação	18
2	ANÁLISES DE IMPACTOS DE POLOS GERADORES DE VIAGENS (PGV)	19
2.1	Conceitos e classificações dos PGVs	19
2.2	Tipos de impactos gerados pelos PGVs	23
2.3	Principais etapas metodológicas de estudos de impactos de PGVs	27
<i>2.3.1</i>	<i>Caracterização do PGV</i>	32
<i>2.3.2</i>	<i>Delimitação da área de influência</i>	33
<i>2.3.3</i>	<i>Análise da situação atual do sistema de transportes</i>	35
<i>2.3.4</i>	<i>Estimação da demanda e definição da oferta</i>	36
<i>2.3.5</i>	<i>Análise de desempenho</i>	38
<i>2.3.6</i>	<i>Avaliação de cenários e tomada de decisão</i>	40
2.4	Considerações finais	41
3	A SEGURANÇA VIÁRIA NO PROCESSO DE PLANEJAMENTO DOS SISTEMAS DE TRANSPORTE	42
3.1	Natureza da Segurança Viária	42
3.2	O acidente de trânsito como indicador de Segurança Viária	43
<i>3.2.1</i>	<i>Fatores contribuintes para os acidentes de trânsito</i>	47
3.3	Estudos de Segurança Viária	50
<i>3.3.1</i>	<i>Estudos observacionais com séries históricas de acidentes de trânsito</i>	50
<i>3.3.1.1</i>	<i>Análise de pontos críticos</i>	50
<i>3.3.1.2</i>	<i>Estudos observacionais do tipo “antes e depois”</i>	53
<i>3.3.1.3</i>	<i>O Highway Safety Manual (HSM)</i>	55

3.3.2	<i>Técnica de análise de conflitos de tráfego.....</i>	55
3.3.3	<i>Modelagem microscópica de tráfego em estudos de Segurança Viária.....</i>	57
3.4	Políticas públicas de Segurança Viária.....	58
3.4.1	<i>Princípios e diretrizes para a concepção de políticas públicas.....</i>	58
3.4.2	<i>Experiências nacionais e internacionais.....</i>	59
3.5	Sistema de gerência da segurança (SGS).....	60
3.6	Auditoria de segurança pública.....	62
3.7	Segurança e planejamento de transportes: visão do ITE.....	64
3.8	Considerações finais.....	66
4	PROPOSTA PARA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DOS PGVs SOB A ÓTICA DA SEGURANÇA VIÁRIA.....	67
4.1	Incorporação da Segurança Viária na análise de impactos de PGV.....	67
4.2	Caracterização do cenário de PPSV.....	69
4.3	Análise do Desempenho da Segurança Viária do sistema atual.....	71
4.3.1	<i>Caracterização dos acidentes na área de influência.....</i>	72
4.3.2	<i>Atribuição do nível do Desempenho da Segurança Viária e identificação das entidades críticas.....</i>	72
4.3.3	<i>Análise das entidades críticas.....</i>	73
4.4	Proposição de melhorias da Segurança Viária no sistema atual.....	76
4.5	ADSV futuro.....	76
4.5.1	<i>Análise das características do PGV e identificação das situações de conflitos na área de circulação externa da edificação do PGV.....</i>	77
4.5.2	<i>Validação dos indicadores e avaliação dos impactos do PGV nos pontos críticos identificados na área de influência.....</i>	78
4.6	Avaliação de alternativas e tomada de decisão.....	78
4.7	Auditoria da Segurança Viária (ASV).....	79
4.8	Considerações finais.....	79
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	80
5.1	Conclusões.....	80
5.2	Recomendações.....	83
	REFERÊNCIAS.....	84

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

O fenômeno da expansão urbana tem gerado fortes impactos em relação às infraestruturas e, sobretudo, ao sistema viário dos grandes centros urbanos. O Brasil, assim como os demais países da América Latina, apresentou intenso processo de urbanização na segunda metade do século XX, quando sua população urbana passou de 26,3%, em 1940, para 81,2%, em 2000 (MARICATO, 2001).

Ao longo dos últimos 30 anos, esse processo, vivenciado pela maioria das cidades brasileiras, foi marcado pelo relativo fracasso da atuação da gestão pública como elemento diretivo, normatizador, fiscalizador e responsável por promover políticas de mobilidade urbana sustentável.

Consequentemente, tal contexto provocou excessiva dissociação entre o planejamento do uso do solo e sua interface com os sistemas de transporte, culminando em rápida deterioração dos níveis de mobilidade nas metrópoles nacionais. Essa problemática é agravada pelo aumento progressivo da frota de veículos.

Dados do Departamento Nacional de Trânsito (Denatran) revelam que, ao longo dos últimos 10 anos, a frota de veículos brasileira tem sido expandida anualmente. Em 2010, houve um aumento de 8,4%, totalizando aproximadamente 65 milhões de veículos (BRASIL, 2020) (Tabela 1).

Tabela 1 – Frota de veículos total no Brasil no período de 2000 a 2010

ANO	TOTAL
2000	29.722.950
2001	31.913.003
2002	35.523.633
2003	36.658.501
2004	39.658.501
2005	42.071.961
2006	45.372.640
2007	49.644.025
2008	54.506.661
2009	59.361.642
2010	64.817.917

Fonte: Sistema de Registro Nacional de Veículos Automotores – Renavam / Denatran (BRASIL, 2020).

De acordo com Vasconcellos (2000), nos países em desenvolvimento, observa-se uma dissociação entre planejamento urbano, planejamento de transportes e planejamento da

circulação. Isso é decorrente da adoção de uma postura que reflete níveis de controle mais rígidos no planejamento de transportes e da circulação quando comparados ao planejamento urbano.

Vasconcellos (2000) ressalta ainda que a visão e os objetivos dos setores de planejamento têm sido instituídos para beneficiar setores específicos da sociedade, fato que amplia a dissociação e, conseqüentemente, os impactos oriundos dos sistemas de transporte urbano.

Desse modo, se o uso do solo e a capacidade do sistema viário são tratados como elementos desconexos e, além disso, os parâmetros urbanísticos de ocupação das leis de uso do solo não são adequados às características da malha viária, a frequência e a severidade dos acidentes de trânsito tendem a aumentar.

Entre as externalidades comumente associadas ao transporte urbano desequilibrado está o aumento do tempo médio das viagens, do consumo de combustíveis fósseis, da poluição ambiental e, principalmente, dos índices de acidentes de trânsito (VASCONCELLOS, 2006).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS) (2008), os acidentes de trânsito produzem, anualmente, em todo o mundo, mais de 1 milhão de vítimas fatais, além de deixarem 50 milhões de pessoas feridas. No Brasil, somente nas rodovias federais, nos anos de 2004 e 2005, mais de 20 mil pessoas perderam suas vidas em acidentes de trânsito. Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), o custo estimado dos acidentes ocorridos no período de 1 ano, no Brasil, ultrapassa 20 bilhões de reais (BRASIL, 2006), o que equivale a aproximadamente 0,85% do PIB do mesmo ano (BRASIL, 2010).

Nos grandes centros urbanos nacionais, é frequente a implantação de empreendimentos de grande porte, os chamados Polos Geradores de Viagem (PGVs). Estes são capazes de produzir e atrair número significativo de viagens em áreas com capacidade viária limitada.

A implantação desses equipamentos, em função da área de influência, normalmente intensifica, em diferentes níveis, as externalidades mencionadas. Por esse motivo, a locação dos PGVs é precedida, obrigatoriamente, por estudos prévios que objetivam minimizar, ou até mesmo eliminar, impactos indesejáveis – como a redução dos níveis de serviço e de Segurança Viária (SV), por exemplo – sobre sua área de influência. A análise prévia desses impactos é uma ferramenta importante para adequar o uso do solo à capacidade do sistema viário.

Existem diversas metodologias de previsão dos impactos causados pela implantação dos PGVs, entre as quais se destacam:

- a) as norte-americanas, desenvolvidas pelo Institute of Transportation Engineers (ITE) (1985);
- b) as espanholas, referenciadas em publicações e estudos de consultores espanhóis, como Calvet y Borrull (1995); e
- c) as brasileiras, com destaque para os seguintes estudos: Companhia de Engenharia de Trânsito de São Paulo (CET-SP) (1983), Grandó (1986), Goldner (1994) e Cybis *et al.* (1999).

Porém, essas metodologias, desenvolvidas e aplicadas ao longo dos últimos 20 anos, detêm-se, em sua maioria, na análise da geração de viagens causadas exclusivamente pelo empreendimento (CYBIS *et al.*, 1999). Os impactos na Segurança Viária ainda não são considerados de forma objetiva, portanto sem a incorporação de análises específicas do desempenho da segurança.

Além disso, a incorporação de aspectos relacionados ao Desempenho da Segurança Viária (DSV) de forma sistêmica, ou seja, ao longo das principais etapas de análise do impacto de PGVs, deve permitir a construção de metodologias mais robustas que possibilitem aperfeiçoar o processo decisório anterior à implantação de PGVs em centros urbanos, tornando-o mais abrangente.

A presente pesquisa objetiva oferecer uma análise de impactos de PGVs sob a ótica da Segurança Viária (SV). Para tanto, será analisado o papel desta última nas principais etapas da avaliação de impactos das metodologias mais consolidadas. Dessa forma, espera-se aperfeiçoar as metodologias existentes e definir possíveis áreas de aprofundamento, colaborando com as soluções para mitigar impactos gerados pela implantação de um PGV em relação ao seu desempenho de fluidez e de segurança viária.

1.2 Questões da pesquisa

Tomando como base o contexto descrito no tópico anterior, foram suscitadas as seguintes questões de pesquisa:

- a) Como a Segurança Viária é considerada nas atividades que compõem as principais metodologias de avaliação dos impactos de PGVs no cenário nacional e internacional?
- b) Quais metodologias de análises de Desempenho de Segurança Viária melhor se aplicariam em estudos de impactos de PGVs?
- c) Como aperfeiçoar as metodologias tradicionais de avaliação dos impactos de PGVs incorporando análises objetivas sobre o Desempenho da Segurança Viária de redes urbanas?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo geral apresentar uma contribuição metodológica que permita a consideração de aspectos qualitativos e quantitativos relacionados ao Desempenho da Segurança Viária nas principais etapas da avaliação dos impactos decorrentes da implantação de PGVs no ambiente urbano.

1.3.2 Objetivos específicos

Para atingir o objetivo geral desta pesquisa foram estabelecidos como objetivos específicos:

caracterizar a estrutura geral e as atividades específicas das principais metodologias de avaliação dos impactos de PGVs, no cenário nacional e internacional, com foco na identificação de aspectos relacionados ao Desempenho da Segurança Viária;

- a) investigar a incorporação de metodologias tradicionais de análises de Desempenho da Segurança Viária de redes urbanas na análise dos impactos gerados por PGVs;
- b) sistematizar um procedimento de análise dos impactos dos PGVs que incorpore aspectos relacionados ao Desempenho da Segurança Viária, complementando as atividades comumente encontradas nas principais metodologias de avaliação dos impactos dos PGVs.

1.4 Estrutura da dissertação

Esta pesquisa se divide em quatro capítulos, além desta **Introdução**, descritos brevemente a seguir.

No **Capítulo 2**, expõe-se uma revisão dos principais conceitos e das classificações de PGVs, assim como são descritos os tipos de impactos mais comuns decorrentes da implantação desses polos. Em seguida, são apresentadas metodologias nacionais e estrangeiras destinadas à avaliação de impactos de PGVs. Com base nessas metodologias, propõe-se uma estrutura geral, reunindo as principais etapas metodológicas identificadas. Cada etapa é analisada individualmente com o objetivo de verificar como os aspectos de segurança viária são considerados.

No **Capítulo 3**, são revisados conceitos relacionados ao estudo da segurança viária e sua natureza e apresentados estudos tradicionais sobre segurança. Em seguida, são discutidos os princípios que norteiam a concepção de políticas públicas em segurança viária e a influência desta no processo de planejamento de transportes. São discutidas ainda metodologias que permitem a criação e a implementação de oportunidades para se incorporar a segurança viária no processo de avaliação dos impactos dos PGVs, tais como o Sistema de Gestão da Segurança (SGS), a Auditoria de Segurança Viária (ASV) e a visão do Institute of Transportation Engineers (ITE) no processo de planejamento de transportes.

No **Capítulo 4**, propõe-se um procedimento sistemático de análise dos impactos dos PGVs incluindo aspectos relacionados ao Desempenho da Segurança Viária (DSV), de forma a aprimorar a estrutura comumente encontrada nas principais metodologias de avaliação dos impactos dos PGVs.

Por fim, no **Capítulo 5**, são apresentadas as conclusões obtidas a partir da revisão da literatura e da análise dos resultados da avaliação da metodologia proposta.

2 ANÁLISES DE IMPACTOS DE POLOS GERADORES DE VIAGENS (PGVs)

A implantação de um Polo Gerador de Viagem (PGV) afeta o padrão de viagens existente em uma determinada região, podendo alterar o desempenho da fluidez e da segurança viárias. Congestionamentos, comprometimento da acessibilidade e aumento do número de acidentes são alguns dos problemas enfrentados nas áreas de entorno de um PGV. Esses impactos podem ser mitigados através de estudos previamente elaborados que utilizam metodologias específicas destinadas a identificá-los, quantificá-los e qualificá-los.

De acordo com Andrade (2004), a maioria das metodologias destinadas a avaliar impactos de PGVs tem como foco a quantificação desses impactos através da identificação da demanda futura gerada pelo PGV. Essa identificação se fundamenta no método tradicional de planejamento denominado Quatro Etapas (geração de viagens, distribuição de viagens, divisão modal e alocação do tráfego) e em técnicas adotadas na engenharia de tráfego para medir a capacidade viária e os níveis de serviço. No entanto, a utilização desses processos não garante uma avaliação objetiva de aspectos relacionados aos níveis de Segurança Viária (SV).

Neste capítulo, são revisados os principais conceitos e classificações de PGVs e descritos os tipos de impactos mais comuns decorrentes de sua implantação. Em seguida, são apresentadas metodologias, nacionais e estrangeiras, destinadas à avaliação de impactos de PGVs. Com base nessas metodologias, propõe-se uma estrutura geral, reunindo as principais etapas metodológicas identificadas. Cada etapa é analisada individualmente e são observados de que forma os aspectos relacionados à SV são considerados.

2.1 Conceitos e classificações dos PGVs

Inicialmente denominados Polos Geradores de Tráfego (PGTs), os PGVs são definidos em diversas fontes bibliográficas como empreendimentos capazes de gerar um elevado número de viagens.

Entre os conceitos de PGVs em referências bibliográficas nacionais destacam-se os encontrados nos estudos da Companhia de Engenharia de Trânsito de São Paulo (CET-SP) (1983); de Grandó (1986); da Prefeitura Municipal de São Paulo (1992); do Governo do Distrito Federal, através da Lei n. 1.890/1998 (DISTRITO FEDERAL, 1998); do Departamento Nacional de Trânsito (Denatran) (2001); e de Portugal e Goldner (2003).

A Rede Ibero-americana de Estudo em Polos Geradores de Viagens (Rede PGV) (2010) os reuniu e sintetizou, conforme se expõe no Quadro 1.

Quadro 1 – Síntese dos conceitos de PGT

FONTE	CONCEITO
Companhia de Engenharia de Trânsito de São Paulo (CET-SP) (1983)	Empreendimentos de grande porte que atraem ou produzem grande número de viagens, causando reflexos negativos na circulação em seu entorno imediato, podendo prejudicar a acessibilidade de toda uma região ou agravar condições de segurança de veículos e pedestres.
Grando (1986)	Empreendimentos que, mediante a oferta de bens e/ou serviços, geram ou atraem um grande número de viagens, causando reflexos na circulação de tráfego do entorno, tanto em termos de acessibilidade e fluidez do tráfego, podendo repercutir em toda uma região, quanto em termos da segurança de veículos e pedestres.
Prefeitura Municipal de São Paulo (1992)	Edificação permanente ou transitória com concentração de bens ou serviços, que gere grande afluxo de população, com substancial interferência no tráfego do entorno, necessitando de grandes espaços para estacionamento, carga e descarga, ou movimentação de embarque e desembarque.
Governo do Distrito Federal (1998)	Edificação onde são desenvolvidas atividades de oferta de bens ou serviços que geram elevada rotatividade de veículos e interferem no tráfego do entorno, sendo obrigatória a construção de estacionamento obedecendo a proporção mínima entre o número de vagas e a área do empreendimento.
Departamento Nacional de Trânsito (2001)	Empreendimentos de grande porte que atraem ou produzem grande número de viagens, causando reflexos negativos na circulação viária em seu entorno imediato e, em alguns casos, prejudicando a acessibilidade da região, além de agravar as condições de segurança de veículos e pedestres.
Portugal e Goldner (2003)	Locais ou instalações de distintas naturezas que desenvolvem atividades de porte e escala capazes de produzir um contingente significativo de viagens.

Fonte: Adaptado da Rede Ibero-americana de Estudo em Polos Geradores de Viagens (REDE PGV, 2010).

As definições destacadas no Quadro 1 sofrem pouca variação. Como se observa, a maioria conceitua PGV como empreendimento de grande porte capaz de gerar elevado número de viagens. Aspectos relacionados aos possíveis impactos causados pelo PGV são enfatizados em alguns dos conceitos apresentados.

A Companhia de Engenharia de Trânsito de São Paulo (CET-SP) (1983), Grando (1986) e o Departamento Nacional de Trânsito (Denatran) (2001) destacam o impacto do

PGV na SV, definindo-o como um empreendimento que pode agravar as condições de segurança de veículos e pedestres. Os demais conceitos ressaltam os impactos causados no tráfego, nos estacionamentos e na produção de viagens.

Em Fortaleza, o conceito de PGV consta na Lei de Uso e Ocupação do Solo do Município de Fortaleza (Luos) (FORTALEZA, 1996), que o define como

edificações onde se desenvolvem atividades geradoras de grande número de viagens, e cuja implantação provoque impacto no tocante à saturação da capacidade viária do entorno, na circulação circunvizinha, na acessibilidade à área, na qualidade ambiental, na segurança de veículos e pedestres e na capacidade da infraestrutura existente. (FORTALEZA, 1996, p. 54).

Ao longo dos últimos anos, o conceito de PGV evoluiu, deixando de ser denominado Polo Gerador de Tráfego (PGT). Essa mudança ocorreu quando

os estudos relacionados ao tema deixaram de considerar apenas o tráfego (individual) motorizado gerado pelo empreendimento, passando a considerar as viagens em geral; além dos impactos relacionados ao polo não mais somente nos sistemas viário e de transportes, como também no desenvolvimento socioeconômico. (KNEIB *et al.*, 2009 *apud* REDE PGV, 2010, p. 4).

Contribuíram de modo fundamental para essa evolução tanto os estudos de Kneib (2004) – responsável pelos conceitos de Empreendimentos Geradores de Viagens (EGVs) e de Centros Geradores de Viagens (CGVs) – quanto os da Rede PGV (2005), que definiu o polo como Polo Gerador de Viagens (Quadro 2).

Quadro 2 – Síntese de estudos que contribuíram para evolução do conceito de PGV

ESTUDOS	CONCEITO
Kneib (2004)	EGVs: empreendimentos que causam impactos tanto no sistema viário e na circulação, em curto prazo, como também na estrutura urbana, com destaque para o uso, ocupação e valorização do solo, a médio e longo prazo.
	CGVs: atividades urbanas de grande porte, que atribuem características de centralidade à sua área de influência e impactam o ambiente urbano por meio de geração de viagens, podendo causar alterações significativas nos padrões de uso, ocupação e valorização do solo em sua área de influência imediata.
Rede PGV (2005)	PGVs: equipamentos potenciais geradores de impactos nos sistemas viários e de transportes (congestionamentos, acidentes e naturais repercussões no ambiente), como também no desenvolvimento socioeconômico e na qualidade de vida da população.

Fonte: Adaptado da Rede Ibero-americana de Estudo em Polos Geradores de Viagens (REDE PGV, 2010).

As definições apresentadas nos estudos de Kneib (2004) e da Rede PGV (2005) possuem forte relação com os impactos gerados pelo PGV. Nelas são ressaltados os impactos causados no sistema viário e de circulação e, além disso, destacadas as alterações de uso, ocupação e valorização do solo que podem ocorrer no ambiente urbano.

As viagens geradas são consequências diretas da implantação do PGV, e os acidentes são os impactos dos PGVs decorrentes dessas viagens. O conceito baseado no estudo da Rede PGV (2005) considera os acidentes como um dos impactos nos sistemas viários e de transportes.

Com relação à classificação, de acordo com Portugal e Goldner (2003), os PGVs podem ser categorizados conforme a natureza e a intensidade das atividades neles desenvolvidas.

Em relação à natureza, os PGVs podem compreender os centros comerciais – como *shoppings centers* –, supermercados, estabelecimentos de ensino, hospitais, estádios, hotéis, teatros, igrejas, conjuntos residenciais, prédios comerciais, pavilhões para feiras e eventos, entre outros.

Quanto à intensidade, classificam-se de acordo com o nível de impacto causado sobre o tráfego, sendo denominados micropolos aqueles com impactos isolados pequenos – farmácias, escolas, restaurantes e bares –, ainda que, agrupados, possam gerar impactos significativos; e macropolos, quando constituem construções de grande porte e causam impactos significativos mesmo isoladamente (COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÂNSITO DE SÃO PAULO, 1983).

Normalmente, a classificação dos PGVs é responsabilidade do poder municipal, que estabelece, para essa finalidade, parâmetros adequados e formaliza ainda um procedimento específico para o estudo e a avaliação de impactos (DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO, 2001).

No Brasil, os municípios têm autonomia para definir e estipular os parâmetros para a elaboração dos estudos de impacto de tais empreendimentos. O Departamento Nacional de Trânsito (2001) disponibiliza um roteiro, o *Manual de procedimentos para o tratamento de Polos Geradores de Tráfego*, que deve ser tratado como referência e adaptado de acordo com as características de cada localidade.

Em Curitiba, por exemplo, são classificados como polos geradores todos os empreendimentos que apresentam área de construção igual ou superior a 5.000m². Em São Paulo, desde 1987, utiliza-se como parâmetro o número de vagas de estacionamento exigido. Segundo o Decreto n. 32.329/92, são considerados PGVs as edificações não residenciais, em

qualquer região do município, com vagas em número igual ou superior a 200, ou 80 quando localizadas nas chamadas áreas especiais de tráfego (AETs). Entre as edificações residenciais, são polos aquelas com vagas em número igual ou superior a 500. Também são definidas como polos geradores edificações relacionadas à prestação de serviços de saúde com área superior a 7.500m²; edificações voltadas à prestação de serviços de educação e à prática de esporte com área superior a 2.500m²; e locais de reunião, atividades e serviços públicos de caráter especial e atividades temporárias com capacidade igual ou superior a 500 pessoas (SÃO PAULO, 1992).

Já os parâmetros adotados pelo município de Belo Horizonte classificam como PGV o empreendimento de uso não residencial cuja área edificada seja superior a 6.000m²; o de uso residencial que tenha mais de 150 unidades; e o de uso misto, quando o somatório da razão entre o número de unidades residenciais e 150 e da razão entre a área da edificação destinada ao uso não residencial e 6.000m² seja igual ou superior a 1.

Em Fortaleza, os parâmetros utilizados têm relação com o porte do empreendimento. A Lei de Uso e Ocupação do Solo classifica como polo gerador: comércio varejista e atacadista com área superior a 2.500m²; *shoppings centers*, centros empresariais e hotéis com área superior a 2.500m²; templos religiosos, serviços de alimentação e lazer, casas de *shows* e boates com área superior a 500m²; academias esportivas, estacionamentos, instituições de ensino, instituições financeiras e serviços de laboratórios (saúde) com área superior a 1.000m² e clínica de saúde com área superior a 250m² (FORTALEZA, 1996).

2.2 Tipos de impactos gerados pelos PGVs

As definições de PGV apresentadas na seção anterior guardam relação direta com a geração de impactos, negativos ou positivos. De acordo com Gonçalves (2012), os impactos gerados com a implantação do PGV podem ser positivos, quando contribuem com o desenvolvimento da área onde é implantado; ou negativos, quando prejudicam a mobilidade e aumentam os níveis de poluição ambiental.

Portugal e Goldner (2003) sintetizam a grande maioria da literatura relativa às dimensões e aos tipos dos impactos decorrentes da implantação de um PGV, e Gonçalves (2012) amplia a discussão incluindo estudos posteriores aos dos autores supracitados.

De acordo com Portugal e Goldner (2003), os impactos podem estar relacionados às dimensões socioeconômica, ambiental e espacial. Segundo Lane *et al.* (1980 *apud* PORTUGAL; GOLDNER, 2003), os impactos classificados e agrupados como sociais estão

relacionados às situações que envolvem a interação de um indivíduo ou de grupos com a vizinhança e como se dá essa relação; e à acessibilidade e remoção de pessoas. Os econômicos agregam as mudanças provocadas nos níveis de empregabilidade, modo de habitação, níveis de arrecadação, processo de planejamento e nos consumos energéticos. E os ambientais são os impactos no ambiente construído e ecossistemas naturais.

Portugal e Goldner (2003) ressaltam ainda as alterações no meio ambiente, descritas por Lima Jr. (1999), como mudanças no padrão de vida e necessidades do ser humano, nos níveis de poluição e contaminação, na distribuição de renda e nos padrões culturais, sociais, políticos e demográficos.

O Institute of Transportation Engineers (ITE) (1994 *apud* PORTUGAL; GOLDNER, 2003) destaca os impactos causados na segurança, na circulação, no tráfego, na acessibilidade e no transporte público. Da mesma forma, os impactos relacionados por Cabral (1997) e Silva *et al.* (1995) identificam a segurança como um dos principais componentes afetados.

Cunha (2001) distingue os tipos de impactos como urbanos, socioculturais e ambientais, ampliando a discussão sobre os tipos de impactos com a incorporação de aspectos relacionados à interação entre o uso e a ocupação dos sistemas de transportes.

Os estudos posteriores aos de Portugal e Goldner (2003) também agrupam os impactos causados pelo PGV em categorias. Lollo e Röhm (2005) os dividem entre as categorias ambientais e viárias. Já Kneib *et al.* (2006) os caracteriza como diretos (no sistema viário e na circulação) e derivados (socioeconômico e ambiental).

Gonçalves (2012) destaca em sua dissertação os PGVs e sua relação com as técnicas de análise de impactos, especificamente com o impacto de vizinhança, o qual ele divide em impactos viários e impactos de transporte. Segundo esse autor, os impactos viários estão associados a aspectos da geração de tráfego e de demanda por transporte público; e o impacto de transportes tem repercussão no transporte coletivo, na escolha modal e em paradas de transportes coletivos e pontos de táxi. Ele enquadra as alterações no Desempenho da Segurança Viária (DSV) como impactos no sistema viário.

Tolfo (2006 *apud* Gonçalves, 2012) relaciona os impactos viários à circulação, acessibilidade e mobilidade, congestionamentos, níveis de desempenho e de serviço dos sistemas de transporte; segurança de veículos e pedestres; e qualidade de vida da população do entorno do empreendimento.

Outro enfoque dado aos tipos de impactos gerados por um PGV está relacionado às alterações nos padrões de uso, ocupação e valorização do solo urbano. Segundo Kneib

(2004), em função dessas alterações, a implantação de um PGV pode impactar fortemente nos padrões de viagens da sua área de influência, gerando, a médio e longo prazos, um número de viagens adicional às já geradas exclusivamente pelo polo.

Com base em diversos estudos – especialmente nos de Portugal e Goldner (2003), de Kneib (2004), de Cunha (2009) e Gonçalves (2012) –, os impactos causados pela implantação do PGV podem ser sistematizados, como mostra o Quadro 3.

Quadro 3 – Impactos derivados da implantação de um PGV

IMPACTOS	ASPECTOS IMPACTADOS
Viários	Vias do entorno e de acesso Congestionamento Sinalização Conflito de tráfego Número de acidentes Aumento do fluxo de veículos Aumento do tempo de viagem
Transportes	Demanda por transporte público Escolha modal Paradas de ônibus e ponto de táxi
Socioeconômicos	Alteração do valor do solo e dos imóveis Níveis de emprego e renda Fiscais Custo de viagens Uso de equipamentos urbanos e comunitários Alterações no uso do solo e dos imóveis (atividades) e na ocupação e densidade do solo Paisagem urbana e patrimônio natural e cultural
Ambientais	Ecossistemas Qualidade do ar Nível de ruído Vibrações Ventilação e iluminação

Fonte: Adaptado da Rede Ibero-Americana de Estudo em Polos Geradores de Viagens (REDE PGV, 2010) e de Gonçalves (2012).

Apesar de a maior parte dos impactos percebidos pela população estar relacionada com o aumento de fluxos de veículos e os consequentes congestionamentos gerados, os aspectos relacionados ao DSV também são reconhecidos nos impactos viários. A implantação de um PGV pode interferir na SV, aumentando os conflitos de tráfego e o número de acidentes na sua área de entorno.

No Brasil, para efeito de legislação, são considerados os impactos ambientais e os de vizinhança. Os Estudos de Impactos Ambientais – e seu Relatório de Impactos Ambientais (EIA/Rima) –, e os Estudos de Impactos de Vizinhança – através do seu Relatório de Impactos de Vizinhança (EIV/RIV) –, são os documentos exigidos legalmente para análise dos impactos dos PGVs (GONÇALVES, 2012).

De acordo com o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), Lei n. 9.503, de 23 de setembro de 1997, em seu artigo 93, “nenhum projeto de edificação que possa se transformar em polo atrativo de trânsito poderá ser aprovado sem prévia anuência do órgão ou entidade com circunscrição sobre a via e sem que do projeto conste área para estacionamento e indicação das vias de acesso adequadas”.

Já o Estatuto da Cidade (2001) estabelece que uma lei municipal irá definir quais empreendimentos e/ou atividades irão depender de Estudos de Impacto de Vizinhança (EIV) para sua aprovação. Contudo, indica em seu artigo 37 as questões mínimas que devem ser contempladas nos estudos, entre elas a geração de tráfego e a demanda por transporte público.

No que se refere aos estudos de impacto ambiental, a Resolução n. 001/1986, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), regulamenta os critérios e as diretrizes para aplicação da avaliação de impacto ambiental, assim como define as atividades cuja aprovação depende da elaboração de estudos de impactos (BRASIL, 1986).

Na legislação vigente no município de Fortaleza, a Lei de Uso e Ocupação do Solo (Luos) considera os PGVs como projetos especiais cuja implantação demanda análise prévia específica do órgão responsável pela avaliação de impactos dos polos (FORTALEZA, 1996). Para tanto, exige a elaboração do Relatório de Impacto no Sistema de Trânsito (RIST), que visa identificar a necessidade ou não de ações mitigadoras no sistema de transportes impactado pelo PGV, para redução de congestionamentos, além da manutenção e garantia da segurança de pedestres e veículos.

De acordo com a Lei de Uso e Ocupação do Solo, somente os empreendimentos classificados como projetos especiais são passíveis de análise especial e estudo de impacto para serem instalados (FORTALEZA, 1996). A caracterização das atividades como projeto especial é estabelecida de acordo com a área construída do empreendimento, do tipo de

atividade a ser exercida, ou número de vagas de estacionamento mínimo exigido (GIFONI, 2006).

Com base nas legislações de algumas capitais brasileiras sobre PGTs e das recomendações do Denatran, Ary (2002) pontua alguns aspectos importantes que não são considerados na legislação de Fortaleza, como as características locais da região onde serão implantados novos PGTs e a utilização de critérios diferenciados de acordo com área.

Ary (2002) também ressalta a importância de um processo de acompanhamento das operações do PGT após sua implantação e destaca uma tendência de aprimoramento da legislação brasileira relacionada aos PGTs, consequência do aperfeiçoamento na identificação de dispositivos de controle e mitigação de impactos para empreendimentos de grande porte, cada vez mais presentes nos centros urbanos.

No tópico a seguir são identificadas e discutidas as principais etapas metodológicas integrantes dos estudos de impactos de PGVs. São tomadas como referência as seguintes metodologias: U.S. Department of Transportation and Institute of Transportation Engineers, Departamento de Transportes dos EUA (1985); Institute of Transportation Engineers (ITE) (1991); Calvet y Borrul (1995); Companhia de Engenharia de Trânsito de São Paulo (CET-SP) (1983); Cox R. Consultores (1984); Grando (1986); Goldner (1994); Cybis *et al.* (1999); Menezes (2000) e *Manual de Procedimentos para o Tratamento de Polos Geradores de Tráfego*, do Departamento Nacional de Trânsito (2001).

Além dessas metodologias citadas, consideram-se estudos recentes, como o de Cunha (2009), que desenvolveu uma sistemática de análise de PGV através do estabelecimento de métodos padrões e normativas de apreciação. O intuito foi estimar e tratar os impactos no sistema viário, e a principal contribuição está no aperfeiçoamento da análise e do licenciamento dos PGVs pelos órgãos competentes.

Considera-se também o estudo de Gonçalves (2012), que ampliou a discussão sobre a classificação dos principais tipos de PGVs, categorizando-os de acordo com o tamanho da área de estudo, horizonte de projeto e técnicas de análise mais indicadas. Pode-se destacar ainda as contribuições que, ao longo dos últimos anos, têm aprimorado as técnicas de obtenção e análise de dados das etapas constantes das metodologias de avaliação de impactos de PGVs.

2.3 Principais etapas metodológicas de estudos de impactos de PGVs

Inicialmente nos Estados Unidos e na Europa e a partir da década de 1980 no Brasil, observa-se um progresso nas pesquisas que estabelecem uma sistemática para avaliar

os impactos de PGVs. Em geral, esses estudos estão direcionados para a avaliação do impacto decorrente da implantação do PGV no sistema de circulação e no estabelecimento de medidas mitigadoras para garantir níveis aceitáveis de mobilidade pós-implantação (GIUSTINA; CYBIS, 2003).

Segundo Giustina e Cybis (2003), a avaliação de impacto de PGVs tem como principais objetivos: determinar as condições de tráfego existentes no entorno do PGV a ser implantado; estimar o tráfego gerado pós-implantação; avaliar o efeito do tráfego na infraestrutura viária existente e futura; e apontar medidas mitigadoras necessárias na estrutura viária do entorno. Para tanto, as metodologias de avaliação de impactos são estruturadas em etapas específicas que visam atender esses propósitos.

Ao longo das últimas décadas, foram desenvolvidas metodologias capazes de avaliar os impactos dos PGVs nos sistemas viário e de transportes. Portugal e Goldner (2003) destacam como principais as metodologias norte-americanas – consideradas mais abrangentes –, a espanhola e as brasileiras – voltadas para um tipo específico de PGV, o *shopping center*.

Com base na evolução de estudos realizados desde a década de 1980, foi elaborada uma síntese cronológica, ilustrada na Figura 1, com as principais metodologias de avaliação de impactos de PGVs.

Figura 1 – Síntese cronológica das metodologias de avaliação de impacto de PGV no sistema viário

CET-SP	USDT	ITE	CALVET y BORRUL	MENEZES	PORTUGAL e GOLDNER					
1983	1984	1985	1986	1991	1994	1995	1999	2000	2001	2003
	COX CONSULTORES	GRANDO	GOLDNER	CYBIS <i>et al.</i>	DENATRAN					

Fonte:

A proposta metodológica do U.S. Department of Transportation and Institute of Transportation Engineers, o Departamento de Transportes dos Estados Unidos (1985), é considerada uma das mais completas. Seu diferencial está na incorporação de uma etapa de negociação que ocorre entre os planejadores de transportes e os órgãos locais, antes e depois da elaboração do estudo. Ressalte-se que a fase de negociação pós-estudo é fundamental, pois as soluções apontadas serão implementadas pelos órgãos locais. Também merece destaque a inclusão de estudos do tráfego atual da via e as análises detalhadas do tráfego futuro *com* e *sem* a implantação do PGV. Não são observadas referências específicas relacionadas ao DSV. A determinação dos níveis de serviço do tráfego atual e pós-implantação do PGV, analisados em uma das fases da metodologia, considera apenas o desempenho da fluidez.

A metodologia do Institute of Transportation Engineers (ITE) (1991) tem como principal característica a divisão da demanda pós-implantação do PGV. Nela são consideradas as demandas geradas pelo tráfego *não local*, que não tem origem ou destino na área do PGV, e pelo tráfego *local*, relacionado à implantação do polo. Da mesma forma que a metodologia proposta pelo Departamento de Transportes dos EUA (1985), o DSV não é um componente medido.

A metodologia espanhola encontra-se referenciada na publicação de Calvet y Borrul (1995). Conforme descrito por Portugal e Goldner (2003), a estrutura parte da análise da situação atual da área de estudo, de sua rede viária e transporte público e da estimativa da demanda de tráfego. As proposições apresentadas nessa metodologia são referentes a acessos e saídas, controle e sinalização do tráfego, intervenções viárias, estacionamento e áreas destinadas à carga e descarga, entre outras. São medidas destinadas às situações críticas relacionadas ao fluxo de veículos e que podem contribuir para melhorar as condições de SV.

A metodologia proposta pela Companhia de Engenharia de Trânsito de São Paulo (CET-SP) (1983) é considerada um dos primeiros estudos brasileiros vinculados à análise de impacto de PGV. Tem como foco o número médio de viagens geradas pelo PGV no horário de pico, utilizado na análise de impacto do tráfego, através da relação volume/capacidade (V/C) da via. Os estudos que resultaram no método proposto constataram que a avaliação do impacto pode compreender três níveis: vias do entorno, vias de acesso e área de entorno. O impacto nas vias do entorno refere-se não apenas à avaliação das características físicas do polo, mas também a interferência da sinalização existente, deficiências na conversão e conflitos com pedestres. A análise das vias de acesso refere-se às principais vias de acesso do PGV, enquanto que o estudo da área de entorno busca a identificação de outros equipamentos que possam comprometer a capacidade viária do entorno do polo a ser implantado.

A metodologia de Cox R. Consultores (1984), assim como a metodologia proposta pela CET-SP (1983), utiliza a relação V/C para analisar o nível de impacto. O modelo apresenta as seguintes etapas: delimitação da área de influência, geração de viagens, distribuição de viagens, alocação de viagens, avaliação de desempenho e dimensionamento dos estacionamentos (PORTUGAL; GOLDNER, 2003).

Grando (1986) estruturou sua metodologia em sete etapas. Nas fases iniciais, o PGV é caracterizado, a área de influência é delimitada e os sistemas viário e de transportes são analisados. Na sequência, a demanda a ser gerada pelo PGV é caracterizada, ao tempo em que é delimitada a área de influência e selecionados os pontos críticos dos componentes viários impactados diretamente pelo PGV. As etapas finais correspondem à análise de

desempenho – a partir da avaliação volume/capacidade (V/C) para trechos de vias, e graus de saturação e atraso médio de veículos para intersecção – e ao dimensionamento do estacionamento.

Com base na análise das metodologias do Departamento de Transportes dos Estados Unidos e de Grand (1986), Goldner (1994) aperfeiçoou sua metodologia para avaliar o impacto de PGV no sistema viário de forma a contemplar não apenas as viagens realizadas pelos automóveis, mas também as realizadas por ônibus e a pé – modos de viagens acrescentados às etapas de escolha modal.

A metodologia apresentada por Cybis *et al.* (1999) indica a necessidade de se avaliar o impacto de forma mais estratégica e abrangente. A proposta é determiná-lo numa dimensão de rede viária abrangente e em cenários futuros. Esse fato possibilita identificar a necessidade de ações mitigadoras de impacto que ultrapassem a área de entorno imediato do PGV.

Menezes (2000) preocupa-se em agregar critérios relacionados ao meio ambiente nas avaliações. Para tanto, verifica e compara os níveis de serviço viário e ambiental nas situações pré e pós-implantação do PGV. Essa proposta oferece um novo olhar sobre os impactos do PGV, pois incorpora a análise ambiental e não restringe sua preocupação a aspectos relacionados ao desempenho da fluidez.

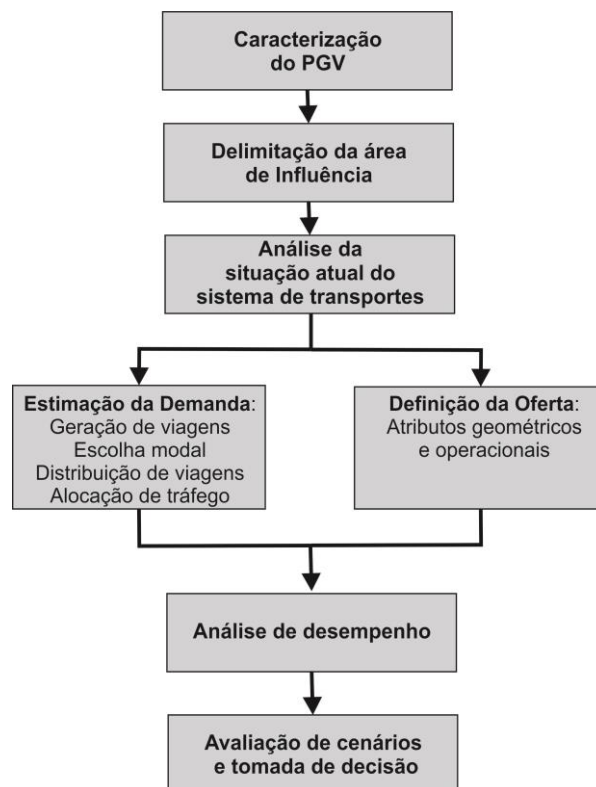
O Denatran, através do *Manual de procedimentos para o tratamento de Polos Geradores de Tráfego* (DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO, 2001), propõe uma análise de PGV desenvolvida em dois planos distintos, porém complementares, quais sejam: dos impactos sobre as vias de acesso e adjacentes e do projeto arquitetônico. A análise do impacto sobre as vias deve apresentar uma avaliação prévia, tecnicamente fundamentada, dos prováveis impactos do empreendimento na circulação viária, contemplando aspectos de circulação na área de influência na situação *sem* o PGV; a previsão da demanda futura de tráfego; e avaliação de desempenho e identificação dos impactos na circulação na situação *com* o PGV. O manual enfatiza ainda que, na análise dos impactos, devem ser considerados aqueles decorrentes das interferências das obras de implantação do empreendimento sobre a operação da infraestrutura viária e equipamentos urbanos existentes no entorno (DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO, 2001).

Em 2003, Portugal e Goldner publicaram um livro com o objetivo de sistematizar o conhecimento disponível sobre PGVs. Nele, foram analisadas metodologias destinadas à avaliação de impactos gerados por PGVs e proposta uma nova, de concepção abrangente, considerando impactos nas áreas de circulação interna e externa. Assim como a de Goldner

(1994), contempla as viagens realizadas por ônibus e a pé, e, da mesma forma que Menezes (2000), abrange aspectos relacionados aos impactos ambientais.

De maneira geral, as propostas metodológicas apresentam similaridades, possibilitando a identificação de uma estrutura relativamente comum, que contempla atividades presentes na maioria delas. A Figura 2 expõe a estrutura geral identificada, composta das seguintes etapas: (1) caracterização do PGV; (2) delimitação da área de influência; (3) análise da situação atual do sistema de transportes; (4) estimação da demanda e definição da oferta; (5) análise de desempenho; e (6) avaliação de cenários e tomada de decisão.

Figura 2 – Fluxograma da estrutura geral de análise do impacto de um PGV no sistema viário



Fonte: Elaboração própria.

A seguir são discutidas individualmente as etapas metodológicas dessa estrutura geral. Inicialmente, cada atividade e seus objetivos são descritos de modo detalhado. Depois, são observados aspectos relacionados ao componente de SV.

2.3.1 Caracterização do PGV

A etapa de caracterização do PGV está inserida na maioria das metodologias de análise de impactos como o momento em que são observadas e levantadas informações referentes ao polo: localização, porte, tipo de atividade a ser ofertada, capacidade do estacionamento etc. Os projetos do PGV e a legislação local pertinente são considerados as principais fontes de informação.

Grando (1986) chama essa etapa de “conhecimento do problema local”, e seu objetivo é fornecer uma visão geral das principais características do PGV: localização, dimensões, natureza da atividade, área total construída, área bruta locável (ABL), número de vagas de estacionamento, número de leitos, entre outros. As metodologias de Calvet y Borrul (1995), de Cybis *et al.* (1999) e de Menezes (2000) possuem etapas com denominações diferentes, porém com objetivos semelhantes em relação à caracterização do PGV.

Essa primeira etapa tem papel fundamental no que diz respeito a identificar a demanda gerada com a implantação de um PGV. A dimensão do empreendimento, o número de vagas de estacionamento e o número de leitos, por exemplo, podem ter uma relação direta com o número de viagens produzidas e atraídas. No caso dos centros comerciais como *shopping centers*, dados sobre a área bruta locável (ABL), que corresponde ao somatório de todas as áreas disponíveis para a locação, são comumente utilizados para estimar a demanda de viagens.

As informações levantadas sobre o PGV nessa fase são também elementos importantes para a análise da SV. As características físicas do PGV apresentadas nessa etapa contêm elementos que possibilitam identificar situações de risco relacionadas à SV para os usuários (pedestres e/ou motorizados). O manual do Departamento Nacional de Trânsito (2001) apresenta nesse momento uma avaliação prévia dos impactos na circulação viária, relacionando os dados obtidos nessa fase com o DSV. Durante a análise preliminar, são avaliadas as condições de acesso e de circulação de veículos e pedestres, considerando as possíveis interferências dos fluxos gerados pelo empreendimento na segurança do tráfego.

Os acessos ao PGV localizados em áreas indevidas e com dimensões (faixas de entrada e saída) inadequadas, incapazes de absorver o tráfego, podem provocar insegurança. Da mesma forma, priorizar o transporte motorizado na área de circulação externa à edificação, em detrimento do pedestre e do ciclista, pode contribuir para situações de conflito entre estes. A área destinada ao estacionamento deve garantir segurança aos seus usuários, além do número de vagas adequadas às necessidades do empreendimento. O projeto de sinalização

dessas áreas cumpre um papel fundamental para melhoria de condições de segurança, pois uma sinalização eficiente contribui para o desempenho da fluidez dos veículos e segurança dos usuários.

O tipo do PGV, definido nessa etapa, é um aspecto relevante a ser considerado na SV. As instituições de ensino, os centros culturais, os hospitais e os *shoppings centers* atraem diferentes tipos de usuários, que podem apresentar padrões de viagens específicos. Este fato deve ser considerado na análise de impactos, tanto no desempenho da fluidez como no da SV.

Instituições de ensino, por exemplo, são consideradas PGVs com aspectos diferenciados em relação à geração de viagens, por concentrarem fluxos em horários diferentes, geralmente coincidentes com o pico do tráfego das vias do seu entorno (BERTAZZO; JACQUES, 2010).

2.3.2 Delimitação da área de influência

A delimitação da área de influência de um PGV, apesar de ter um papel fundamental no processo de análise, ainda não é consenso na literatura. De acordo com Silva *et al.* (2006), essa delimitação pode variar em função das características do PGV, da presença ou não de outros polos geradores com características similares localizados em seu entorno imediato e da região onde está inserido.

É possível observar, porém, certa convergência quanto ao conceito da área de influência no caso dos *shoppings centers*, definida como a área geográfica no entorno do empreendimento na qual reside a maior parte de seus consumidores ou usuários (REDE PGV, 2010).

A maioria das metodologias tradicionais apresenta em sua estrutura a delimitação da área de influência como uma de suas primeiras etapas. A proposta de Cybis *et al.* (1999) possui etapa com objetivos semelhantes, denominada “caracterização da área de abrangência e padrões de viagens”.

A área de influência pode ser dividida em primária, secundária e terciária. Os critérios utilizados para delimitação dessas categorias podem variar de acordo com cada autor. Na metodologia de Cox R. Consultores (1984), a área de influência é subdividida dessa forma, considerando aspectos de mercado e distância de viagens (Portugal; Goldner, 2003). Silva (2006 *apud* Silva *et al.*, 2006) analisa diversos fatores na delimitação dessas áreas, como tipo e porte do PGV, acessibilidade, barreiras físicas, uso do solo de seu entorno, limitações de tempo e distância de viagem, distância da área central da cidade e dos principais

concorrentes, concorrência e demais fatores econômicos que podem influenciar o poder de atração e competitividade do PGV.

Para o traçado da área de influência, Grando (1986) e Cybis *et al.* (1999) recomendam o uso dos conceitos de isócronas e isócotas, por possibilitar uma melhor visualização da acessibilidade de um *shopping center* em função do tempo e distância de viagem. De acordo com Corrêa e Goldner (1999 *apud* REDE PGV, 2010, p. 4),

isócronas são linhas de tempos iguais, marcadas de cinco em cinco minutos até o tempo de 30 minutos. São traçadas pelas principais rotas de um *shopping center*, procurando-se o horário de fluxo normal, evitando-se o horário de pico ou períodos sem movimento da via.

Já as isócotas “são linhas de distância iguais, traçadas de um em um quilômetro, como um círculo, cujo centro é o local onde se situa o *shopping center*. São normalmente traçadas de um a oito quilômetros, para o caso do *shopping center*” (CORRÊA; GOLDNER, 1999 *apud* REDE PGV, 2010, p. 4).

Grando (1986) delimita a área de influência baseando-se no traçado de isócronas e isócotas, associadas ao levantamento do mercado competitivo, obtido através do estudo de viabilidade econômica (PORTUGAL; GOLDNER, 2003). Cybis *et al.* (1999) também utilizam o traçado de isócronas, com limites de 30 minutos do acesso ao PGV, para definir a área de abrangência do polo. Além disso, propõem um método de análise com abrangência temporal e espacial, incorporando deslocamentos gerados pelo PGV em uma área para além daquela adjacente ao empreendimento. Esse aperfeiçoamento foi motivado, principalmente, pela abrangência espacial limitada das principais metodologias de avaliação de impacto que focam as análises e proposições apenas do entorno imediato dos PGVs.

Diversas metodologias tratam especificamente da delimitação da área de influência. Portugal e Goldner (2003) destacam a desenvolvida por Corrêa (1998), destinada à delimitação de áreas de influência de *shoppings centers* locados de forma isolada (sem um concorrente nas proximidades) e com área construída entre 30.000m² e 85.000m². Sua estrutura é composta por diversas etapas, porém, não se constata a incorporação de aspectos relacionados ao DSV nesse estudo.

Silva *et al.* (2006) apresentam uma proposta metodológica estruturada em um estudo de caso sobre supermercados e hipermercados brasileiros e inovam, como contribuição à proposta de Corrêa (1998), ao proporem a incorporação, além das características específicas do PGV, de aspectos da dinâmica urbana da área de entorno como variáveis para a delimitação da área de influência. Silva *et al.* (2006) ressaltam que os métodos existentes de

delimitação da área de influência priorizam os impactos do PGV no sistema viário e na circulação, em especial à geração de viagens, deixando de considerar na mesma proporção os demais impactos decorrentes de sua implantação, como as alterações sofridas, ao longo do tempo, no uso e ocupação do solo.

O estudo da área de influência, de acordo com Silveira (1991 *apud* ARY, 2002), possibilita não só o conhecimento da demanda pós-implantação do PGV, como também a avaliação de impactos no sistema de tráfego e de transportes, e a identificação de possíveis trechos de congestionamento em suas principais vias de acesso. A análise desses impactos poderia também contemplar a identificação de situações de conflitos de tráfego. Porém, mesmo em estudos recentes de aprimoramento de técnicas de delimitação de área de influência não são observados aspectos relacionados à avaliação do DSV.

Em termos de Segurança Viária a área de influência pode definir não somente níveis diferentes de análise como também o perfil dos usuários/modo de transporte com maiores chances de serem impactados pela implantação do polo. Nas áreas mais próximas, a escolha modal é afetada pela curta duração da viagem. Além disso, como a influência do PGV é maior em sua área de entorno imediata, o nível de análise da SV antes e depois de sua implantação deverá utilizar ferramentas mais detalhadas e confiáveis.

2.3.3 Análise da situação atual do sistema de transportes

A etapa de análise da situação atual do sistema de transportes tem como principal objetivo caracterizar e diagnosticar o sistema de circulação e transportes existentes da área de influência do PGV.

Para Gando (1986), essa análise consiste na avaliação dos aspectos gerais do sistema viário e de transportes na região onde será implantado o PGV. Para tanto, são levantadas informações, como a classificação do sistema viário e analisado o sistema de transportes que deverá servir o futuro empreendimento. Com o aprimoramento dessa metodologia, Goldner (1994) incorporou essa atividade em uma etapa única, unindo caracterização do problema, o conhecimento do PGV e condições locais e a delimitação dos limites da área de influência.

A metodologia de Menezes (2000) apresenta uma etapa semelhante, porém mais detalhada e orientada para a obtenção de dados relacionados à capacidade do sistema viário, denominada “determinação do fluxo de veículos nas vias”. Nela são analisadas as vias (arteriais, coletoras e locais) da área de influência e o sentido dos fluxos de tráfego, permitindo a identificação dos trechos onde ocorre redução da capacidade.

Não foram constatadas preocupações com a identificação de aspectos relacionados ao DSV nessa etapa. Porém, assim como na etapa anterior – delimitação da área de influência –, nessa fase podem ser atribuídas observações quanto à Segurança Viária, de modo a permitir também a identificação de trechos mais vulneráveis às situações de conflito de tráfego.

A análise da situação atual do sistema de transportes estabelece níveis de fluidez que estão indiretamente relacionados com a Segurança Viária. O levantamento do número de acidentes e o estabelecimento de padrões de comparação são elementos fundamentais para a incorporação de uma visão da Segurança Viária nessa avaliação, permitindo através da caracterização dos acidentes, o diagnóstico das situações críticas, com a identificação dos pontos críticos e dos principais fatores contribuintes. De forma complementar, a visão da SV da situação atual poderá ser utilizada ainda na comparação de cenários e proposição de medidas mitigadoras.

2.3.4 Estimação da demanda e definição da oferta

A estimação da demanda gerada e a definição da oferta são consideradas, em diversas metodologias, componentes fundamentais por constituírem os principais subsídios para a análise de desempenho da área a ser afetada pelo PGV.

Um dos métodos mais utilizados no processo de planejamento de transportes, para análise da demanda, é o modelo sequencial dividido nas etapas de geração de viagens, distribuição de viagens, divisão modal e alocação de viagens, denominado Quatro Etapas. De maneira geral, as metodologias de análise dos impactos de PGVs utilizam a estrutura básica desse modelo com uma notável preocupação no desenvolvimento de modelos padrões de geração de viagens. Em metodologias mais recentes se observam avanços, pois incorporam a divisão modal e alocação de viagens de forma mais incisiva nesse processo de análise. Ortúzar e Willumsen (1994) sintetizam as quatro etapas, conforme exposto no Quadro 4.

Quadro 4 – Síntese do modelo Quatro Etapas

Geração de Viagens	Etapa na qual é estimado o número de viagens geradas (produzidas e atraídas) por cada zona de tráfego que compõe a área de estudo.
Distribuição de Viagens	Etapa na qual, com base nos totais de viagens produzidas e atraídas estimados, produz-se uma matriz origem-destino.
Escolha Modal	Etapa que possibilita a distribuição de viagens entre os diferentes modos de transporte.
Alocação de Viagens	Etapa na qual as viagens são alocadas às respectivas redes de transporte (coletivo e individual).

Fonte: Baseado em Ortúzar e Willumsen (1994).

A estimativa de *geração de viagens* pode ser definida através da previsão do tráfego, com base na definição de dia e horário e no número de viagens produzidas pelo PGV. No Brasil, a Área Bruta Locável (ABL) é a variável mais utilizada nos estudos existentes para *shopping centers*. O número de viagens atraídas está relacionado com o tamanho do empreendimento (PORTUGAL; GOLDNER, 2003).

A Companhia de Engenharia de Trânsito de São Paulo (CET-SP) (1983) tem o modelo de geração de viagem como uma das principais etapas responsáveis pela caracterização da demanda. A demanda média de veículos atraída por dia pelo PGV é estimada a partir do modelo de geração de viagens, obtendo-se, através de um fator de pico horário, o volume da hora de maior movimento (hora de pico da demanda).

Para estimativa da demanda de veículos atraída pelo PGV, Grandó (1986) sugere modelos estatísticos de geração de viagens para *shopping centers*, considerando o sábado como o dia típico de projeto e fazendo uma relação deste com a sexta-feira e as categorias de viagens.

Com relação à geração de viagens, a metodologia de Goldner (1994) propõe novos modelos, desenvolvidos para os diferentes tipos de *shoppings centers* (com supermercado e dentro da área urbana, para a sexta-feira e o sábado); e novos valores para a percentagem de pico horário (PPH), buscando diferenciações entre os valores da sexta-feira e do sábado. Para o estudo da categoria das viagens apresenta as diferenças entre os *shoppings centers* dentro e fora da área urbana, dividindo-as em primárias (novas viagens geradas pelo *shopping*, que tem origem e destino na residência), desviadas (viagens existentes que param no *shopping* como sequência de outras paradas da viagem) e não desviadas (viagens existentes que não exigem alteração da rota).

Segundo o Institute of Transportation Engineers (ITE) (1994 *apud* PORTUGAL; GOLDNER, 2003), a abordagem mais usual de previsão da distribuição se baseia nos padrões de viagens existentes.

A distribuição das viagens geradas (produzidas e atraídas) pelo PGV tem como objetivo identificar os destinos, ou as origens, das mesmas. Grandó (1986) estima a distribuição de viagens através de um modelo empírico, subdividindo a área de influência em quadrantes e definindo os percentuais de viagens por zona de tráfego com base em dados da população, frota de veículos, entre outros (PORTUGAL; GOLDNER, 2003).

A metodologia proposta por Goldner (1994) recomenda a utilização do modelo gravitacional e a adoção de novos valores para a distribuição de viagens por isócrona, procurando diferenciações entre *shoppings centers* dentro e fora da área urbana.

A *escolha modal* pode ser influenciada por diversos fatores, como a velocidade, distância a ser percorrida, custos, comodidade, disponibilidade dos modos de transportes, aspectos socioeconômicos do usuário e configuração do meio urbano. É importante considerar o nível de serviço oferecido por diferentes modos de transportes, pois pode representar um fator que influencia diretamente a escolha modal.

Goldner (1994) aperfeiçoou sua metodologia para avaliar o impacto de PGV no sistema viário, incorporando à escolha modal não apenas as viagens realizadas pelos automóveis, mas também as realizadas por ônibus e a pé. Foram utilizados dados referentes à renda média do cliente e o número de vagas do estacionamento para o cálculo da probabilidade de escolha do automóvel; e renda média do cliente, número de empregados e distância do PGV em relação ao centro da cidade para escolha do ônibus.

A *alocação do tráfego* é considerada a parte final do processo Quatro Etapas, sendo uma das mais importantes, pois através dela é conferido um dado número de viagens a um determinado sistema ou rede de transportes, possibilitando a análise do desempenho da rede. As análises de desempenho da rede estão, em geral, voltadas para aspectos relacionados à fluidez.

A definição da oferta retrata os aspectos dos sistemas de transportes que envolvem a classificação do sistema viário e a análise do sistema de transportes que serve o PGV. A classificação do sistema viário deverá permitir a identificação das vias que apresentam maior importância na circulação veicular, seus atributos físicos e dispositivos de controle, definindo uma rede viária principal relativa ao PGV.

Na análise da oferta, a metodologia de GRANDO (1986) delimita uma área crítica onde são realizados os movimentos de acesso ao PGV, podendo variar de 500 a 2.000m de distância do mesmo, com o objetivo de identificar pontos críticos de fluidez, seleção dos trechos de vias, interseções e demais componentes viários que sofrem impacto direto das viagens atraídas pelo PGV.

O DSV não é considerado de forma direta nessa etapa de estimação da demanda e definição da oferta, porém representa um importante subsídio para a análise do impacto do PGV na SV, visto que a demanda gerada e a oferta são fatores que podem estar relacionados com o DSV.

2.3.5 Análise de desempenho

Esta etapa tem como objetivo principal estimar o desempenho dos diversos cenários propostos no período pós-implantação do PGV em relação às possíveis dimensões de

seus impactos na sua área de influência. Além disso, os resultados da análise de desempenho poderão ajudar na adoção de medidas mitigadoras que complementem um determinado cenário proposto.

Trata-se de uma atividade na qual as ferramentas de modelagem nos níveis macro, meso e microscópico desempenham papel importante pela natureza complexa das interações entre a demanda prevista e a oferta estabelecida para os diversos cenários. As informações da situação atual e aquelas da etapa de estimação da demanda e definição da oferta são os principais dados de entrada em pacotes computacionais como o TRANSCAD e EMME2 (nível macroscópico), INTEGRATION e SATURN (nível mesoscópico) e VISSIM, AIMSUN, entre outros (nível microscópico).

De maneira geral, constata-se que as metodologias analisadas utilizam indicadores de desempenho baseados no critério da fluidez, como a relação volume/capacidade para trechos viários e o grau de saturação e atraso para interseções semaforizadas (PORTUGAL; GOLDNER, 2003). Cybis *et al* (1999), por exemplo, utilizam a relação V/C como única medida de desempenho para a avaliação de três cenários possíveis para a análise da implantação de um *shopping center*, usando o aplicativo computacional SATURN.

As metodologias de Calvet y Borrul (1995), de Cox R. Consultores (1994), de Grandó (1986), Goldner (1994) e Menezes (2000) têm as etapas de análise, avaliação de desempenho e determinação de níveis de serviço viário e ambiental como principais subsídios para analisar o desempenho dos cenários propostos, que podem ser *com* ou *sem* PGV. Observa-se, dessa forma, a introdução de um critério de caráter socioambiental nas metodologias de análise que, se por um lado acrescenta um nível adicional de complexidade ao processo decisório de escolha de alternativas, por outro torna o método de análise mais abrangente.

Sob a ótica da Segurança Viária, as metodologias analisadas fornecem poucos indícios da inclusão desse critério na análise de desempenho. Acredita-se, entretanto, que o nível do ferramental analítico disponível para análises de Segurança Viária, como as tabelas de contingência, modelagem estatística, análises de conflitos de tráfego e a simulação microscópica já permitem a inclusão de forma robusta de indicadores de Desempenho da Segurança Viária para avaliação do desempenho dos diversos cenários propostos.

2.3.6 Avaliação de cenários e tomada de decisão

A etapa de avaliação de cenários e tomada de decisão objetiva avaliar comparativamente os cenários propostos para a escolha da alternativa mais adequada durante o período pós-implantação do PGV. Ressalte-se que a separação entre as etapas de análise de desempenho, avaliação de cenários e tomada de decisão nem sempre ocorre de forma perceptível na maioria das metodologias analisadas (DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES DOS EUA, 1985; GOLDNER, 1994; CYBIS *et al.*, 1999; MENEZES, 2000; PORTUGAL; GOLDNER, 2003).

Essa etapa compreende, quase sempre, uma comparação direta de medidas de desempenho de fluidez, como a relação volume/capacidade (V/C), atraso médio, velocidade média e nível de serviço, obtidas para os cenários propostos. A tomada de decisão, por sua vez, está fortemente apoiada nas medidas de desempenho de fluidez apresentadas. Menezes (2000) considera como etapa de tomada de decisão a aprovação do licenciamento do PGV.

Para Portugal e Goldner (2003), a etapa de tomada de decisão envolve negociações entre o empreendedor e o órgão público onde são apresentadas as proposições de melhoria para os interessados e definidas as responsabilidades. Na metodologia de Calvet y Borrul, esta etapa é chamada de “proposições”, enquanto Goldner (1994) a denomina “desenvolvimento de situações alternativas”.

Os cenários projetados consideram os impactos gerados pelo PGV no desempenho da fluidez como essenciais para o estabelecimento de tomadas de decisão. De maneira análoga, os aspectos relacionados ao DSV também podem ser incorporados através dos indicadores de SV utilizados na avaliação do desempenho de cada cenário.

A inclusão de critérios quantitativos relacionados à SV e outros (como o critério ambiental) pode introduzir um nível adicional de complexidade ao processo decisório em virtude da necessidade de atribuição de níveis de preferência relativa entre os critérios. Desta forma, acredita-se que as metodologias de estimação de custo dos acidentes de trânsito podem exercer papel fundamental para incorporar critérios econômicos e financeiros ao processo de avaliação e priorização de cenários. A análise econômica utilizando o critério segurança, em conjunto com avaliações da mesma natureza com os critérios de fluidez e ambiental, permite a criação de uma visão mais completa acerca dos impactos gerados pela implantação dos PGVs.

2.4 Considerações finais

Neste capítulo, foi apresentada uma revisão dos principais conceitos e classificações de PGVs bem como das metodologias mais comumente utilizadas para a análise dos impactos de sua implantação. Foi possível observar que o conceito de PGV tem evoluído ao longo das últimas décadas e que o processo de estimação da demanda pela instalação do polo, apesar de ainda ser fortemente concentrado em modelos de geração de viagens, tem se tornado cada vez mais completo, aproximando-se do processo tradicional de modelagem do tipo Quatro Etapas.

A identificação dos principais tipos de impactos decorrentes do PGV destacou a SV como um dos principais componentes afetados. Porém, o exame de cada etapa identificada nas metodologias existentes de análise de impacto permitiu observar que, de maneira geral, o impacto no DSV não é considerado de forma objetiva, sendo necessário o aprimoramento das mesmas para que o DSV decorrente da implantação de PGVs seja também avaliado. A análise permitiu identificar possibilidades para a criação de uma visão de Segurança Viária nas etapas presentes.

3 A SEGURANÇA VIÁRIA NO PROCESSO DE PLANEJAMENTO DOS SISTEMAS DE TRANSPORTE

De acordo com Meyer e Miller (2001), o planejamento dos sistemas de transportes deve funcionar como identificador e catalisador de alternativas que vão propiciar o desenvolvimento sustentável de uma comunidade. Para tanto, é necessária a definição de critérios que, por sua vez, façam uso de indicadores dos sistemas de transportes que tenham os seus impactos sociais, econômicos e ambientais mensuráveis. O potencial da SV como um desses indicadores já foi identificado, corroborando assim a plena adequação do uso do Desempenho da Segurança Viária (DSV) e seus impactos para o planejamento do sistema de transporte (FERREIRA, 2010 *apud* SOUSA, 2012).

O estágio atual do processo de análise dos PGVs se baseia em vários aspectos do processo de planejamento dos transportes, destacando-se as etapas de modelagem da demanda e análise de cenários. Dessa forma, acredita-se que uma análise sobre o papel da Segurança Viária no processo de avaliação de impactos de PGV possibilite a ampliação, e até mesmo a inserção de uma visão sobre a SV nas metodologias de avaliação dos impactos dos PGVs.

Na primeira parte deste capítulo, serão revisados os conceitos fundamentais relacionados ao estudo da SV e sua natureza e apresentados estudos tradicionais de SV. Em seguida, serão discutidos os princípios de SV que norteiam a concepção de políticas públicas e sua influência no processo de planejamento dos sistemas de transportes e construção do espaço. Serão ainda apresentadas as políticas públicas de SV de referência nacionais e estrangeiras e metodologias de Sistema de Gerência da Segurança (SGS) e Auditoria de Segurança Viária (ASV), em virtude de seus caracteres sistêmicos e abrangentes em relação ao processo de planejamento. Por fim, a visão do Institute of Transportation Engineers (ITE) com relação à incorporação da SV no processo de planejamento é descrita como importante fonte de estudo que considera o DSV.

A análise contida nesse capítulo tem como principal intuito permitir a identificação de metodologias e ferramentas de análise da Segurança Viária que permitam a criação e implementação de oportunidades para a incorporação da SV no processo de avaliação dos impactos dos PGVs.

3.1 Natureza da Segurança Viária

Um dos efeitos mais indesejáveis nos diversos sistemas de circulação de pessoas, seja em área urbana ou rural, é a ocorrência de situações de risco nas interações entre os

diversos usuários do sistema e seus componentes. Desta forma, os profissionais envolvidos no processo de planejamento dos sistemas de transportes almejam o desenvolvimento de projetos que garantam um nível aceitável de Segurança Viária para todos os usuários do sistema.

O nível de SV resulta da interação de componentes relacionados ao veículo, via, usuários e meio ambiente. Consequentemente, a SV tem natureza multidisciplinar, pois as soluções relativas aos problemas de SV exigem a participação de profissionais de diferentes áreas, como educação, direito, medicina, ciências sociais, arquitetura e urbanismo, entre outros.

Historicamente, o DSV dos sistemas de transportes tem sido expresso em relação à frequência observada dos acidentes de trânsito ao longo de um determinado período de tempo. Os acidentes de trânsito acontecem, geralmente, em virtude de uma sequência de eventos bastante específica que, em condições normais, não pode ser identificada satisfatoriamente.

De acordo com Hauer (2002), torna-se difícil, por motivos éticos e operacionais, elaborar um projeto de experimentos com o intuito de avaliar o impacto de diferentes estratégias de engenharia na segurança do tráfego. Dessa forma, o domínio mais comum dos engenheiros de Segurança Viária relaciona-se aos Estudos Observacionais, nos quais o conhecimento é obtido através da análise metódica de eventos que não foram formalmente projetados para o problema em estudo (CUNTO, 2008).

3.2 O acidente de trânsito como indicador de SV

De acordo com o Departamento Nacional de Trânsito (2006), os acidentes de trânsito podem ser definidos como eventos independentes do desejo humano, causados por uma força externa, alheia, que atua subitamente e deixa ferimentos no corpo e na mente dos indivíduos. Para Ferraz *et al.* (2008), os acidentes são consequência da interação entre um ou mais veículos, motorizados ou não, em movimento por uma via, podendo provocar ou não ferimentos, causar morte e/ou danos físicos em veículos e/ou objetos de outra natureza.

No Brasil, os acidentes são caracterizados segundo sua gravidade, sendo consideradas três categorias: sem vítimas, com vítimas não fatais (feridos) e com vítimas fatais (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989). Essa classificação é utilizada pela Polícia Militar (PM) na elaboração de boletins de ocorrência (BOs) dos acidentes, além de estatísticas. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através

da Norma NBR 12.898/93, classifica em quatro tipos os níveis de gravidade das lesões sofridas pela vítima do acidente, conforme demonstrado no Quadro 5.










Quadro 5 – Níveis de gravidade das lesões sofridas pela vítima do acidente

TIPO	DESCRIÇÃO
Fatal	A vítima, em razão dos ferimentos recebidos, falece no local do acidente, ou depois de socorrida, no período até a conclusão do BO.
Grave	A vítima sofre ferimentos graves que exigem tratamento médico prolongado (ferimentos cranianos, fraturas, cortes profundos etc.).
Leve	A vítima sofre ferimentos leves, como lesões superficiais, que não exigem tratamento médico prolongado.
Ileso	A vítima não sofre qualquer tipo de ferimento aparente, nem apresenta sintomas ou queixas de lesões internas.

Fonte: Ferraz *et al.* (2008).

Os acidentes também podem ser classificados de acordo com o seu tipo. A Associação Brasileira de Normas Técnicas, através da NBR 10.697/89, classifica-os em *acidente com pedestre, colisão, capotamento, choque, engavetamento, queda e tombamento*. Existem ainda acidentes que não se enquadram em nenhum dos tipos mencionados e outros em que ocorre uma combinação de mais de um tipo. A Figura 3 ilustra os diversos tipos de acidentes.

Figura 3 – Tipos de acidentes

<p>Colisão Traseira</p> <p><i>Envolve dois veículos que se movimentam numa mesma direção e no mesmo sentido</i></p>	
<p>Colisão Frontal</p> <p><i>Envolve dois veículos que se movimentam numa mesma direção e sentido contrário</i></p>	
<p>Colisão Transversal</p> <p><i>Envolve veículos que se movimentam em direções aproximadamente perpendiculares</i></p>	
<p>Colisão Lateral</p> <p><i>Envolve veículos que se movimentam numa mesma direção, independente do sentido e um deles se afasta de sua trajetória e colide lateralmente</i></p>	
<p>Choque</p> <p><i>Colisão de veículo em movimento com um obstáculo fixo</i></p>	
<p>Atropelamento</p> <p><i>Colisão de veículo em movimento com um ou mais pedestres</i></p>	
<p>Tombamento</p> <p><i>Veículo tomba sobre uma de suas partes laterais</i></p>	
<p>Capotagem</p> <p><i>Veículo gira em torno de si mesmo com o teto tomando contato com o chão pelo menos uma vez.</i></p>	
<p>Engavetamento</p> <p><i>Envolve três ou mais veículos movimentando-se numa mesma direção, mesmo sentido ou sentidos contrários</i></p>	

Fonte: Adaptada de Ferraz *et al.* (2008).

Em geral, o registro do acidente é realizado no local do acontecimento quando há vítimas ou veículos oficiais envolvidos, através do preenchimento do BO. No Brasil, esse registro é feito pela Polícia Rodoviária Federal nas rodovias/estradas federais (FERRAZ *et al.*, 2008). No âmbito urbano, nas localidades em que o trânsito sofreu processo de municipalização, o registro dos acidentes de trânsito é de responsabilidade do órgão gestor

local. Em geral, o Departamento Estadual de Trânsito (Detran) é o órgão responsável pela consolidação dos dados de acidentes.

A utilização do número de acidentes de trânsito como medida de desempenho na análise da SV apresenta grandes desafios, pois o sucesso das metodologias de avaliação do DSV está diretamente relacionado com a precisão das informações sobre acidentes levantadas em um banco de dados. A imprecisão desses dados – consequência de sub-registros de acidentes, informações incorretas ou inconsistentes – impactam de forma negativa nos resultados a serem obtidos com a aplicação dos métodos de avaliação do DSV.

Entre os problemas relacionados à coleta, tabulação e armazenamento dos acidentes de trânsito, Hauer (2002) ressalta que a taxa de coleta dos acidentes aumenta consideravelmente com a gravidade, ao passo que acidentes de menor gravidade têm maiores chances de não serem encontrados nos bancos de dados. Hauer e Hakkert (1989) concluíram que, em jurisdições norte-americanas os agentes de trânsito perdem cerca de 20% dos acidentes com maior severidade e 60% dos acidentes com danos materiais.

Em relação à qualidade da informação tabulada, Farmer (2003) realizou um estudo relacionando as informações sobre a severidade dos ferimentos em 10.000 acidentes registrados no banco de dados geral dos Estados Unidos, no período de 1996 a 2000, com os dados de internação hospitalar. A principal conclusão da investigação ressalta que os boletins de ocorrência frequentemente superestimam a severidade dos acidentes: 49% dos motoristas considerados como tendo ferimentos incapacitantes, na realidade tiveram ferimentos leves.

O emprego dos acidentes de trânsito como medida de desempenho traz ainda uma série de desafios metodológicos relacionados à natureza aleatória e rara desse tipo de fenômeno. A presença elevada de locais com baixa frequência de acidentes (zero acidentes) e a inerente inter-relação entre os diversos fatores geométricos e operacionais que estão presentes nas ocorrências produzem uma dispersão considerável nos dados amostrais, que limita a capacidade de análise do ferramental estatístico disponível. Lord (2006), Miranda-Moreno (2006) e Abdel-Aty *et al.* (2005) destacam ainda que essa natureza aleatória e rara provoca discrepâncias em estudos de avaliação do Desempenho da Segurança Viária em virtude de fenômenos como o de regressão à média, além de dificultar o estabelecimento de associações causa/efeito entre os acidentes de trânsito e seus fatores contribuintes.

3.2.1 Fatores contribuintes para os acidentes de trânsito

Os acidentes de trânsito ocorrem em função da interação entre diversos fatores, que podem estar relacionados com os componentes: *ser humano* (condutores, ocupantes e pedestres), *veículo* e a *via e seu ambiente* (SAMPEDRO, 2010). Segundo Ferraz *et al.* (2008), são chamados fatores de risco associado à ocorrência de acidentes de trânsito aqueles que aumentam a probabilidade de seu acontecimento.

Pesquisas que relacionam o componente humano na segurança do trânsito consideram três formas de interação do usuário do transporte durante a condução: com os veículos, com a via (e seu ambiente) e demais transeuntes. Ao conduzir o veículo, o comportamento humano tem impacto direto sobre a probabilidade de ocorrência de acidentes. Nesse contexto, a condução pode ser dividida em três elementos: *controle*, *orientação* e *navegação* (DEWAR; OLSON, 2002 *apud* CUNTO, 2008).

O controle diz respeito à interação entre motorista e veículo. É o componente responsável pela manutenção, por parte do condutor, do alinhamento e velocidade do veículo durante todo o trajeto a ser percorrido, exigindo baixa capacidade cognitiva do motorista, e representando, em geral, ações executadas quase automaticamente. O componente de orientação relaciona o condutor com o meio ambiente da via, ou seja, com o tráfego e os dispositivos de controle deste último. Requer um nível de habilidade cognitiva maior do motorista, exigindo informações para tomada de decisão em período de poucos segundos à minutos. A navegação é o processo de planejamento e execução das viagens, podendo se basear numa viagem anterior ou em informações, como mapas, sinalização de orientação, entre outros. Geralmente, é o processo mais demorado e complexo, se comparado à orientação e ao controle (CUNTO, 2008). Os níveis de condução podem ser ilustrados conforme a Figura 4.

Figura 4 – Níveis de condução



Fonte: Horst (1990).

Os fatores de risco associados ao veículo dizem respeito, principalmente, à sua manutenção inadequada, ao tipo e ao projeto. Entre os tipos de veículo, em geral, a motocicleta é considerada o principal meio condutor envolvido em acidentes, seguida da bicicleta, do pedestre, do carro, do ônibus e dos caminhões. O projeto dos veículos também pode constituir um fator de risco caso não contenha dispositivos de segurança. Segundo Sampedro (2010), há estudos que atribuem 50% das mortes e dos ferimentos em acidentes que poderiam ser evitados se todos os veículos fossem projetados oferecendo um nível de segurança igual ao melhor de sua categoria.

Entre os diversos fatores de risco associados à via e seu ambiente, destaca-se as condições inadequadas do pavimento, desrespeito às normas do projeto geométrico da estrada e ausência ou inadequação de dispositivos de controle de tráfego que contribuam com a SV. Devido aos impactos causados na mobilidade e acessibilidade, o uso e ocupação do solo também têm sido apontados como um fator contribuinte de acidentes.

Existem ainda outras variáveis que, mesmo não fazendo parte do meio rodoviário, podem contribuir para a incidência de acidentes. É o caso das políticas de transporte, dos meios de comunicação, do crescimento econômico e das características demográficas (VELASCO *et al.*, 2004; RIFAAT; TAY, 2010 *apud* SAMPEDRO, 2010).

Os fatores contribuintes para a acidentalidade no trânsito podem ser identificados de acordo com a sua dimensão temporal, relacionados aos seguintes períodos: pré-acidente, momento do acidente e pós-acidente. Essa categorização auxilia a eficiência de medidas para melhoria da SV, que permitam a redução da acidentalidade e, conseqüentemente, do número

de mortes decorrentes de acidentes. Essa visão sistêmica da acidentalidade no trânsito conforme sua distinção temporal e os fatores contribuintes de risco estão resumidos no Quadro 6, elaborado com base numa versão adaptada da Matriz de Haddon Jr. (1980), modelo que relaciona o momento e a natureza dos possíveis fatores contribuintes de riscos. Cada célula reflete oportunidades para a adoção de medidas para a redução dos ferimentos decorrentes dos acidentes.

Quadro 6 – Relação entre dimensão temporal e fatores contribuintes de riscos

Período	Fatores contribuintes de riscos	
PRÉ-ACIDENTE	Humano	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da exposição ao risco (maior necessidade de viajar, opção por viagens em modos mais inseguros etc.). • Desconhecimento das normas e regras de trânsito. • Falta de treinamento prático. • Falta de conscientização visando comportamento seguro. • Legislação deficiente e fiscalização pouco atuante.
	Veículo	<ul style="list-style-type: none"> • Ausência ou insuficiência de dispositivos de segurança. • Falta de manutenção adequada. • Visibilidade comprometida dos vidros e/ou visor do capacete. • Ausência de material refletivo nas bicicletas e motocicletas para maior visibilidade noturna.
	Via/meio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Geometria da via inadequada. • Limite de velocidade inapropriado. • Sinalização inadequada. • Rugosidade e drenagem das pistas inadequadas. • Faixa lateral com superfície irregular, declividade acentuada e presença de obstáculos. • Existência de elementos que prejudicam a visibilidade ou desviam a atenção.
ACIDENTE	Humano	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidade incompatível com o local. • Não uso de equipamentos de segurança. • Bebês e crianças acomodados de forma inadequada. • Cargas dispostas em locais inadequados.
	Veículo	<ul style="list-style-type: none"> • Estrutura externa pouco resistente ao impacto. • Parte frontal pouco flexível de forma a maximizar as lesões de pedestres, ciclistas e motociclistas. • Ausência de <i>airbag</i>.
	Via/meio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Faixa lateral com superfície irregular, alta declividade e com a presença de obstáculos. • Ausência de barreiras de contenção em locais críticos. • Ausência de amortecedores de impacto próximos à pista.
PÓS-ACIDENTE	Humano	<ul style="list-style-type: none"> • Demora na chegada ao local de atendimento especializado. • Deficiência no treinamento de pessoal e equipamentos inadequados para o pronto socorro e transporte das vítimas. • Tratamento hospitalar de urgência e posterior inadequados. • Falta de tratamento especializado na reabilitação física e psicológica das vítimas.

Fonte: Adaptado de Ferraz *et al.* (2008).

3.3 Estudos de Segurança Viária

De maneira geral, a maioria dos estudos relacionados à Segurança Viária (SV) procura investigar duas questões fundamentais: (a) que locais apresentam maiores riscos de acidentes e, portanto, justificam intervenções de engenharia de SV e (b) que tipo de intervenções podem produzir maior redução no risco de acidentes em relação ao investimento necessário à sua implementação (CUNTO; NODARI, 2011).

Vasconcellos (1998) considera o nível do risco causado às pessoas no tráfego a melhor forma de representar a segurança, e o número de acidentes ocorridos o dado comumente utilizado para medir seu desempenho. O uso desta última informação como parâmetro na avaliação da SV é bastante empregado e tem como principal vantagem a facilidade na coleta e tratamento de dados. Além da quantificação dos acidentes, a SV pode ser avaliada segundo parâmetros relacionados aos conflitos de tráfego ou por meio da modelagem computacional.

A seguir são discutidas as principais metodologias de identificação e tratamento de pontos críticos e estudos do tipo “antes” e “depois”, que empregam o acidente de trânsito como principal medida de desempenho. Além disso, são apresentados a técnica de análise de conflitos de tráfego e os esforços de aplicação da modelagem microscópica do tráfego em estudos de SV.

3.3.1 Estudos observacionais com séries históricas de acidentes de trânsito

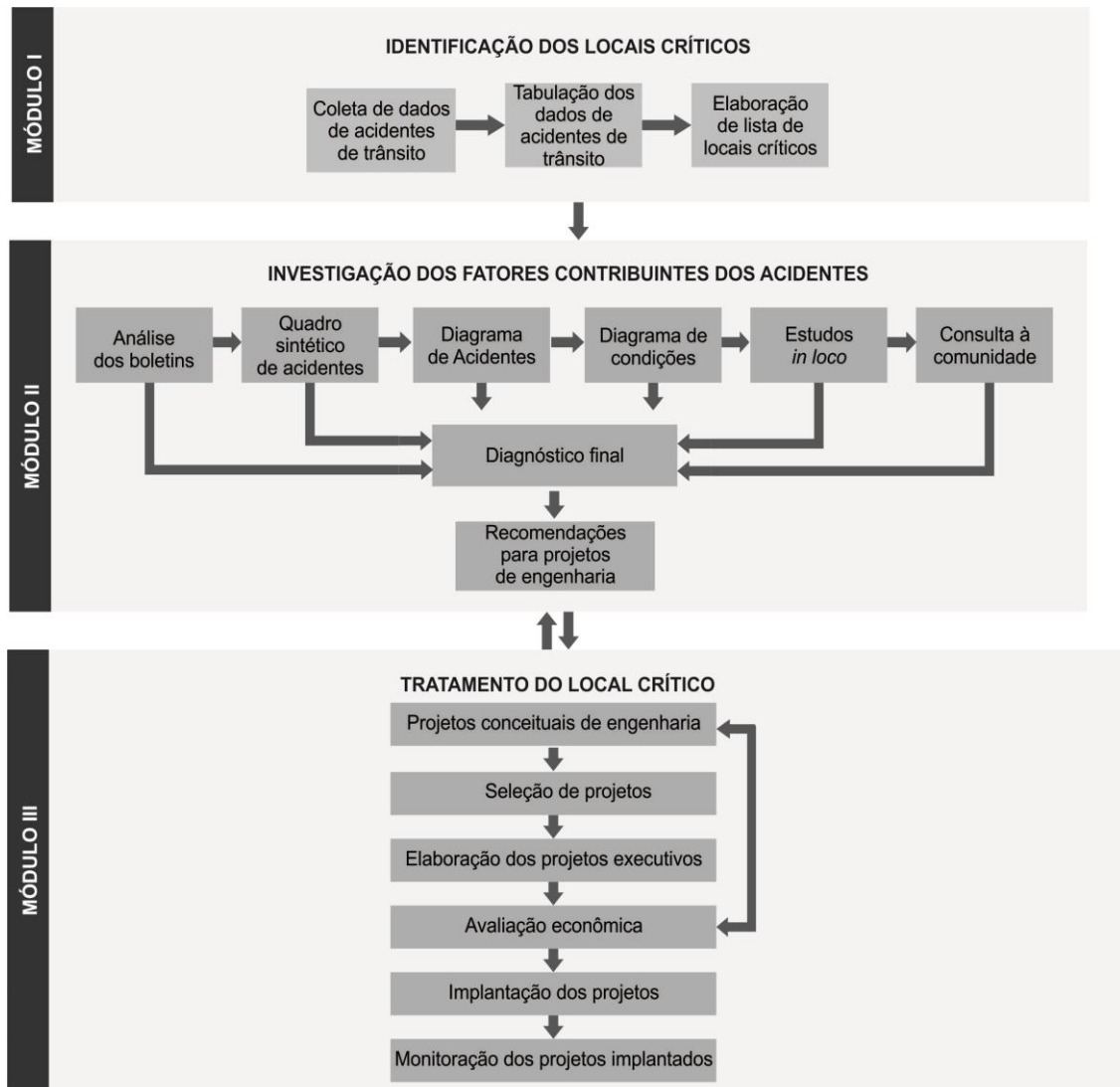
3.3.1.1 Análise de pontos críticos

A análise de pontos críticos constitui processo tradicional de identificação e tratamento da Segurança Viária no qual os locais perigosos são identificados através de análise estatística dos acidentes e tratados por meio da implantação de medidas corretivas (SAMPEDRO, 2010).

Segundo o *Manual de Procedimentos para o Tratamento de Locais Críticos em Acidentes de Trânsito*, material de apoio ao Programa de Redução de Acidentes no Trânsito (Pare), do Ministério dos Transportes (BRASIL, 2002), o local crítico de acidente de trânsito é uma interseção ou um trecho entre interseções consecutivas que apresenta uma frequência de acidentes excepcionalmente elevada, se comparada com as demais interseções ou trechos entre interseções da malha viária.

O manual propõe uma metodologia baseada nas seguintes etapas: (1) identificação dos locais críticos, (2) investigação dos fatores contribuintes de acidentes e (3) tratamento dos locais críticos (MT, 2002). As etapas estão descritas conforme fluxograma apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Fluxograma proposto de procedimentos para o tratamento de locais críticos



Fonte: MT (2002).

Segundo Góes (1983 *apud* MT, 2002), os métodos de identificação mais utilizados baseiam-se no fato de que os acidentes, apesar de sua ampla distribuição espacial, tendem a se agregar em determinados locais da malha viária.

Em geral, a identificação dos locais críticos é feita através de métodos numéricos, estatísticos ou de técnicas de conflitos. Os métodos numéricos, mais utilizados, identificam os locais críticos a partir da utilização de indicadores, como número e severidade dos acidentes ou taxas de acidentes e de severidade, calculados com base na análise das estatísticas de acidentes de trânsito (DIÓGENES, 2008 *apud* SAMPEDRO, 2010).

De acordo com o MT (2002), o ordenamento dos locais críticos pela frequência dos acidentes de trânsito, apesar de sua simplicidade, tende a ressaltar os locais com maior exposição veicular (fluxo). A inclusão da severidade no processo de ordenamento pode ser realizada com a utilização de pesos representando a importância relativa entre categorias de severidade pré-determinadas. Na metodologia Pare, do Ministério dos Transportes, utiliza-se a unidade padrão de severidade UPS como sendo a combinação linear dos pesos 1, 4, 6 e 13, aplicados, respectivamente, aos acidentes somente com danos materiais, acidentes com ferido(s), acidentes com feridos envolvendo pedestres e acidentes com vítima(s) fatal(is) (BRASIL, 2002).

Os indicadores de taxa de acidentes pelo número de veículos no caso das intersecções ou pelo seu produto com a extensão do trecho no caso dos trechos viários, de acordo com o MT (2002), “neutralizam” o efeito da exposição veicular ao relativizar a frequência pela medida de exposição ao risco correspondente. Hauer (2002) questiona os benefícios da utilização da taxa argumentando que comparações entre locais com esse indicador somente são possíveis assumindo que a relação entre a exposição e a frequência de acidentes é linear, suposição nem sempre razoável.

Os indicadores são comparados com valores previamente estabelecidos, identificando os locais críticos através dos resultados que superam os valores pré-determinados.

O método estatístico utiliza modelos matemáticos probabilísticos que identificam os locais onde o risco de acidente é superior ao estimado ou esperado. Dentre os métodos mais utilizados, Hauer (1996) destaca um método de seleção baseado na técnica de controle de qualidade. O método estima, a partir de uma amostra dos locais analisados, uma taxa crítica de acidentes de trânsito em função da probabilidade da ocorrência de “falsos positivos”, ou seja, locais erroneamente identificados como pontos críticos.

A etapa de Investigação dos Fatores Contribuintes dos Acidentes demanda a execução de uma sequência de atividades que tem como objetivo principal a elaboração de um diagnóstico que deverá subsidiar as recomendações para os projetos de engenharia. De acordo com o MT (2002), essa etapa é imprescindível na caracterização das medidas

mitigadoras de acidentes a serem implementadas nos projetos, por levantar informações relativas às causas dos acidentes. Os dados coletados nessa etapa estão relacionados com as tipologias dos acidentes, a identificação das situações que contribuíram para a ocorrência de acidentes e sua relação com os componentes: humano, veículo e via e meio ambiente. Também são elaboradas peças gráficas (diagrama de acidentes e diagrama de condições) e realizados estudos no local com o objetivo de fornecer mais elementos para o diagnóstico. Por fim, a comunidade local é consultada e os técnicos responsáveis finalizam um diagnóstico composto pela caracterização dos fatores contribuintes e das medidas corretivas.

A última etapa proposta pela metodologia de procedimentos para o tratamento de locais críticos é constituída pelas seguintes atividades: desenvolvimento dos projetos conceituais, seleção dos projetos que receberão atenção especial, desenvolvimento e implantação de projetos executivos, avaliação econômica e monitoramento dos projetos implantados (MT, 2002).

3.3.1.2 Estudos observacionais do tipo “antes e depois”

A estimação do impacto de intervenções de engenharia no DSV é o principal objetivo dos estudos observacionais do tipo “antes” e “depois”. Ao longo das últimas décadas diversos estudos procuraram estimar o efeito de intervenções físicas e operacionais na Segurança Viária, como implantações semaforicas, alargamento de faixas de tráfego e acostamentos, instalação de dispositivos de fiscalização eletrônica, dentre outras (HAUER, 2002).

De acordo com Hauer (2002), um dos principais desafios nesse tipo de estudo encontra-se na estimação do número de acidentes que teria ocorrido no local, caso a intervenção não tivesse ocorrido (π). Tomando por base o processo de estimação de π , Hauer (2002) distingue duas categorias de estudos do tipo antes e depois: (1) do tipo simples (*naïve*) e (2) com grupos de comparação.

Nos estudos do tipo simples, a premissa básica é a de que o número estimado de acidentes em uma entidade no período “depois”, caso a intervenção não tivesse ocorrido, é igual ao número de acidentes no período anterior à implantação. Entre os principais problemas apontados nesse tipo de estudo ressalta-se que, na grande maioria das vezes, tais entidades foram escolhidas para tratamento após um período com frequência de acidentes excessivamente elevada. Desta forma, a redução observada nos acidentes no período posterior

à implantação, caso ocorra, poderá ter sido tão somente em virtude do fenômeno de regressão à média e não da implantação realizada. Além disso, fatores diversos que sofreram alterações, como o fluxo veicular, número de dias chuvosos, mudança nos padrões de coleta de dados e fiscalização não são levados em conta.

Nos estudos com a utilização de grupos de comparação são analisados dois grupos de entidades, sendo um primeiro no qual a medida foi implantada (grupo tratado ou GT) e um segundo grupo com características similares ao primeiro, onde a intervenção não foi realizada (grupo de comparação ou GC). Neste caso, as alterações na frequência dos acidentes no GC antes e depois da implantação que ocorreu no GT servem para a estimação de um fator global que agrega todas as variações ocorridas nos diversos fatores contribuintes com exceção do fator que foi alterado pela intervenção realizada (HAUER, 2002). Apesar de representar um avanço em relação ao estudo simples, os estudos com GC não conseguem reduzir a influência do fenômeno de regressão à média.

A análise de pontos críticos e os estudos “antes” e “depois” vêm sendo aperfeiçoados com a introdução de ferramentas de modelagem estatística dos acidentes de trânsito cada vez mais robustas. Nesse contexto, pesquisadores têm buscado relacionar séries históricas de acidentes de trânsito com atributos geométricos e operacionais da via (como o fluxo de tráfego, número de faixas, comprimento do segmento, entre outros) através do uso de modelos estatísticos de regressão denominados modelos de previsão de acidentes (MPAs) ou funções de Desempenho de Segurança Viária.

De acordo com Cardoso (2006), os MPAs têm como objetivo estimar o valor esperado de acidentes (ou taxa de acidentes), gerados em função de determinadas variáveis que influenciam sua ocorrência (volume de tráfego e de pedestres, densidade dos acessos, uso do solo etc.). Os modelos também podem ser desenvolvidos em função do fluxo de tráfego e suas características, a exemplo dos estudos de Lord *et al.* (2005). Esforços de pesquisa no âmbito nacional para o desenvolvimento de MPAs estão disponíveis para interseções viárias urbanas (CUNTO *et al.*, 2012).

Na trajetória do desenvolvimento dos MPAs muitos desafios foram enfrentados e solucionados e outros continuam exigindo investigação. Como desafio, permanece a necessidade de se investigar possibilidades e limitações da transferência, tanto espacial como temporal, dos modelos estimados, bem como suas aplicações no contexto decisório dos diversos níveis do planejamento de transportes.

3.3.1.3 O *Highway Safety Manual* (HSM)

O Manual de Segurança Viária (*Highway Safety Manual* – HSM), publicado pela AASHTO (2010), reúne as mais recentes metodologias e informações utilizadas para medição, estimativa e avaliação da SV em termos de frequência (ocorrências por ano) e severidade (nível de gravidade das ocorrências) dos acidentes. Desta forma, o manual reúne elementos que permitem aos profissionais da engenharia de transportes considerarem a SV em atividades como planejamento, desenvolvimento de projetos, construção, operações e manutenção de vias.

Segundo Sousa (2012), um dos principais argumentos do HSM para o seu uso é o fato de que o maior rigor estatístico dos seus métodos reduz a vulnerabilidade das séries históricas de acidentes que estão sujeitas a fenômenos de dispersão e aleatoriedade.

O HSM (2010) é organizado em quatro partes: a) introdução, fatores humanos e fundamentos; b) processos de gerenciamento da Segurança Viária; c) metodologia de previsão e d) fatores modificadores de acidentes.

No Brasil, a eficiência da aplicação do manual está sujeita a existência de um banco de dados de acidentes confiável que permita a aplicação de métodos adicionais de calibração/validação dos modelos. Esse processo é necessário tendo em vista as especificidades de cada local como: as características da população de motoristas; as condições locais das vias e do ambiente de estudo; a composição do tráfego; a geometria típica e os métodos de controle do tráfego (SOUSA, 2012).

3.3.2 *Técnica de análise de conflitos de tráfego*

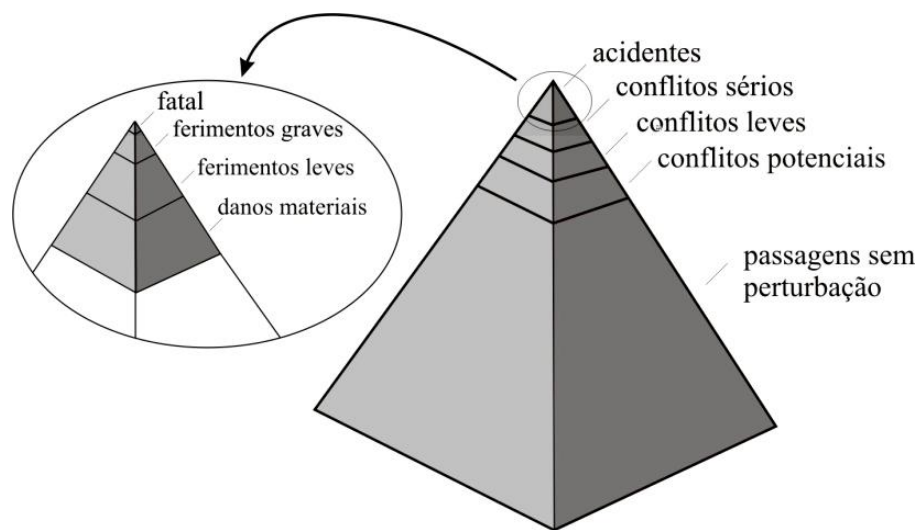
Segundo Ferraz *et al.* (2008), denomina-se *conflito de tráfego* a interação anormal entre dois veículos, entre um veículo e um ou mais pedestres, ou entre um veículo e um elemento da via (guia, sinal de trânsito, obstáculo etc.), que certamente conduziria a um acidente se não houvesse por parte de um ou mais usuários uma manobra evasiva.

Diversos estudos mostram a forte correlação entre os conflitos de tráfego e os acidentes, tanto como fatores causadores quanto em número, pois parte dos conflitos resulta em acidentes. Essa constatação levou ao desenvolvimento de Técnicas de Análise dos Conflitos de Tráfego (TACT), que têm como finalidades: avaliar a SV num determinado local e conhecer as origens de possíveis acidentes (FERRAZ *et al.*, 2008).

A TACT surgiu inicialmente como uma proposta de Perkins e Harris (1967). De acordo com Sousa (2012), essa técnica se apresentou como uma opção para superar deficiências metodológicas dos estudos observacionais, na tentativa de responder uma importante questão relacionada aos estudos de SV: como medir o potencial para a ocorrência de acidentes de um local sem fazer uso do histórico de ocorrências do mesmo?

Um dos diferenciais apresentados por essa técnica é o fato dela abordar o DSV referenciado no conceito do *continuum* da SV (Figura 6), ou seja, o desempenho é materializado através de uma série de eventos temporais que variam de passagens sem perturbação pelo tráfego à ocorrência de acidentes de trânsito (HYDÉN,1987; HAUER, 2002 *apud* SOUSA, 2012).

Figura 6 – Representação do *continuum* da Segurança Viária



Fonte: Hydén (1987 *apud* Cunto; Loureiro 2011).

Nas últimas décadas, diversos estudos têm sido realizados com o propósito de desenvolver medidas objetivas e confiáveis de conflitos de tráfego e buscar a validação dessas medidas com relação às taxas reais de acidentes (CUNTO, 2008 *apud* SOUSA, 2012). As principais TACTs foram desenvolvidas na Suécia, França, Inglaterra e Estados Unidos, e dentre estas é a sueca uma das mais difundidas no Brasil. Ela adota como princípio que a análise dos conflitos é mais valiosa por mostrar os fatores de risco dos acidentes –

normalmente não revelados nos BOs de acidentes –, do que pela capacidade de prever o número de acidentes (FERRAZ *et al.*, 2008).

A TACT sueca é dividida em cinco etapas. Primeiramente, é definido o local de estudo, baseado nas quantidades e nos índices associados à acidentalidade, no conhecimento prévio por parte dos técnicos de se tratar de um local crítico e nas reivindicações da população. Num segundo momento, é elaborado um plano de estudo em função das características do local e dos dados de acidentes disponíveis, seguido de um levantamento dos conflitos *in loco* realizado pelos pesquisadores. Na quarta etapa, os dados são processados, sistematizados e as informações coletadas são analisadas para elaboração de um diagnóstico. Por fim, são definidas ações com o objetivo de eliminar e/ou reduzir os conflitos e, conseqüentemente, os índices de acidentalidade no local.

3.3.3 Modelagem microscópica de tráfego em estudos de Segurança Viária

Os desafios ligados à natureza aleatória e rara dos acidentes de trânsito, problemas relacionados ao caráter subjetivo das estimações dos conflitos veiculares aliados ao aumento do poder computacional e à qualidade dos algoritmos de microssimulação de tráfego, contribuíram sobremaneira para o aumento de pesquisas voltadas à avaliação do DSV utilizando ferramentas de microssimulação (CUNTO, 2008). Um dos maiores atrativos deste tipo de abordagem é o fato de ser possível planejar experimentos em um ambiente virtual, evitando a exposição dos usuários “reais” a situações de risco.

Essa ferramenta utiliza indicadores de proximidade espaço-temporal para medir o nível de interação entre veículos de forma similar aos estudos de análise de conflitos veiculares. A técnica tem sido aplicada com relativo sucesso na última década em interseções semaforizadas, rótulas e em segmentos de rodovias expressas (ARCHER, 2005; CUNTO, 2008; SOUSA, 2012).

Entre as principais desvantagens dessa ferramenta ressalta-se a necessidade de um processo laborioso de calibração/validação dos parâmetros dos microssimuladores, a escassez de algoritmos de microssimulação que represente satisfatoriamente comportamentos de risco dos usuários e a necessidade de uma validação dos indicadores sintéticos de Segurança Viária com eventos de risco observados em campo (CUNTO; LOUREIRO, 2011).

3.4 Políticas públicas de Segurança Viária

3.4.1 Princípios e diretrizes para a concepção de políticas públicas

De maneira geral, as políticas públicas compreendem um conjunto de ações (preventivas e reativas) promovidas pelo Estado que visam contribuir para a solução de problemas sociais vivenciados por uma parcela significativa de sua população. As políticas públicas de Segurança Viária (SV) são hoje consideradas uma importante ferramenta para a diminuição do número de acidentes de trânsito. Para tanto, segundo Ferraz *et al* (2008), devem ser orientadas pelos seguintes princípios: tratamento científico, enfoque multidisciplinar, projetos de sistemas de trânsito elaborados para evitar acidentes e/ou sua gravidade e com soluções próprias para a SV, bem como promoção de justiça social no tocante à segurança.

Depois de décadas sendo tratados como eventos aleatórios e independentes de outros fatores, os acidentes passaram, mais recentemente, a serem considerados como fenômenos possíveis de serem previstos e, conseqüentemente, evitados. De acordo com Ferraz *et al.* (2008), este fato se deu em função do sucesso obtido pelos países mais desenvolvidos na diminuição dos acidentes e das vítimas através do tratamento científico da questão, que emprega ações para diminuir – ou até mesmo eliminar – fatores de risco de acidentes mais frequentes, previamente identificados. Outro aspecto relevante nos estudos relativos à SV foi a consolidação de um enfoque multidisciplinar, pois o sucesso no desenvolvimento de ações eficazes que contribuam com a redução da acidentalidade viária depende de um trabalho articulado, que envolva diversos setores, sejam eles públicos ou privados.

Os projetos dos elementos do sistema de trânsito, dos veículos, além da legislação, podem se tornar referência para a concepção de políticas públicas desde que permitam a circulação segura por parte dos usuários, bem como influenciar na obediência às regras e normas de trânsito.

Outro princípio importante em relação às políticas públicas de SV diz respeito à possibilidade que as mesmas têm de promover a justiça social quanto à segurança. Dados estatísticos comprovam que a maior parte das vítimas dos acidentes são pessoas de reduzido poder aquisitivo e de usuários mais vulneráveis, como os pedestres e ciclistas. Um sistema de trânsito que projeta segurança para todos os usuários, independente da classe socioeconômica,

contribui para o desenvolvimento de uma sociedade mais justa no que concerne ao uso dos espaços de circulação.

Segundo Ferraz *et al.* (2008), existem também requisitos básicos para que as políticas voltadas para a redução da acidentalidade viária tenham êxito. Dentre eles está a vontade política, relacionada à disposição dos poderes Executivo e Legislativo, para efetivamente empreenderem ações, apoiarem iniciativas e destinarem recursos para a segurança no trânsito. Outro ponto que os autores destacam como fundamental para o êxito das políticas de segurança no trânsito é o convencimento da população e dos meios de comunicação sobre a importância das ações.

3.4.2 Experiências nacionais e internacionais

No Brasil, o Governo Federal, através do Ministério das Cidades e do Departamento Nacional de Trânsito, publicou em 2004 a Política Nacional de Trânsito (PNT) que, entre outras atividades, estabelece objetivos, diretrizes e metas para se reverter o grave quadro de acidentes e mortes no trânsito das cidades brasileiras.

A PNT se tornou um marco entre as ações do Governo Federal e dos órgãos integrantes do Sistema Nacional de Trânsito. Entretanto, não revelou ainda grandes avanços para a integração da SV no processo decisório, tendo em vista que apenas indicou a necessidade de investimentos em pesquisas, mas não estabeleceu nenhum marco regulatório claro de apoio às análises de segurança.

O Programa Visão Zero, implementado na Suécia desde 1997, é considerado uma referência no que concerne à elaboração e implementação de políticas de segurança no trânsito. O programa se baseia em quatro preceitos: ética, responsabilidade, filosofia de segurança no trânsito e compromisso com os cidadãos (FERRAZ *et al.*, 2008).

Do ponto de vista ético, a segurança deve sempre preponderar sobre a mobilidade e a acessibilidade, que devem ser sacrificadas, quando necessário, em favor da segurança. A responsabilidade deve ser compartilhada entre os usuários e os encarregados pelos projetos, pela manutenção e operação das vias, pela fiscalização, pela elaboração de leis e normas que regem o sistema de trânsito, e demais entidades que atuam no sistema. Quanto à filosofia de segurança no trânsito, Ferraz *et al.* (2008) a compreende da seguinte forma: como é inevitável a ocorrência de falhas humanas, o sistema de trânsito deve ser projetado e operado de modo a absorver os erros de condutores e pedestres, evitando mortes e lesões graves.

O Programa Visão Zero também estabelece um compromisso com os cidadãos, que têm assegurado o direito de utilizar o sistema de trânsito com toda a segurança, podendo e devendo cobrar de autoridades, técnicos e policiais esse compromisso. Em contrapartida, o programa deve cooperar respeitando as regulamentações legais (FERRAZ *et al.*, 2008).

Merecem destaque as seguintes ações empreendidas pelo Programa:

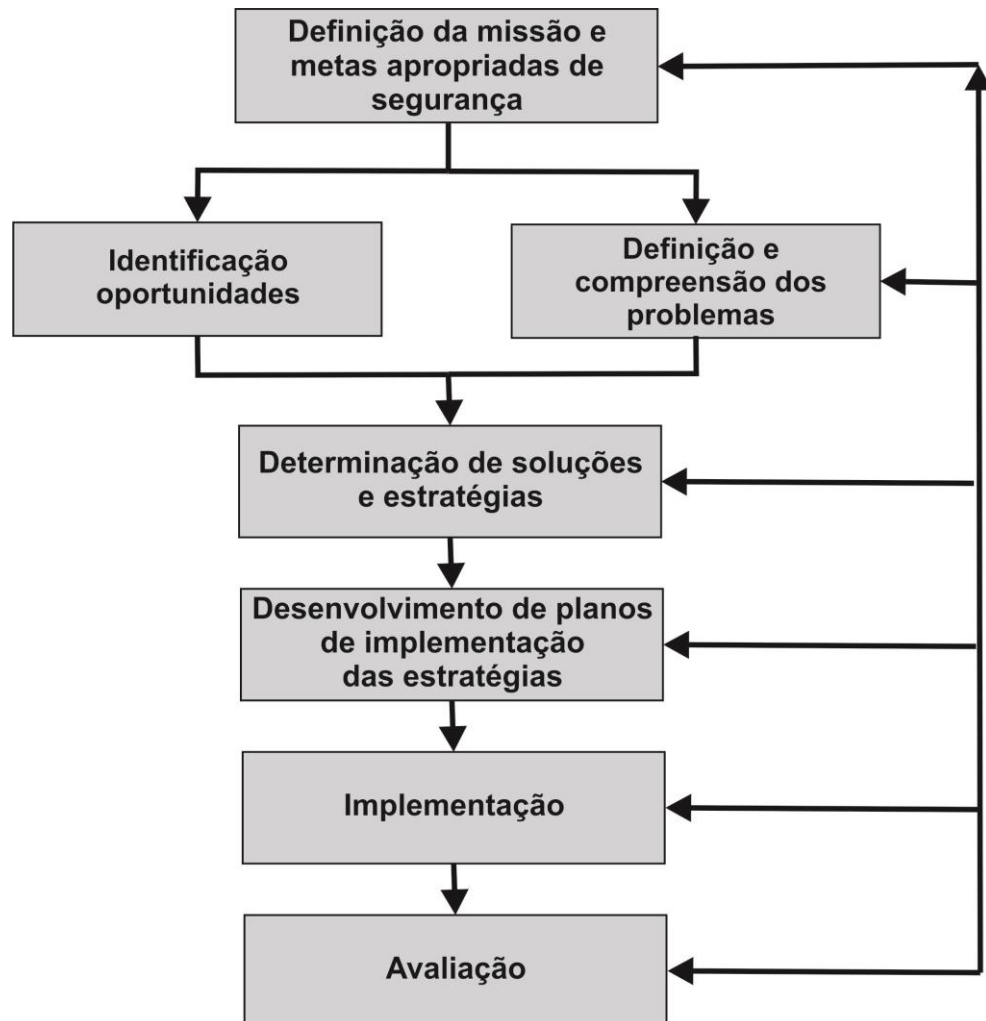
- melhoria do desempenho no tocante à segurança de várias partes e componentes do sistema de tráfego;
- projeto e fabricação de veículos que oferecem maior proteção aos usuários;
- melhoria do desempenho dos cintos de segurança e obrigatoriedade de um dispositivo que emite sinal sonoro quando o cinto não está colocado, nos novos carros;
- instalação de barreiras flexíveis separando os fluxos em diversas rodovias de pista simples;
- adoção do limite de 30km/h em muitas vias urbanas comuns;
- ampliação do uso de radares;
- aumento da fiscalização (através do uso de bafômetros) de condutores que ingeriram álcool;
- adoção da segurança no trânsito como variável competitiva nos contratos de transporte rodoviário.

3.5 Sistema de gerência da segurança (SGS)

O Sistema de Gerência da Segurança (SGS) pode ser definido como um processo sistemático para auxiliar os tomadores de decisão durante o processo de seleção de estratégias efetivas para aumentar a eficiência e a segurança dos sistemas de transporte. O SGS entende que a responsabilidade em aumentar a SV deve ser compartilhada entre o governo e os usuários do sistema. Nesse sentido, seu objetivo é coordenar esforços multidisciplinares para a redução da frequência e severidade dos acidentes de trânsito numa determinada jurisdição.

O SGS está estruturado nas seguintes etapas: definição da missão e metas apropriadas de segurança, identificação de oportunidades e definição e compreensão dos problemas, determinação de soluções e estratégias, desenvolvimento de planos de implementação das estratégias, implementação e avaliação. A Figura 7 ilustra todo o processo do SGS.

Figura 7 – Estrutura metodológica do SGS



Fonte: Adaptado de Institute of Transportation Engineers (1993).

O SGS tem como atividade inicial a definição da Missão, ou seja, do propósito ou razão de ser da entidade que irá aplicar o processo. Deve incluir em sua formulação “a promoção da Segurança Viária para todos os usuários do sistema de transporte” ou “redução da frequência e severidade dos acidentes de trânsito” (INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS, 1993). A meta tem os seus objetivos traduzidos em termos quantitativos e compatíveis com a missão de promover a Segurança Viária.

Para entender e definir o problema é preciso compreender o fenômeno acidente de trânsito e associá-lo às características dos motoristas, veículos e vias. As principais fontes de dados que subsidiam essa etapa são os órgãos gestores de trânsito, os sistemas de informações

de acidentes de trânsito, o atendimento de emergência (SAMU, Bombeiros, PM), hospitais de emergência, Instituto Médico Legal, entre outros.

A identificação de oportunidades (com base na meta de segurança a ser atingida e na causa do acidente) depende de fatores como: caracterização dos acidentes, disponibilidade de recursos humanos e financeiros e autoridade legal. Definidas as oportunidades, são agrupadas soluções e estratégias para cada tipo de acidente e desenvolvidos planos de implementação. Nos planos são descritos os objetivos, os órgãos responsáveis, as ações previstas, os resultados esperados, o cronograma de execução, os maiores obstáculos para o sucesso do plano, os custos e a avaliação do desempenho.

Para a implementação do plano, cujo objetivo é uniformizar o andamento nos diversos órgãos, torna-se fundamental o estabelecimento de medidas de monitoramento: criação de comissão para acompanhar (fiscalizar) a implementação, realização de encontros periódicos entre as partes interessadas e identificação de imprevistos e outros problemas. Métodos de avaliação devem ser definidos ao final do processo com o objetivo de observar se a aplicação do SGS está produzindo os resultados esperados.

3.6 Auditoria de Segurança Viária

A Auditoria de Segurança Viária (ASV) pode ser entendida como uma análise formal, do ponto de vista da segurança do trânsito, de uma via, elemento viário ou esquema de circulação, existente ou projetado, devendo seguir procedimentos que resultarão em documentos formais. Essa análise é realizada de forma independente, por uma equipe de examinadores qualificados e independentes da equipe responsável pelo projeto ou gerenciamento da via (TAC, 2001 *apud* SCHOUPE *et al.*, 2004). A ASV aplicada tanto numa avaliação de caso simples de uma interseção em nível como em sistemas viários complexos envolvendo vias e interseções.

A origem da ASV é atribuída ao Reino Unido, no início da década de 1980. Estendeu-se para a Austrália e Nova Zelândia no início da década seguinte. Gradativamente, ao longo dos anos 1990, as auditorias foram introduzidas, de formas específicas, em outros países como Dinamarca, África do Sul, Canadá e Estados Unidos. Atualmente, apesar da prática em ASV ter se expandido mundialmente, no Brasil, ela ainda é incipiente, não institucionalizada, nem formalizada (NODARI; LINDAU, 2001).

De acordo com Ferraz *et al.* (2008), o principal objetivo da ASV é identificar possíveis problemas relativos à SV, buscando apresentar soluções para reduzi-los e, quando possível, eliminá-los. Especificamente, a ASV busca minimizar os riscos e severidades dos

acidentes rodoviários afetados pelos projetos, diminuir a necessidade de trabalhos corretivos após a construção da via, reduzir o custo total do projeto e conscientizar todas as pessoas envolvidas com o planejamento, projeto, construção e manutenção da rodovia.

As soluções apontadas em uma ASV devem estar concentradas em aspectos relacionados com a via e/ou com o ambiente no seu entorno, considerando as características físicas e operacionais. A realização da ASV deve conduzir à identificação de ações necessárias não apenas para reduzir a quantidade de acidentes, mas também a severidade. Quando realizada em uma via ou interseção existente, a ASV deve, necessariamente, levar em conta os dados disponíveis sobre a acidentalidade viária (FERRAZ *et al.*, 2008).

O processo de ASV pode ser executado nas seguintes etapas de um projeto de transportes: planejamento, projeto básico, projeto executivo, pré-operação e operação. Na fase de planejamento há a avaliação conceitual do projeto. Nesse estágio, são realizadas as escolhas de rotas, interseções e interconexões. No projeto básico são definidos os parâmetros básicos, como os elementos planimétricos e altimétricos. O projeto executivo foca o detalhamento dos elementos definidos na etapa anterior. Na fase de pré-operação, antes da abertura do projeto ao tráfego, há a confirmação da implantação, conclusão do projeto, vistorias diurnas e noturnas, aspectos não detectados em etapas anteriores e remoção de elementos temporários da etapa de construção. Finalmente, o estágio de operação identifica alterações em características diversas que implicam em mudanças no Desempenho da Segurança Viária da entidade, como o fluxo, tipo de controle, uso do solo, legislação, padrões técnicos, novos materiais, adoção de *checklists*.

Os acidentes de tráfego podem ser reduzidos se a SV for tratada de forma proativa em todas as etapas de implementação de uma via, desde sua concepção original até – e durante – a sua operação (HILDEBRAND; WILSON, 1999).

A ASV trabalha com base nos seguintes princípios:

- a) consenso de opinião entre participantes;
- b) processo formal;
- c) equipe de auditores independente da equipe de projetistas;
- d) organização do processo claramente definida no termo de referência;
- e) executado por pessoas treinadas e com experiência em Segurança Viária;
- f) resultados de cada etapa formalmente documentados e registrados;
- g) definição das responsabilidades das decisões finais.

As principais dificuldades encontradas na utilização de ASV são: o ceticismo de alguns órgãos gestores do trânsito, que relutam em gastar recursos com as ASV; o incômodo provocado em alguns profissionais por seus projetos serem avaliados por outros técnicos; a dificuldade na contratação de uma equipe técnica experiente; e as resistências por parte de alguns órgãos e instituições em relação aos gastos de recursos com ASV (FERRAZ *et al.*, 2008). Porém, os benefícios com a aplicação de uma ASV são inúmeros, inclusive na redução dos custos financeiros associados aos acidentes.

3.7 Segurança e planejamento de transportes: visão do ITE

De acordo com o Institute of Transportation Engineers (ITE), a incorporação de aspectos relativos à SV pode ser realizada nas principais etapas do seu processo de planejamento, quais sejam:

- a) estabelecimento de parcerias;
- b) conhecimento do problema;
- c) concepção de uma visão;
- d) desenvolvimento de metas, objetivos e estratégias;
- e) análise de projetos e estratégias alternativas;
- f) avaliação e priorização de alternativas;
- g) monitoramento e resultados.

Para melhorar a SV do sistema de transporte é necessário a participação e o envolvimento de diversos grupos e organizações integrantes do processo de planejamento de transportes. Para o ITE, estabelecer parcerias pode também reforçar a discussão de aspectos específicos relacionados à SV. Além disso, possibilita e/ou reforça uma parceria entre as entidades envolvidas com a SV e os pesquisadores na área de planejamento de transporte, no intuito de dar suporte a ações contínuas que tenham como foco a SV.

Um exemplo onde tais parcerias têm sido bem-sucedidas é a Austrália. Com base no estabelecimento de parcerias, o país viabilizou a diminuição da acidentalidade através do respeito à aplicação da legislação urbana, maior interação entre pesquisadores de SV e os formuladores de políticas e ampliação de ações educativas voltadas para a segurança no trânsito, entre outros.

Existem algumas medidas, segundo o ITE, que podem ser tomadas na etapa de conhecimento do problema com a finalidade de aprimorar a visão sobre os aspectos da segurança, como, por exemplo, examinar dados sobre o acidente. Esse processo pode ter início com o conhecimento do número total de acidentes (com atenção para sua gravidade), seguido do estabelecimento das taxas de acidente ou o número de acidentes, identificação de locais críticos de acidente e dos fatores contribuintes. A composição de um quadro da situação da SV com a identificação dos fatores contribuintes e das partes interessadas de transporte e de segurança pode contribuir para o desenvolvimento de programas e estratégias para fatores contribuintes de acidentes específicos, como estratégias de fiscalização e educação destinadas aos motoristas.

A concepção de uma visão é o estabelecimento das características desejáveis do sistema de transportes. Ele pode fornecer orientação para todo o processo de planejamento, possibilitando o estabelecimento de metas, objetivos e estratégias para o sistema de transportes como um todo, inclusive para a SV (INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS, 2008).

O desenvolvimento de metas, objetivos e estratégias, acrescenta à fase anterior, de concepção de uma visão, um detalhamento sobre resultados desejados e identificação de medidas de desempenho para o sistema de transporte, que podem comportar também medidas relacionadas à redução de acidentes, mortos e feridos.

Para a análise de projetos e estratégias alternativas é essencial uma base de dados confiável e ferramentas de análises adequadas. Em geral, os dados relacionados com a SV podem ser utilizados na identificação de pontos críticos, análise de impactos, avaliação de resultados e priorização e seleção de programas e projetos. O uso de ferramentas de análise para avaliar as conseqüências de diferentes ações no sistema de transportes representa uma peça fundamental no processo de planejamento de transportes. No entanto, a eficácia de estratégias alternativas de segurança é um desafio devido às dificuldades associadas à confiabilidade dos dados e a dificuldade de comprovar seus resultados. O Institute of Transportation Engineers (2008) ressalta que o ideal é que todas as ferramentas de análise trabalhem lado a lado com modelos de previsão de viagens capazes de prever também características futuras relacionadas à SV.

A avaliação e priorização de alternativas sintetizam todos os resultados das análises realizadas nas etapas anteriores, determinando os benefícios e custos globais de cada alternativa (INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS, 2008). Em seguida a etapa

de monitoramento e resultados reavalia as metas, os objetivos e mede o desempenho, porém, o processo não se encerra, pois é contínuo.

3.8 Considerações finais

Esse capítulo apresentou uma revisão da literatura a respeito dos conceitos fundamentais relacionados à Segurança Viária, metodologias de avaliação do DSV e esforços sistematizados para a incorporação de uma visão da segurança no processo de planejamento dos sistemas de transportes.

A análise permitiu identificar um conjunto das técnicas de avaliação do DSV mais utilizadas no âmbito operacional que podem ser utilizadas em algumas etapas de avaliação de impactos dos PGVs.

Além disso, procurou-se ampliar o conhecimento do estado da arte sobre estratégias para a inclusão da Segurança Viária sob uma ótica mais abrangente no processo de planejamento. Nesse sentido, observou-se que os sistemas de Gerência da Segurança Viária (SGS) e as técnicas de Auditoria de Segurança Viária (ASV) apresentam potencial significativo para serem inseridos no processo de análise dos impactos dos PGVs.

4 PROPOSTA PARA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DOS PGVs SOB A ÓTICA DA SEGURANÇA VIÁRIA

A análise das principais metodologias de avaliação de impactos de PGVs, apresentada no Capítulo 2, identificou que, apesar de ser um dos principais aspectos impactados pela instalação de polos geradores, o DSV ainda carece de procedimentos objetivos e de natureza qualitativa que permitam incluí-lo no processo de avaliação de forma abrangente e sistêmica. Essa mesma análise possibilitou ainda o reconhecimento de uma estrutura geral comum às metodologias de avaliação dos impactos dos PGVs, fortemente baseada na modelagem da demanda que utiliza variações do processo Quatro Etapas, complementada por etapas de caracterização do PGV e avaliação de cenários.

No Capítulo 3, por sua vez, foram descritos os principais conceitos e técnicas relacionadas à SV e à avaliação do seu desempenho, e discutido seu papel no processo de planejamento dos sistemas de transportes. Apesar de constatados significativos avanços em pesquisas na área da Segurança Viária, observa-se que alguns aspectos metodológicos associados aos acidentes de trânsito – como a natureza aleatória e rara dos acidentes e os problemas relacionados à qualidade e confiabilidade dos bancos de dados –, podem dificultar a incorporação eficiente da SV no processo de planejamento dos sistemas de transportes nos níveis estratégico, tático e operacional.

O presente capítulo propõe um procedimento sistemático de análise dos impactos dos PGVs incluindo atividades capazes de sistematizar a abordagem da Segurança Viária, o que torna o processo de análise de PGVs mais abrangente e dotado de recursos complementares para a tomada de decisão.

4.1 Incorporação da Segurança Viária na análise de impactos de PGV

A proposta de incorporação da SV no processo de análise de impactos de PGVs tem por objetivos: avaliar as condições de DSV na área de influência antes e depois da implantação de um PGV e em cenário futuro sem o empreendimento; prever os possíveis impactos gerados (como o aumento do número de acidentes e/ou situações de conflito); e propor soluções e estratégias de mitigação desses impactos. Para cumprir/atingir esses objetivos, é desenvolvida uma estrutura – integrada à estrutura geral de análise de impacto de PGV e identificada no Capítulo 2 – destinada a avaliar o Desempenho de Segurança Viária.

A estrutura proposta para avaliação do DSV tem como principais referências o processo de planejamento dos sistemas de transportes apresentado pelo Institute of Transportation Engineers (2008), por incorporar em suas principais etapas considerações relacionadas ao planejamento da SV; o sistema de Gerência da Segurança Viária (GSV), por representar um importante instrumento no estabelecimento de estratégias e soluções que possibilitam a implementação de planos e projetos destinados à melhoria do DSV; e a Auditoria de Segurança Viária (ASV), por se caracterizar como um processo de avaliação preventiva das ações destinadas a diminuir a probabilidade de ocorrência e severidade de acidentes.

Foram considerados ainda os Estudos Observacionais com séries históricas de acidentes de trânsito e as Técnicas de Análise de Conflitos de Tráfego (TACTs), além de referências nacionais e políticas públicas de segurança no trânsito, como o Programa de Redução de Acidentes (Pare), desenvolvido no Brasil, e o Programa Visão Zero, implementado na Suécia.

A partir dos objetivos e das referências destacadas, as seguintes etapas foram incorporadas na estrutura geral de análise de impacto:

- 1) Caracterização do cenário de políticas públicas de Segurança Viária;
- 2) Avaliação do Desempenho da Segurança Viária – cenário atual;
- 3) Proposição de melhorias da SV no sistema atual;
- 4) Avaliação do Desempenho da Segurança Viária – cenários futuros;
- 5) Auditoria de Segurança Viária;
- 6) Avaliação de alternativas e
- 7) Tomada de decisão.

A Figura 8 expõe o fluxograma da proposta de análise de impactos de PGV com a incorporação de etapas de avaliação da SV.

Figura 8 – Fluxograma da estrutura proposta consolidada



Fonte: Elaboração própria.

A seguir são apresentados de forma detalhada os principais aspectos de cada componente da metodologia proposta neste trabalho e seu relacionamento com a estrutura tradicional de avaliação dos impactos dos PGVs.

4.2 Caracterização do cenário de PPSV

A caracterização do cenário de PPSV antecede todo o processo de análise dos impactos do PGV, inclusive as etapas iniciais da abordagem tradicional, pois constitui um

importante subsídio para a construção de uma visão acerca da Segurança Viária nas análises de PGVs. Essa etapa, referenciada nas políticas nacionais de trânsito e na legislação vigente específica de cada jurisdição, objetiva identificar as diretrizes e metas desejáveis para a Segurança Viária, e relacionar as principais partes envolvidas (planejadores de transportes e órgãos locais) no processo de análise e implementação das ações mitigadoras dos impactos decorrentes da implantação do PGV. Para tanto, são desenvolvidas as seguintes atividades:

- revisão da legislação relacionada à SV;
- identificação dos programas de SV vigentes;
- estabelecimento de objetivos e metas a serem atingidos com relação ao DSV;
- identificação das principais fontes de informações sobre as medidas de Desempenho da Segurança Viária.

A revisão da legislação compreende o levantamento de toda a legislação relacionada com a Segurança Viária nos âmbitos nacional, estadual e municipal. Planos, leis, manuais de conduta e/ou guia de procedimentos – que formarão um marco jurídico/legal para o início da análise – estão entre os documentos a serem analisados. Além do caráter informativo, essa documentação permite análises relacionadas à aplicabilidade das leis e normas instituídas no âmbito da Segurança Viária, através da identificação de suas fragilidades e avaliação de seus resultados. Adicionalmente, a legislação local referente à PGVs também deve ser considerada na revisão.

A identificação dos programas de SV em vigência são informações complementares à revisão da legislação. Os dados recolhidos, quando analisados, permitem uma avaliação dos resultados obtidos desde sua implantação, assim como suas deficiências.

O estabelecimento de objetivos e metas a serem atingidos com relação ao DSV é uma atividade realizada em conjunto, entre planejadores/consultores e gestores de trânsito, baseada em condições de viabilidade (técnica, financeira e/ou política). Reuniões realizadas entre as partes possibilitarão essas definições como também contribuirão para cooperação e fomento de parcerias, aumentando o nível de comprometimento entre os envolvidos e, conseqüentemente, fortalecendo as políticas públicas de Segurança Viária. Esse momento pode e deve ocorrer durante todo o processo de caracterização do cenário PPSV.

Identificar as principais fontes de informações relacionadas às medidas de Desempenho da Segurança Viária possibilitará a determinação/definição do tipo de medida de desempenho a ser adotado nas etapas de avaliação do DSV. É importante considerar que o

nível de confiabilidade das fontes pode comprometer a caracterização dos acidentes, o diagnóstico e, por conseguinte, as propostas de melhorias do DSV.

4.3 Análise do Desempenho da Segurança Viária do sistema atual

Nessa etapa, é realizada a Análise do Desempenho da Segurança Viária do sistema atual em um momento que antecede a implantação do PGV. As informações geradas nas etapas de delimitação da área de influência e de análise da situação atual do sistema de transportes são elementos fundamentais para o desenvolvimento dessa atividade.

A área de influência utilizada para a averiguação do DSV será a mesma do PVG e poderá ser desagregada em níveis (primária, secundária e terciária) de acordo com a proximidade do empreendimento, permitindo a definição de estratégias de análise em diferentes níveis de aprofundamento e a utilização de ferramentas mais ou menos detalhadas. Por exemplo, nas regiões mais distantes do PGV, as viagens atraídas estão mais dispersas ao longo de vários arcos (vias) com predominância do transporte motorizado. Nestes casos, a influência do PGV na Segurança Viária pode não ser tão aparente quanto nas áreas mais próximas ao polo. Além disso, a proximidade do polo pode alterar o foco do tipo e/ou severidade dos eventos de SV, uma vez que se espera uma interação maior entre pedestres-veículos na região adjacente ao empreendimento.

A etapa de análise da situação atual do sistema de transportes fornece subsídios importantes sob a ótica da Segurança Viária. As informações dessa etapa serão utilizadas na associação entre os parâmetros de oferta, como classificação funcional e geometria das vias, dispositivos de controle de tráfego, pontos de embarque e desembarque do transporte coletivo e os de demanda (fluxo veicular) e a medida de desempenho escolhida para a análise, quase sempre a frequência dos acidentes de trânsito. Em linhas gerais essa atividade envolve a caracterização dos acidentes na área de influência, o estabelecimento de padrões mínimos de SV, identificação e análise de entidades críticas dentro da área de estudo.

Em síntese, a análise do Desempenho da Segurança Viária do sistema atual caracteriza os acidentes na área de influência, estabelece padrões mínimos de SV, e identifica e analisa as entidades críticas dentro da área de estudo. A seguir são detalhadas as atividades desenvolvidas nessa etapa.

4.3.1 Caracterização dos acidentes na área de influência

A caracterização dos acidentes na área de influência previamente delimitada depende diretamente da qualidade geral do sistema de informações de acidentes de trânsito da jurisdição. Local, data, hora, veículos e outros usuários envolvidos, tipo do acidente e sua severidade representam dados essenciais.

Com relação à abrangência histórica das informações, sempre que possível, deverão ser utilizadas séries históricas de pelo menos três anos dos acidentes de trânsito, de forma a reduzir os problemas relacionados à natureza aleatória e rara do fenômeno. Dentre os indicadores de DSV possíveis destacam-se: frequência dos acidentes (total ou por severidade), taxa de acidentes (por fluxo e/ou extensão) ou ainda, caso disponível, sua estimação com a utilização de modelos estatísticos representativos da região em estudo.

Nessa etapa considera-se ainda que ferramentas de visualização espacial com o auxílio de sistemas de informações geográficas (SIG) podem ampliar a percepção global da SV no entorno do polo através da espacialização dos locais de maior ocorrência de acidentes (vias, intersecções e áreas).

4.3.2 Atribuição do nível do Desempenho da Segurança Viária e identificação das entidades críticas

Ainda não é possível, até o momento, atribuir escalas de níveis de serviço para a Segurança Viária de forma similar ao que ocorre com medidas relacionadas à fluidez, como velocidade média ou atraso médio. Desta forma, uma primeira abordagem para o estabelecimento de limites mínimos para a SV seria a comparação entre a frequência dos acidentes de trânsito das entidades (intersecções e segmentos) da área de influência com outras entidades similares da cidade. Aquelas entidades com desempenho abaixo da média ou outra medida equivalente (como o 85º percentil) seria classificada como tendo baixo DSV, devendo ser investigada de forma mais detalhada.

Nos locais em que existem modelos de previsão de acidentes de trânsito (MPAs), as entidades podem ter seu desempenho avaliado com base na diferença entre o número estimado de acidentes para o local e o número estimado de acidentes para entidades com as mesmas características (modelo). As entidades com desempenho abaixo da média (valores do MPA) seriam listadas como pontos críticos e avaliadas com maior rigor.

4.3.3 Análise das entidades críticas

A análise das entidades críticas identificadas requer, inicialmente, um aprofundamento na caracterização dos acidentes desses locais, com o objetivo de identificar padrões envolvendo aspectos temporais (dia da semana e hora do dia), tipo de usuário e severidade dos acidentes, além de condições ambientais. Em seguida, procura-se investigar os fatores contribuintes dos acidentes. O procedimento proposto para realização desse diagnóstico tem como referência o *Manual de Procedimentos para o Tratamento de Locais Críticos de Acidentes de Trânsito* (MT, 2002). Encontram-se descritas a seguir as atividades a serem desenvolvidas.

1) Análise dos boletins de ocorrência

O *Manual de Procedimentos para o Tratamento de Locais Críticos de Acidentes de Trânsito* (MT, 2002) destaca a importância da análise das seguintes informações sobre os acidentes registradas nos boletins de ocorrência (BOs): hora, data e dia da semana; condição do tempo; tipo, severidade e descrição; caracterização dos veículos; condições do pavimento; e, em relação aos envolvidos, sexo, idade e estado (eventual suspeita de presença de álcool e/ou drogas).

De forma a considerar o impacto do uso e da ocupação do solo na Segurança Viária da área de influência, especificidades relacionadas ao solo urbano são informações adicionais para a caracterização e posterior diagnóstico dos acidentes.

Os dados dos acidentes das entidades críticas coletados em BOs podem ser catalogados de acordo com a classificação dos acidentes, sua gravidade e as situações que contribuíram para sua ocorrência, relacionadas com os componentes (humano, veículo e via e seu ambiente). Esse procedimento auxilia a identificação dos fatores contribuintes.

2) Levantamento de peças gráficas que possibilitam melhor compreensão dos acidentes

A elaboração de peças gráficas com informações sobre os acidentes levantados na lista de locais críticos são importantes instrumentos na identificação dos elementos envolvidos e também subsidiam a investigação dos fatores contribuintes.

O Manual (MT, 2002) orienta a montagem de um quadro de acidentes com a representação gráfica de todas as ocorrências identificadas e suas características, e a construção de um diagrama de condições do local com indicação de todos os elementos

geométricos ou físicos presentes na área em estudo que, de alguma forma, possam interferir em sua condição operativa.

3) Consulta à comunidade

A consolidação do diagnóstico só deve ser considerada após discussão com a comunidade afetada, que pode identificar novos elementos para a análise dos locais críticos. Essa consulta, realizada através de entrevistas individuais ou reuniões de grupo, permite abordar, além dos aspectos relacionados à SV, a proposta de implantação de um PGV na área em estudo.

4) Realização de estudos *in loco*

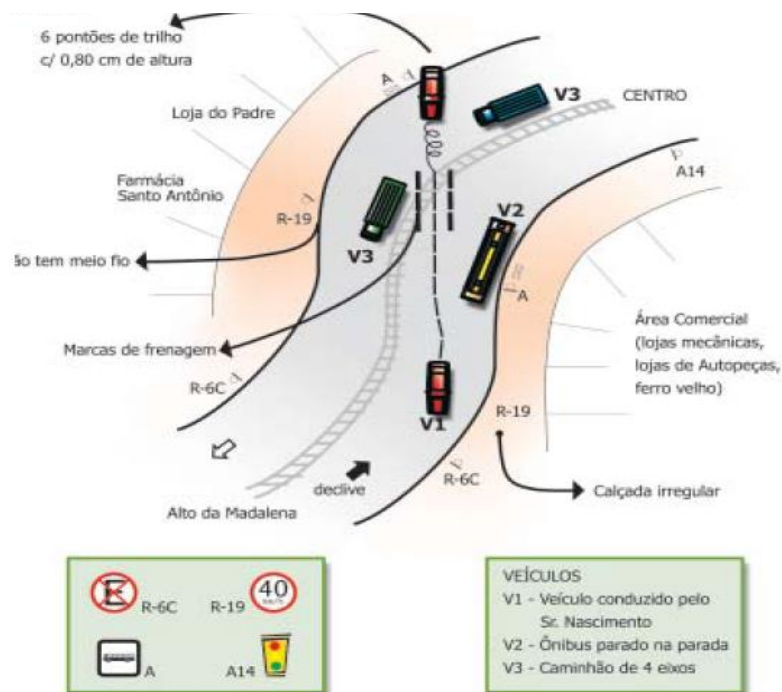
A investigação dos possíveis fatores contribuintes é finalizada com a realização dos estudos *in loco*, etapa imprescindível para a conclusão do diagnóstico.

A visita aos locais críticos e ao entorno possibilitará aos pesquisadores simular os movimentos de condutores e pedestres, identificando: barreiras visuais, elementos que possam desviar a atenção dos usuários, problemas na sinalização que induzam situações confusas ou ambíguas (geração de conflitos), e outras circunstâncias que possam explicar acidentes em análise (MT, 2002). Para eficácia desse procedimento devem ser observados:

- geometria horizontal e vertical da via;
- sinalização existente (horizontal, vertical e semafórica);
- condições do pavimento;
- drenagem (bocas de lobo, poços de visita etc.);
- posições de estacionamentos na via;
- pontos de parada de ônibus e de táxi;
- obstruções laterais;
- iluminação pública;
- condições de visibilidade (horizontal e vertical);
- velocidades desenvolvidas;
- movimentos de veículos e pedestres;
- comportamentos incorretos de condutores e pedestres.

A elaboração de croquis que ilustrem os dados coletados no local da ocorrência é uma ferramenta importante, pois permite a visualização das características e do local do acidente, identificando elementos relacionados ao uso e ocupação do solo que possam impactar no comportamento de condutores e pedestres, ou mesmo comprometer a segurança. A Figura 9 é um exemplo de croqui produzido com informações colhidas no local do acidente.

Figura 9 – Croqui com informações sobre o acidente



Fonte: *Manual de procedimentos para o tratamento dos locais críticos de acidentes de trânsito* (MT, 2002).

O dia e o horário das ocorrências representam relevante referência para o balizamento das investigações. As visitas de campo realizadas em dias da semana e horários variados possibilitam a identificação de alterações de comportamento do trânsito de acordo com o período analisado.

4.4 Proposição de melhorias da Segurança Viária no sistema atual

A etapa de proposição de melhorias da Segurança Viária no sistema atual visa identificar ações de melhora do DSV com base na caracterização e diagnóstico dos acidentes e informações integrantes da etapa de análise da situação atual do sistema de transportes.

A ADSV do cenário atual deverá identificar os níveis de DSV do sistema de transportes. O conhecimento dos fatores contribuintes, o tipo de acidente, a gravidade e o tipo de transporte da(s) vítima(s) constituem os principais subsídios para a proposição de soluções de melhoria para o tratamento das entidades críticas.

As ações propostas têm como um dos objetivos principais maximizar o desempenho da SV para cada investimento financeiro em uma determinada solução. Desse modo, as melhorias nos níveis de DSV devem relacionar-se às situações em que se garantam os melhores resultados, em relação ao número e à gravidade de acidentes. Estudar soluções direcionadas aos pedestres e ciclistas (na maioria dos casos, os mais vulneráveis usuários dos sistemas de transportes), por exemplo, pode refletir resultados bastante positivos.

As soluções indicadas nessa etapa (melhorias viárias e no sistema de controle do tráfego) geram impactos na estimação da demanda e definição da oferta (atributos geométricos e operacionais) da área de influência do PGV.

4.5 ADSV futuro

O estudo dos impactos do PGV no DSV implica avaliar os níveis de Segurança Viária em cenários futuros, sem e pós-implantação do polo. Os principais subsídios para essa análise são os dados gerados na abordagem tradicional referentes à estimação da demanda e definição da oferta da área de influência.

Para determinar um quadro futuro relativo a acidentes são indicados modelos estatísticos que podem estimar o valor esperado (ou taxas) de acidentes de acordo com variáveis (volume de tráfego e de pedestres e do fluxo de tráfego, uso do solo e desenho da via). Portanto, os dados obtidos na estimação da demanda e definições da oferta são fundamentais na aplicação desses modelos. No caso dos grandes centros comerciais, como shoppings centers, os modelos utilizados para geração de viagens têm como referência a área bruta locável (ABL), ou seja, o tipo e porte do PGV impactam na estimativa da demanda e, conseqüentemente, no DSV.

A análise dos impactos causados pelo PGV no Desempenho da Segurança Viária deve considerar além da área de influência, a circulação externa do empreendimento (passeios, estacionamentos e acessos). Os resultados obtidos nessa etapa são utilizados na avaliação de alternativas e tomada de decisão, combinados com as análises de desempenho de fluidez. As atividades desenvolvidas nessa estão descritas a seguir.

4.5.1 Análise das características do PGV e identificação das situações de conflitos na área de circulação externa da edificação do PGV

Essa análise tem como um dos principais subsídios a caracterização do PGV. Realizada na abordagem tradicional, nela são levantadas informações quanto ao tipo do empreendimento e suas características físicas, bem como dados sobre os usuários. É um conjunto de informações que pode impactar na análise da SV.

O projeto arquitetônico é o principal subsídio utilizado para a identificação das situações de conflitos na área de circulação. As Técnicas de Conflito de Tráfego são instrumentos indicados para esse propósito. No Brasil, a TCT sueca é bastante difundida e estabelece uma sistematização de procedimentos que perpassa pela definição do local do estudo, elaboração de um plano de estudo, processamento de dados e definição de ações com o objetivo de eliminar e/ou reduzir os conflitos.

No caso da aplicação da TCT no PGV a ser implantado, é necessário a localização de um empreendimento com características semelhantes (tipo, usuário, dimensões, programa de necessidades, área de entorno) que possibilite a identificação de situações de conflitos comuns. Com base nos resultados obtidos os conflitos observados devem servir como referência para o PGV em análise.

Adicionalmente, o diagnóstico das situações de conflitos identificadas pode ser complementado pela avaliação técnica realizada para aprovação do PGV de acordo com padrões de projetos exigidos pelos órgãos competentes. Em geral, esses parâmetros estão relacionados com áreas destinadas à circulação de pedestres e veículos, espaços para estacionamentos, acessos ao empreendimento (veículos, pedestres, ciclistas, motociclistas) e áreas de carga e descarga. A TCT pode identificar ainda novos elementos no projeto que merecem análise em função da Segurança Viária.

4.5.2 Validação dos indicadores e avaliação dos impactos do PGV nos pontos críticos identificados na área de influência

Após a validação dos indicadores selecionados na etapa de ADSV para o cenário atual, as entidades críticas já identificadas são reavaliadas considerando-se os dados obtidos de estimação da demanda e definição da oferta em cenários futuros, com e sem a implantação do PGV. O objetivo dessa análise é identificar os impactos causados pela implantação do PGV ou decorrentes das novas condições determinadas pela passagem de tempo.

As informações analisadas podem ser geradas com base na utilização de ferramentas capazes de correlacionar quantidade de viagens geradas (aumento do fluxo de veículos) com acidentes. As características do PGV representam importantes subsídios para estimação da demanda e dos impactos, sendo, portanto, elementos necessários na ADSV. A dimensão do empreendimento (área locável bruta), o número de vagas de estacionamento e número de leitos, por exemplo, podem ter uma relação direta com o número de viagens geradas. Além disso, diferentes tipos de PGVs, como instituições de ensino, centros culturais, hospitais e shoppings centers, atraem diferentes tipos de usuários que podem apresentar padrões de viagens diferenciados.

Para a análise do DSV podem ser aplicados MPAs, que permitem a determinação de um quadro futuro relativo a acidentes, estimando o valor esperado de acidentes (ou taxa de acidentes) em função de variáveis como o volume de tráfego e de pedestres, fluxo de tráfego, características das vias, uso do solo, entre outros.

4.6 Avaliação de alternativas e tomada de decisão

Com base nos dados gerados a partir da análise de desempenho do fluxo e da Segurança Viária será possível realizar a comparação dos cenários presente e futuros (sem e com PGV), agregando aspectos da segurança, de forma objetiva, como condicionantes para a avaliação de alternativas.

Para a tomada de decisão é importante considerar os impactos gerados a partir das escolhas de alternativas com base nos desempenhos do fluxo e SV. Para tanto, é fundamental estabelecer critérios que auxiliem na tomada de decisão.

As etapas de avaliação de cenários e tomada de decisão, consideradas na abordagem tradicional como uma fase única, subdividem-se na estrutura agora proposta com

o objetivo de aperfeiçoar as análises através da incorporação dos aspectos relacionados à fluidez e segurança.

4.7 Auditoria da Segurança Viária (ASV)

A auditoria da Segurança Viária (ASV) está presente em todo o processo de avaliação da SV. Sua atuação tem por objetivo monitorar e avaliar a implementação das alternativas propostas de melhoria do DSV. De caráter preventivo, atua desde a fase de concepção até a de operação das propostas, trazendo como um dos principais benefícios a otimização das medidas de SV implementadas. No caso da estrutura proposta neste trabalho todas as etapas são submetidas à ASV.

Na caracterização do cenário de PPSV, a ASV poderá focar a qualidade das informações coletadas e discussões. E nas etapas de ADSV da situação atual e futura, a preocupação com o nível de confiabilidade dos dados levantados merece atenção, pois representa o principal subsídio para a caracterização e o diagnóstico.

A seleção dos indicadores deve considerar diversos aspectos para que as escolhas retratem da melhor forma a situação da SV e possam avaliar corretamente a efetivação dos objetivos previamente estabelecidos

4.8 Considerações finais

Neste capítulo, foram detalhados os procedimentos contidos nas etapas propostas para a análise de impacto de PGV, considerando os aspectos relacionados à SV. A estrutura consolidada confirma a necessidade de incorporação dos aspectos de SV nas análises de impacto de PGV para que seja possível a proposição de alternativas e tomada de decisões com o objetivo de mitigar os impactos causados pelo PGV, considerando não apenas o desempenho do fluxo como também o DSV.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 Conclusões

A frequência e a severidade dos acidentes de trânsito tendem a se agravar quando o planejamento urbano não é integrado ao de transporte. A implantação de PGVs acentua esses impactos, pois eleva o volume de tráfego e reduz os níveis de serviço de fluidez e Segurança Viária na área de influência. Ao longo das últimas décadas foram desenvolvidos procedimentos que visam à previsão e mitigação dos impactos causados pela implantação de um PGV, entretanto os problemas gerados na Segurança Viária não têm sido considerados de forma sistêmica e quantitativa, sendo priorizada a avaliação do desempenho da fluidez.

Este trabalho teve por objetivo geral apresentar uma contribuição às metodologias de análise de impacto de PGV, através da incorporação de etapas que permitam a abordagem de aspectos qualitativos e quantitativos relacionados ao Desempenho da Segurança Viária.

Sequencialmente, a pesquisa foi desenvolvida em duas grandes etapas de análise: a identificação de uma estrutura geral comum às principais metodologias de avaliação de impactos de PGVs com uma crítica sobre as principais considerações da SV na estrutura e a proposta de incorporação de atividades que permitam a criação de uma visão da Segurança Viária de forma sistêmica tornando o processo de análise de PGVs mais abrangente.

A primeira etapa, identificação de uma estrutura geral de análise de PGVs e críticas sobre a SV nessa estrutura, foi realizada com base em revisão extensiva dos principais conceitos, classificações e os tipos de impactos mais comuns aos PGVs, assim como em dez metodologias nacionais e estrangeiras existentes. De maneira geral, as propostas metodológicas apresentaram similaridades, possibilitando a identificação de uma estrutura relativamente comum. Dentre as principais conclusões sobre a estrutura geral identificada e suas considerações acerca da SV destacam-se:

- a) A caracterização do PGV deve possibilitar a identificação de categorias predominantes de usuários bem como do padrão de distribuição temporal da demanda esperada, servindo de subsídio inicial para que o analista de SV direcione o foco preliminar de sua investigação.
- b) A definição da área de influência do PGV estabelece níveis diferentes de análise da SV, devendo ser mais aprofundado à medida que se aproxima do

empreendimento. Ressalta-se ainda que o perfil dos usuários/mofo de transporte pode ser alterado também em função da distância ao polo.

- c) A análise da situação atual (em relação à fluidez) culmina com a disponibilização de informações a respeito da demanda atual (fluxo veicular) e da oferta (geometria das vias, aspectos sobre o controle de tráfego etc.). Essas informações podem aperfeiçoar as análises do DSV por incorporarem aspectos sobre a exposição veicular (fluxo) e outros fatores contribuintes ao indicador de DSV mais utilizado: os acidentes de trânsito.
- d) A estimacão da demanda e a definicão da oferta para cenários futuros devem permitir, de forma aceitável, a modelagem das viagens atraídas/geradas pelo PGV em níveis de desagregacão compatíveis com os diversos tipos de usuários do empreendimento.
- e) Na avaliacaão de cenários e tomada de decisão, a inclusão de critérios quantitativos relacionados à SV, apesar de introduzir um nível adicional de complexidade ao processo decisório, permite criar uma visão mais completa acerca dos impactos gerados pela implantacão dos PGVs. Neste caso, o aperfeiçoamento das metodologias de estimacão de custo dos acidentes de trânsito podem exercer papel fundamental para incorporar critérios econômicos e financeiros ao processo de avaliacaão e priorizacão de cenários.

A segunda etapa dessa pesquisa iniciou-se com uma discussão a respeito dos principais conceitos, natureza e principais métodos de análise do DSV. Além disso, foram analisados os principais esforços voltados para a consideracão da SV de maneira sistêmica, no processo de planejamento dos sistemas de transporte, com ênfase para as políticas públicas, gerência e auditoria de Segurança Viária.

A conjugacão dos resultados da primeira e da segunda etapa culminou com a proposicão de atividades complementares, além de alteracões em algumas atividades já existentes no processo “tradicional” de análise dos PGVs. Com isso, objetivou-se a incorporacão, de forma qualitativa, de aspectos relacionados ao Desempenho da Segurança Viária. Dentre as atividades propostas e suas principais recomendacões destaca-se que:

- a) A caracterização do ambiente de políticas públicas da SV antecedendo a caracterização do PGV tem como objetivo criar um marco legal e direcionar – desde a fase inicial do processo – o foco da análise de SV. Esse alinhamento entre os anseios públicos e o foco da análise contribui para a aceitação pública das medidas mitigadoras, o fortalecimento das políticas públicas e pode facilitar a obtenção de recursos para sua implantação;
- b) A proposta de análise do DSV no cenário atual envolve a caracterização dos acidentes na área de influência, o estabelecimento de padrões mínimos de SV, a identificação e a análise de entidades críticas dentro da área de estudo. Recomenda-se a criação de níveis de serviço de Segurança Viária que possam classificar a qualidade desse atributo na análise do PGV;
- c) A proposição de melhorias da SV no sistema atual identifica ações de aperfeiçoamento do DSV referenciadas nos dados obtidos dos acidentes (caracterização e diagnóstico) da situação atual do sistema de transportes, e da caracterização das PPSVs, que estabeleceu os objetivos e metas a serem atingidos de acordo com as condições de viabilidade técnica, financeira e/ou política. As soluções indicadas são consideradas na estimativa da demanda e definição da oferta (atributos geométricos e operacionais) da área de influência estudada, por gerarem impactos que alteram os resultados obtidos nas etapas da abordagem tradicional;
- d) ADSV futuro implica em avaliar os níveis de Segurança Viária em cenários futuros, antes e após a implantação do PGV. Os resultados obtidos nessa etapa deverão ser utilizados na avaliação de alternativas e tomada de decisão, combinados com as análises de desempenho de fluidez;
- e) Com base nos dados gerados a partir da análise de desempenho do fluxo e da Segurança Viária, será possível realizar comparação dos cenários presente e futuros (sem e com PGV), agregando aspectos da segurança, de forma objetiva, como condicionante para a tomada de decisão;
- f) A Auditoria da Segurança Viária (ASV) faz parte de todo o processo de avaliação da SV, devendo cada etapa ser considerada, desde o planejamento, passando pela tomada de decisão até a implantação.

5.2 Recomendações

A natureza prospectiva desse trabalho contribuiu fundamentalmente para a definição de esforços de pesquisa visando o aprofundamento dos processos de análise da SV existentes com foco em sua integração ao processo “tradicional” e para a proposição de atividades complementares a esse processo.

Estão entre as principais recomendações para trabalhos futuros:

- a) Aperfeiçoar os critérios para a delimitação da área de influência do PGV de forma a considerar aspectos relacionados à SV;
- b) Investigar a incorporação de aspectos/variáveis que reflitam o impacto da SV em todas as etapas do processo de modelagem da demanda;
- c) Avaliar a aplicação de técnicas de visualização e análise espacial que permita maior integração entre os indicadores do desempenho da fluidez e da SV no processo de análise dos impactos dos PGVs;
- d) Investigar a utilização de Modelos de Previsão de Acidentes com a finalidade de aperfeiçoar os valores estimados para os indicadores das etapas de avaliação do desempenho dos cenários atual e futuros dos PGVs;
- e) Realizar um estudo de caso para validar o procedimento proposto: a avaliação do DSV em uma análise de impacto de PGV.

REFERÊNCIAS

AASHTO. **Highway Safety Manual – HSM**. Washington, D.C: American Association of State Highway and Transportation Officials, 2010.

ABDEL-ATY, M. *et al.* Analysis of types of crashes at signalized intersections by using complete crash data and treebased regression. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, Washington, D.C., TRB, National Research Council, n. 1908, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10697**: Pesquisa de acidentes de trânsito (RAT). Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12898**: Relatório de acidente de trânsito (RAT). Rio de Janeiro, 1993.

ANDRADE, C. P. S. **Shopping Center e seus impactos na circulação urbana**. Estudo de caso: *Center Shopping* em Uberlândia, MG. 2004. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2004.

ARCHER, J. **Indicators for traffic safety assessment and prediction and their application in micro-simulation modelling**: a study of urban and suburban intersections. 2005. Tese (Doutorado) – Departamento de Infraestrutura, Royal, Institute of Technology, Suécia, 2005.

ARY, M. B. **Análise da demanda de viagens atraídas por shopping centers em Fortaleza**. 2002. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.

BERTAZZO, A. B. S.; JACQUES, M. A. P. Estudo da geração de viagens em instituições de ensino médio. **Transportes**, v. XVIII, n. 2, jun. 2010. ISSN: 2237-1346 (online).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama. Resolução n. 001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Brasília, DF, 1986.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. **Estatísticas**: frota de veículos – Denatran. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-denatran/estatisticas-frota-de-veiculos-denatran>>.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo 2010**. Brasília, DF, 2010. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/noticias/censo.html?busca=1&id=1&idnoticia=850&t=pib-cresce-3-7-chega-r-2-trilhoes->

2006&view=noticia#:~:text=As%20Contas%20Trimestrais%20do%20IBGE,atingiu%20R%24%2012.437%2C00>.

BRASIL. Ministério dos Transportes. **Programa Pare**: procedimentos para o tratamento de locais críticos de acidentes de trânsito. Brasília, DF, 2002.

BRASIL. Ministério da Economia. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Ipea. **Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras**. Relatório executivo. Brasília, DF: Ipea/Denatran/ANTP, 2006.

CABRAL, S. D. **Proposta metodológica para monitoramento da poluição atmosférica provocada pelo sistema de transporte rodoviário urbano**: o caso do monóxido de carbono. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Programa de Engenharia de Transportes da COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.

CALVET y BORRULL, F. **Accés a centres d’atracció especial**. Centres comercials. Barcelona: Universidade Politècnica da Catalunya, 1995.

CARDOSO, G. **Modelos para previsão de acidentes de trânsito em vias arteriais urbanas**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

CARDOSO, G.; GOLDNER, L. Desenvolvimento e aplicação de modelos para previsão de acidentes de trânsito. **Transportes**, v. XV, p. 43-51, 2007.

COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÂNSITO DE SÃO PAULO – CET-SP. Polos Geradores de Tráfego. **Boletim Técnico**, Companhia de Engenharia de Tráfego, Prefeitura de São Paulo, n. 32, 1983.

CORRÊA, M. M. D. **Um estudo para delimitação da área de influência de shopping centers**. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

CORRÊA, M. M. D.; GOLDNER, L. G. Uma metodologia para delimitações da área de influência de *shopping centers*. In: CONGRESSO DA ANPET, 13., 1999, São Carlos. **Anais...** São Carlos, 1999.

COX R. CONSULTORES. **Estudo de tráfego e acesso para o Shopping Center Norte**. Rio de Janeiro, 1984.

CUNTO, F. J. C. **Assessing safety performance of transportation systems using microscopic simulation**. 2008. Tese (Doutorado) – Department of Civil and Environmental Engineering, University of Waterloo, Ontario, Canada, 2008.

CUNTO, F. J. C.; LOUREIRO, C. F. G. O uso da microssimulação na avaliação do Desempenho da Segurança Viária. **Transportes**, v. 19, n. 3, p. 5-11, 2011.

CUNTO, F. J. C.; NODARI, T. N. Aspectos conceituais sobre o desenvolvimento de modelos de previsão de acidentes de trânsito. *In*: ANPET – CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 25., 2011, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2011.

CUNTO, F. J. C; CASTRO NETO, M. M.; BARREIRA, D. S. Modelos de previsão de acidentes de trânsito em interseções semaforizadas de Fortaleza. **Transportes**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 2, p. 55-62, 2012.

CUNHA, R. F. F. **Polo Gerador de Tráfego**: análise da sistemática de avaliação. Monografia (Especialização) – Curso de Especialização Mestrado Executivo em Transportes, PET-COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

CUNHA, R. F. F. **Uma sistemática de avaliação e aprovação de projetos de Polos Geradores de Viagens (PGV's)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

CYBIS, H. B. B. *et al.* Avaliando o impacto atual e futuro de um Polo Gerador de Tráfego na dimensão de uma rede viária abrangente. **Transportes**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 64-85, 1999.

DAVIS, G. A. Possible aggregation biases in road safety research and a mechanism approach to accident modeling. **Accident Analysis and Prevention**, v. 36, p. 1119-1127, 2004.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Manual de procedimentos para o tratamento de Polos Geradores de Tráfego**. Brasília, DF: Denatran/FGV, 2001. 84 f.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Anuário estatístico de acidentes de trânsito 2002**. Brasília, DF: Ministério das Cidades, Denatran, Coordenação-Geral de Informatização e Estatística – CGIE, 2006.

DEWAR R. E.; OLSON P. L. **Human factors in traffic safety**. [S. l.]: Lawyers & Judges Publishing Company, 2002.

DIÓGENES, M. **Método para avaliar o risco potencial de atropelamentos em travessias urbanas em meio de quadra**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

FARMER, C. M. Reliability of police-reported information for determining crash and injury severity. **Traffic Injury Prevention**, v. 4, n. 1, p. 38-44, mar. 2003.

FERRAZ, C. *et al.* **Segurança no trânsito**. São Paulo: São Francisco; Grupo Gráfico, 2008.

FERREIRA, S. M. P. **A segurança rodoviária no processo de planejamento de redes de transporte em meio urbano**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2010.

FORTALEZA. Prefeitura Municipal de Fortaleza. **Lei de uso e ocupação do solo do município de Fortaleza**. Fortaleza: Instituto de Planejamento do Município – Iplam, 1996.

GIFONI, E. A. **As diferenças entre as legislações municipais referentes a Polos Geradores de Viagens e sua contribuição para a legislação de Fortaleza**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

GIUSTINA, C. D., CYBIS, H. B. B. Metodologias de análise para estudos de impactos de Pólos Geradores de Tráfego. *In: SEMANA DE PRODUÇÃO E TRANSPORTE*, 3., 2003, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2003.

GÓES, J. R. R. **Métodos de identificação e seleção de locais de alto risco de acidentes de trânsito: estudo e recomendações para aplicação em cidades brasileiras**. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1983.

DISTRITO FEDERAL. Governo do Distrito Federal. **Lei Federal n. 1.890**. Brasília, DF, 1998.

GOLDNER, L. G. **Uma metodologia de impactos de *shopping centers* sobre o sistema viário urbano**. Tese (Doutorado) – Coordenadoria dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia, PET/COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1994.

GOLDNER, L. G.; PORTUGAL, L. S. **Estudo de Polos Geradores de Tráfego e de seus impactos nos sistemas viários e de transportes**. Rio de Janeiro: Edgard Blücher, 2003.

GONÇALVES, F. S. **Classificação dos PGVs e sua relação com as técnicas de análise de impactos viários**. Dissertação (Mestrado) – Coordenadoria dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia, PET/COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

GRANDO, L. **A interferência dos Polos Geradores de Tráfego no sistema viário: análise e contribuição metodológica para *shoppings centers***. Dissertação (Mestrado) – Coordenadoria dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia, PET/COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1986.

GREIBE, P. Accident prediction models for urban roads. **Accident Analysis and Prevention**, v. 35, p. 273-285, 2003.

HADDON JR., W. Advances in the epidemiology of injuries as a basis for public policy. **Public Health Reports**, v. 95, n. 5, p. 411-421, sep./out. 1980.

HAKKERT, A. S. *et al.* Levels of safety on interurban roads. **Transportation Research Record**, Washington, D.C., n. 1553, p. 95-102, jan. 1996.

HAUER, E.; HAKKERT, A. S. The extent and implications of incomplete accident reporting. **Transportation Research Record**, Washington, D.C., n. 1185, 1989.

HAUER, E. Identification of sites with promise. *In*: TRANSPORTATION RESEARCH BOARD ANNUAL MEETING, 68., Washington, D.C., 1996.

HAUER, E. **Observational before-after studies in road safety**. [S. l.]: Pergamon, 2002.

HORST, A. R. A. **A time-based analysis of road user behaviour in normal and critical encounters**. PhD thesis. Delft University of Technology, 1990.

HYDÉN, C. **The development of a method for traffic safety evaluation**: the swedish traffic conflicts technique. Sweden: Lund Institute of Technology, University of Lund, 1987.

INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS (ITE). **Site impact traffic evaluation (SITE)**. Washington, D. C.: Institute of Transportation Engineers, 1985.

INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS (ITE). **Traffic access and impact studies for site development, a recommended practice**. Washington, D.C.: Institute of Transportation Engineers, 1991.

INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS (ITE). **The traffic safety toolbox**: a primer on traffic safety. Washington, D.C.: Institute of Transportation Engineers, 1993.

INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS (ITE). **Manual of transportation engineering studies**. Washington, D.C.: Institute of Transportation Engineers, 1994.

INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS (ITE). **Institute of Transportation Engineers Trip Generation**, 8th edition. Washington D.C., 2008.

KNEIB, E. C. **Caracterização de empreendimentos geradores de viagens**: contribuição conceitual à análise de seus impactos no uso, ocupação e valorização do solo urbano. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2004.

KNEIB, E. C. *et al.* Proposta metodológica para delimitação da área de influência de Polos Geradores de Viagens: estudo aplicado a supermercados e hipermercados. *In*: CONGRESSO DE ENSINO E PESQUISA EM TRANSPORTES, 20., Brasília, DF, 2006

KNEIB, E. C. *et al.* **Pólos geradores de viagens e mobilidade**: a evolução dos conceitos e da

consideração dos impactos gerados. **Revista dos Transportes Públicos**, v. 121, 2009.

LANE, J. S. *et al.* The no-action alternative: impact assessment guidelines. **National Cooperative Highway Research Program Report**, 217, Washington, D. C., 1980.

LIMA JR., P. C. R. **Uso do sistema de informações geográficas para avaliação de impactos ambientais de sistema de transportes urbanos**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.

LOLLO, J. A.; RÖHM, S. A. Aspectos negligenciados em Estudos de Impacto de Vizinhança. **Estudos Geográficos** – Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia, v. 3, n. 2, p. 31-45, dez. 2005.

LORD, D. **The prediction of accidents on digital networks**: characteristics and issues related to the application of accident prediction models. Thesis (Doctor of Philosophy Graduate) – Department of Civil Engineering, University of Toronto, Toronto, 2000.

LORD, D. Modeling motor vehicle crashes using poisson-gamma models: examining the effects of low sample mean values and small sample size on the estimation of the fixed dispersion parameter. **Accident Analysis and Prevention**, v. 33, p. 751-766, 2006.

LORD, D. *et al.* Modeling crash-flow-v/c ratio relationships for rural and urban freeway segments. **Accident Analysis and Prevention**, v. 37, n. 1, p. 185-199, 2005.

MARICATO, E. **Brasil, cidades**: alternativas para a crise urbana. Rio de Janeiro: Vozes, 2001.

MENEZES, F. S. S. **Determinação da capacidade de tráfego de uma região a partir de seus níveis de poluição ambiental**. Dissertação (Mestrado) – Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2000.

MEYER, M. D.; MILLER, E. J. **Urban transportation planning**. [S. l.]: McGraw Hill, 2001.

MIRANDA-MORENO, L. F. **Statistical models and methods for identifying hazardous locations for safety improvements**. PhD Thesis. University of Waterloo, Canada, 2006.

NODARI, C.; LINDAU, L. Auditorias de Segurança Viária. **Transportes**, v. 9, n. 2, p. 48-66, 2001.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Road safety**: a public health issue. 2008. Disponível em: <http://www.who.int/features/2004/road_safety/en/>.

ORTÚZAR, J. D.; WILLUMSEN, L. G. **Modelling transport**. 2. ed. [S. l.]: John Wiley & Sons, 1994.

PERKINS, S.; HARRIS, J. Criteria for traffic conflict characteristics signalized intersections. **Report GMR**, Warren, General Motors Corporation, 1967.

PORTUGAL, L. S.; GOLDNER, L. G. **Estudos de Polos Geradores de Tráfego e de seus impactos nos sistemas viários e de transportes**. São Paulo: E. Blucher, 2003.

REDE PGV. Rede Ibero-Americana de Estudos em Polos Geradores de Viagens. **Relatório da 1ª reunião de trabalho**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

Disponível em:

<http://redpgv.coppe.ufrj.br/arquivos/1aReuniao_Relatorio_Abril_de_2005.pdf>.

REDE PGV. Rede Ibero-Americana de Estudos em Polos Geradores de Viagens. **Cadernos de Pesquisa**. Módulo 1: caracterização dos Polos Geradores de Viagens. 2010.

RIFAAT, S.; TAY, R. Effect of street pattern on road safety: are policy recommendations sensitive to different aggregations of crashes by severity? *In*: TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (TRB) ANNUAL MEETING, 89., Washington DC, 2010.

SAMPEDRO, T. A. **Procedimento para avaliação e análise da segurança de tráfego em vias expressas urbanas**. Tese (Doutorado) – Programa de Engenharia de Transportes da COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2010.

SÃO PAULO. Prefeitura Municipal de São Paulo. Decreto n. 32.329, de 23 de setembro de 1992. Regulamenta a Lei n. 11.228, de 25 de junho de 1992 – Código de Obras e Edificações, e dá outras providências. São Paulo, 1992.

SCHOUPF, A. R. *et al.* Aspectos legais referentes à auditoria de Segurança Viária. *In*: XVIII CONGRESSO ANPET, 18., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2004.

SILVA, A. N. R. *et al.* Uma proposta para determinação do número de vagas para estacionamentos em supermercados em função do nível de serviço desejável. *In*: CONGRESSO ANPET, 9., 1995, São Carlos. **Anais...** São Carlos, 1995.

SILVA, L. R. *et al.* Proposta metodológica para definição da área de influência de pólos geradores de viagens considerando características próprias e aspectos dinâmicos do seu entorno. **Revista de Engenharia Civil**, Minho, n. 27, p. 111-122, 2006.

SILVA, L. R. **Metodologia de delimitação da área de influência dos pólos geradores de viagens para estudos de geração de viagens**: um estudo de caso nos supermercados e hipermercados. Dissertação (Mestrado em Transportes) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2006.

SILVEIRA, I. T. **Análise de Polos Geradores de Tráfego segundo sua classificação, área de influência e padrões de viagem.** Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia de Transportes da COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1991.

SOUSA, J. Q. **Modelagem microscópica aplicada na avaliação do Desempenho da Segurança Viária em interseções.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Programa de Pós-Graduação em Transportes, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

TOLFO, J. D. **Estudo comparativo de técnicas de análise de desempenho de redes viárias no entorno de Polos Geradores de Viagens.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

TAC – TRANSPORTATION ASSOCIATION OF CANADA. **The canadian road safety audit guide.** Version 3. Canada, 2001.

VASCONCELLOS, E. A. **Transporte e meio ambiente:** conceitos e informações para análise de impactos. São Paulo: Edição do Autor, 2006.

VASCONCELLOS, E. A. **Transporte urbano nos países em desenvolvimento:** reflexões e propostas. 3. ed. São Paulo: Annablume, 2000.

VASCONCELLOS, E. A. **Transporte urbano, espaço e equidade:** análise das políticas públicas. São Paulo: NetPress, 1998.

VELASCO, A. *et al.* Modelo estratégico para intervenciones en seguridad del tránsito. *In:* CONGRESSO PANAMERICANO DE ENGENHARIA DE TRÂNSITO E TRANSPORTE, 13., 2004, Nova York.