

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
ESCOLA DE ARQUITETURA E DESIGN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO URBANA**

SERGIO HENRIQUE RODRIGUES MOTA

**REDUÇÃO DE VELOCIDADE NO TRÂNSITO URBANO NO CONTEXTO DA
CIDADE DIGITAL ESTRATÉGICA**

Curitiba
2017

SERGIO HENRIQUE RODRIGUES MOTA

**REDUÇÃO DE VELOCIDADE NO TRÂNSITO URBANO NO CONTEXTO DA
CIDADE DIGITAL ESTRATÉGICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana – PPGTU da Escola de Arquitetura e Design da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR.

Orientador:
Prof. Dr. Denis Alcides Rezende

Curitiba
2017

Dados da Catalogação na Publicação
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/PUCPR
Biblioteca Central

M917r Mota, Sergio Henrique Rodrigues
2017 Redução de velocidade no trânsito urbano no contexto da cidade digital
estratégica / Sergio Henrique Rodrigues Mota ; orientador: Denis Alcides
Rezende. – 2017.
110 f. : il. 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná,
Curitiba, 2017

Bibliografia: f. 102-110

1. Trânsito urbano. 2. Trânsito – Fluxo. 3. Planejamento urbano.
II. Rezende, Denis Alcides. III. Pontifícia Universidade Católica do Paraná.
Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana. III. Título.

CDD 20. ed. – 388.41

TERMO DE APROVAÇÃO**REDUÇÃO DE VELOCIDADE NO TRÂNSITO URBANO NO CONTEXTO DA
CIDADE DIGITAL ESTRATÉGICA****Por****SERGIO HENRIQUE RODRIGUES MOTA**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana, área de concentração em Gestão Urbana, da Escola de Arquitetura e Design, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

Prof. Dr. Rodrigo José Firmino**Coordenador do Programa – PPGTU/PUCPR****Prof. Dr. Denis Alcides Rezende****Orientador – PPGTU/PUCPR****Prof. Dr. Cláudio Luiz Chiusoli****Membro interno – Pós Doutorando – PPGTU/PUCPR****Prof. Dr. Anderson Catapan****Membro externo – Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR****Curitiba, 29 de maio de 2017.**

AGRADECIMENTOS

A minha família, especialmente meus pais, Adeilto Mota e Vania Mota, pelo apoio e paciência comigo em meus momentos de ausência, e por me apoiar em meus sonhos. Muito obrigado, Pai e Mãe!

A minha amada Marina, pelo amor dedicação que dispensa apesar de todas as dificuldades que a vida nos reserva. Sempre com sorriso nos lábios, palavras de carinho, e gestos que mostram o verdadeiro sentido de amar. Muito obrigado, meu amor!

A meu orientador, Prof. Dr. Denis Alcides Rezende, ou simplesmente Denis, pelos ensinamentos dentro e fora da sala de aula, pelo exemplo e pela conduta, e por me mostrar o “jeito Denis” de ver a vida. Muito obrigado, Denis!

A meu filho Miguel, que aos cinco anos de idade, com seu olhar de criança e seus abraços carinhosos, me incentiva a lutar por dias melhores e me pede para fazer sempre o melhor em tudo que me proponho. Muito obrigado, meu Filho!

E finalmente a Deus, por todas as oportunidades de aprendizado que coloca em minha vida. Muito Obrigado!

“A vida não é sobre esperar a tempestade passar. É sobre aprender a dançar na chuva”.

(Autor Desconhecido)

RESUMO

Problemas relacionados ao trânsito fazem parte do cotidiano das pessoas que vivem na cidade. O crescimento da cidade, o desenvolvimento da indústria automobilística brasileira e a criação de produtos de crédito possibilitaram aumento da quantidade de veículos circulando nas vias. Veículos circulando na cidade, ao se depararem com a infraestrutura viária insuficiente, disputam espaço ocasionando os congestionamentos. O objetivo é analisar a redução de velocidade no trânsito urbano no contexto da cidade digital estratégica. Para tanto considera-se a redução da velocidade do trânsito como opção viável para melhorar o escoamento do tráfego na cidade. A fundamentação teórica destaca dois temas: a redução de velocidade no trânsito urbano e a cidade digital estratégica. A metodologia da pesquisa enfatiza um estudo de caso em uma avenida da cidade de São Paulo. A pesquisa desenvolve um modelo de escoamento do tráfego aproximando-o a um fluido compressível. Os resultados auferidos analisaram os efeitos da redução da velocidade no escoamento do tráfego e desdobramentos que esta redução provoca no trânsito. Verificou-se também relação entre trânsito urbano e cidade digital estratégica, baseado no projeto de comunicação com gestores e cidadãos, por meio da investigação no portal de comunicação de informações de trânsito oferecidas pela prefeitura. O resultado aferiu que, contrário ao que se pode supor, a redução de velocidade no trânsito urbano não é prejudicial ao escoamento do tráfego. A conclusão reintera que a redução de velocidade no trânsito afeta positivamente o escoamento do tráfego, e que o uso de tecnologias de informação e comunicação na coleta e processamento de dados de tráfego e comunicação de informações aos gestores e cidadãos tornam-se ferramentas úteis no desenvolvimento de projetos de melhoria no tráfego e na segurança viária, estabelecendo assim relação com a cidade digital estratégica.

Palavras Chave: Trânsito urbano, escoamento do tráfego, redução de velocidade, cidade digital estratégica, gestão urbana.

ABSTRACT

The problems related to the traffic in the city are part of the daily life of the people who live in the big urban centers. The growth of the city, the development of the Brazilian auto industry and the creation of financial products, has allowed the increase of the number of vehicles circulating on the roads. The great number of vehicles circulating in the city, when faced with the often insufficient or inadequate road infrastructure, causes roads occupation conflicts known as the traffic jams. The research objective points to study the reduction of speed in urban traffic in the context of the strategic digital city. To accomplish this it considers the reduction of the urban traffic speed as a viable option to improve the traffic flow in the city. The theoretical basis brings two themes: the reduction of speed in urban traffic and the strategic digital city. The research methodology emphasizes a case study on an avenue in the city of São Paulo. The research develops a model of traffic flow approaching it to a compressible fluid. The obtained results, through the interaction between the variables of the model, analyzed the effects of the reduction of the speed in traffic flow and the impacts that the reduction of speed causes in the traffic. The research also verified the relationship between urban traffic and the strategic digital city, based on the project of communication to managers and citizens on an investigation through the communication portal of traffic information offered by the municipal administration. The conclusion reiterates that, contrary to what can be supposed, the reduction of speed in urban traffic is not harmful to the flow of traffic. The effects of variations in roadway speed on the separation between vehicles and consequently in the density of traffic on the track provide advantages to the disposal of vehicles and to the safety of citizens. The technology resources used in collecting and processing traffic data and communicating information to managers and citizens become useful tools for municipal public managers who can develop projects to improve traffic and road safety, using information technology resources and communication, thus establishing strategic digital city projects.

Keywords: Urban traffic, traffic flow, speed reduction, strategic digital city, urban management

LISTA DE SIGLAS

CD – Cidade Digital.
CDE – Cidade Digital Estratégica.
CET SP – Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo
CET Rio – Companhia de Engenharia de Tráfego do Rio de Janeiro
CETRANS – Conselho Estadual de Trânsito
CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito
CTB – Código de Trânsito Brasileiro
DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito
DETRAN – Departamento Estadual de Trânsito
FHA – *Federal Highway Administration*
GPS – *Global Position System*
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IRT – Índice de Retardamento de Tráfego
ITE – *Institute of Transportation Engineers*
ITER – *Institute of Transportation Engineers Report*
JARI – Junta Administrativa de Recursos de Infrações
LabTrans – Laboratório de Estudos de Transportes
LRF – Lei de Responsabilidade Fiscal
NPTS – *Nationwide Personal Transportation Survey*
OMS – Organização Mundial de Saúde
PEM – Planejamento Estratégico Municipal
PGT – Polo Gerador de Tráfego
PGV – Polo Gerador de Viagens
PIM – Planejamento das Informações Municipais
PMVs – Painéis de Mensagens Variáveis
PTI – Planejamento de Tecnologia da Informação
RH – Recursos Humanos
RVTU – Redução de Velocidade no Trânsito Urbano
SAmFT – Sistema Automático Metrológico de Fiscalização de Trânsito
SC – Sistema de Conhecimento
SI – Sistema de Informações
SNT – Sistema Nacional de Trânsito
SUS – Sistema Único de Saúde
TI – Tecnologia da Informação
TIC – Tecnologia de Informação e Comunicação
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distância de Parada	35
Figura 2 – Integração dos planejamentos de estratégia, informação e tecnologia da informação	48
Figura 3 – Escoamento do tráfego em baixa densidade	59
Figura 4 – Escoamento do tráfego em alta densidade	59
Figura 5 – Vista aérea trânsito centro urbano.....	61
Figura 6 – Vista aérea faixa de trânsito	73
Figura 7 – Relatório Mapa de Fluidez de Trânsito.....	82
Figura 8 – Relatório Trânsito nas Principais Vias.....	83
Figura 9 – Relatório Tendência de Lentidão por Eixo	84
Figura 10 – Relatório Gráfico de Lentidão.....	85
Figura 11 – Relatório Lentidão por Corredor.....	86
Figura 12 – Notícias no Portal de Informações de Trânsito	90
Figura 13 – Relatório Trânsito Agora.....	91
Figura 14 – CET no Twitter	91
Figura 15 – Olho Vivo no Portal de Informações de Trânsito	92
Figura 16 – Mapa de Localização Transporte Público.....	93

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1	40
Equação 2	41
Equação 3	41
Equação 4	41
Equação 5	58
Equação 6	60
Equação 7	65
Equação 8	72
Equação 9	74

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Projetos de Redução de Velocidade no Trânsito Urbano ou <i>Traffic Calming</i>	25
Quadro 2 – Variáveis para análise do Constructo 1: O efeito da RVTU no escoamento do tráfego.....	54
Quadro 3 – Variáveis para análise do Constructo 2: Relações entre RVTU e CDE, Informações para Gestores e Cidadãos.....	55
Quadro 4 – Avaliação da relação de dependência em relação à variável C1: Quantidade de metros de distância média entre os veículos.....	63
Quadro 5 – Amostra de dados de passagens de veículos	66
Quadro 6 – Velocidades máximas permitidas em vias urbanas	68
Quadro 7 – Comparativo de velocidades médias em rota	69
Quadro 8 – Índice de retardamento de tráfego	69
Quadro 9 – Resultados Quantitativos do Constructo 1	77
Quadro 10 – Resultados Qualitativos do Constructo 1	77
Quadro 11 – Resultados do Constructo 2	94

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Relação entre espaçamento médio entre os veículos e a vazão de tráfego.....	64
Gráfico 2 – Composição de frota, ano 2015	71
Gráfico 3 – Relação entre espaçamento médio entre os veículos e a densidade do tráfego na via	73
Gráfico 4 – Relação entre espaçamento médio entre os veículos e a densidade do tráfego na via	74

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1 LINHA DE PESQUISA	19
1.2 PROBLEMAS	20
1.3 OBJETIVOS	21
1.4 JUSTIFICATIVAS	22
1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	24
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	25
2.1 REDUÇÃO DE VELOCIDADE NO TRÂNSITO URBANO (RVTU).....	25
2.1.1 As Viagens na Cidade.....	28
2.1.2 As Viagens na Cidade e a Segurança Viária	31
2.1.3 Leis de Trânsito	32
2.1.4 Código de Trânsito Brasileiro (CTB).....	33
2.1.5 Distância de Seguimento entre Veículos	36
2.1.6 Escoamento do Trânsito Urbano.....	37
2.1.7 Trânsito como um Fluido Compressível.....	39
2.2 CIDADE DIGITAL ESTRATÉGICA (CDE).....	43
2.2.1 Cidade Digital	43
2.2.2 Componentes da Cidade Digital Estratégica.....	45
2.2.2.1 Estratégia da Cidade.....	45
2.2.2.2 Informações para a Cidade.....	46
2.2.2.3 Serviços Públicos Oferecidos	46
2.2.2.4 Tecnologia da Informação (TI).....	47
2.2.3 As Funções ou Temáticas da Cidade Digital Estratégica.....	48
2.2.4 A Temática do Trânsito na Cidade Digital.....	49
3. METODOLOGIA DA PESQUISA.....	50
3.1 MÉTODO DA PESQUISA	51
3.2 TÉCNICAS E FASES DA PESQUISA	52
3.3 ABRANGÊNCIA DA PESQUISA E UNIDADE DE OBSERVAÇÃO	54
3.4 PROTOCOLOS OU CRITÉRIOS DE ANÁLISE DE PESQUISA.....	54
4. ANÁLISE DA REDUÇÃO DE VELOCIDADE NO TRÂNSITO URBANO (RVTU) E SUAS RELAÇÕES COM A CIDADE DIGITAL ESTRATÉGICA	59
4.1 ANÁLISE DO MODELAMENTO DO ESCOAMENTO DO TRÂNSITO URBANO	59
4.2 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS DO CONSTRUCTO 1	61
4.2.1 Análise da Variável A1 (Quantidade de Metros do Percurso)	61
4.2.2 Análise da Variável B1 (Número de Faixas de Rolamento).....	62
4.2.3 Análise da Variável C1 (Quantidade de Metros de Distância Média entre os Veículos)	63
4.2.4 Análise da Variável D1 (Quantidade de Vazão Teórica Máxima da Via).....	66
4.2.5 Análise da Variável E1 (Quantidade Média de Segundos Entre Duas Passagens de Veículos)	67
4.2.6 Análise da Variável F1 (Valor do Limite de Velocidade da Via)	69
4.2.7 Análise da Variável G1 (Quantidade de Metros de Comprimento Médio dos Veículos)	71
4.2.8 Análise da Variável H1 (Valor da Densidade do Tráfego)	72
4.2.9 Análise da Variável I1 (Valor da Velocidade Média da Via)	76
4.2.10 Síntese das Análises do Constructo 1	77
4.3 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS DO CONSTRUCTO 2	80

4.3.1	Análise da Variável A2 (Forma de Comunicação das Informações para Gestores Municipais).....	80
4.3.2	Análise da Variável B2 (Tipo da Comunicação das Informações para Gestores).....	81
4.3.3	Análise da Variável C2 (Nome da Comunicação das Informações para Gestores).....	82
4.3.4	Análise da Variável D2 (Forma de Comunicação das Informações para Cidadãos).....	89
4.3.5	Análise da Variável E2 (Tipo de Comunicação das Informações para Cidadãos).....	89
4.3.6	Análise da Variável F2 (Nome da Comunicação das Informações para Cidadãos).....	90
4.3.7	Síntese das Análises do Constructo 2	94
5.	CONCLUSÃO.....	97
5.1	RESGATE DOS OBJETIVOS.....	99
5.2	CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA	100
5.3	LIMITAÇÕES DA PESQUISA	101
5.4	TRABALHOS FUTUROS.....	101
	REFERÊNCIAS	103

1. INTRODUÇÃO

Os cidadãos que residem ou frequentam grandes centros urbanos observam cotidianamente o grande fluxo de veículos automotores que transitam na cidade, e por consequência os efeitos provocados pelo trânsito intenso. Acidentes de trânsito, dificuldades de locomoção pelas vias urbanas, congestionamentos e tempo dispendido em trânsito fazem parte da rotina da cidade. Face a este cenário, o presente trabalho discute a redução de velocidade no trânsito urbano como opção para melhorar a qualidade do escoamento de tráfego em vias urbanas, e suas relações com a Cidade Digital Estratégica.

Gestores públicos em diversos países têm tentado melhorar o trânsito e reduzir o número de acidentes nas vias urbanas por meio de projetos de redução do limite de velocidade nas vias. As discussões sobre a necessidade e a viabilidade técnica de se reduzir os limites de velocidade em vias urbanas são constantes e polêmicas, e mostra a necessidade de estudos científicos sobre o tema.

Com o crescimento das cidades faz-se necessário deslocamento diário. Os moradores da cidade transitam entre seus lares, seus trabalhos, pontos de consumo, etc. As questões de descentralização do centro urbano e da administração do meio urbano, e questões de acessibilidade e planejamento de transporte urbano passam pela segregação no meio urbano, por meio da qual as pessoas com condições econômicas mais elevadas ocupam as regiões mais bem atendidas pelos serviços públicos. Isso por sua vez, causa um aumento na movimentação das trocas de bens e serviços, o que por consequência dá origem a um centro polarizador das viagens dos moradores das regiões mais afastadas (HARVEY, 1992; VILLAÇA, 1998).

Neste contexto tem-se o aumento da circulação das pessoas na cidade. Sabe-se que, desde a década de 50, com o avanço da indústria automobilística brasileira após o governo Juscelino Kubitschek, o modal de transporte brasileiro é preferencialmente motorizado. Porém a circulação dos veículos, carros, ônibus, caminhões, etc., no meio urbano esbarra na precariedade do sistema viário dos grandes centros urbanos brasileiros. Ao se analisar, por exemplo, a maior metrópole brasileira, a região metropolitana de São Paulo, a velocidade média de circulação dos automóveis é de vinte e um quilômetros por hora (CET-SP, 2015), enquanto a de um ônibus do sistema de transporte coletivo é de aproximadamente doze quilômetros por hora (CET-SP, 2015). Isso cria necessidades de melhorias no planejamento urbano voltados à mobilidade, acessibilidade e circulação. A descentralização da administração e a participação da sociedade na discussão dos problemas do centro urbano passam a ser ferramentas importantes no processo de desenvolvimento de políticas públicas na gestão urbana, e no

planejamento de informações para decisão dos gestores públicos municipais, conceitos estes abordados pela Cidade Digital Estratégica.

As condições de mobilidade afetam diretamente o desenvolvimento econômico das cidades e agravamento dos problemas de deslocamento urbano e tem promovido discussões que visam usufruir de maneira mais eficiente das vias urbanas (COSTA, 2006). Assim sendo, vê-se oportunidades de melhoria no uso dos recursos de trânsito urbano disponíveis. A melhoria no trânsito urbano torna-se ferramenta útil para melhoria na qualidade de vida dos cidadãos e da economia da cidade. Espera-se também que isso estimule o interesse dos gestores públicos municipais a fim de se promoverem debates sobre a temática do trânsito urbano dentro de gestão municipal e com a participação da sociedade, que possam ser utilizados como ferramentas da gestão urbana.

Quando se fala de gestão urbana, remete-se às diferentes áreas da ciência voltadas ao estudo, planejamento e desenvolvimento de planos e políticas voltadas ao meio urbano e as pessoas que nele vivem. Uma das características fundamentais é a participação de agentes técnico-políticos e da comunidade local no planejamento urbano. Ao se abordar uma perspectiva histórica sobre o tema, vê-se que as experiências de cidades que “negligenciaram” a participação da sociedade no planejamento urbano observaram a origem de movimentos organizados por entidades da sociedade que buscavam participação e voz ativa na discussão das políticas públicas.

O envolvimento da sociedade organizada no planejamento urbano e desenvolvimento de políticas públicas depende da aceitação e coerência dos órgãos de gestão municipal. A gestão municipal pode aliar o conhecimento de seu corpo técnico-científico que atua com planejamento urbano às necessidades da comunidade, por meio de iniciativas que possibilitem a participação da sociedade na discussão das problemáticas do meio urbano. Essa participação, quando discute objetivos que estão alinhados com o interesse dos gestores urbanos, somam informações importantes e relevantes ao planejamento urbano e regional. Entretanto, quando os interesses do gestor municipal não estão alinhados com o objetivo da sociedade na discussão dos problemas da cidade, pode-se ter origem uma sequência de articulações sociopolíticas que geram tensão e desgaste entre a organização municipal e as entidades da sociedade (OJIMA, 2007).

Sob o ponto de vista da tecnologia da informação, há canais de comunicação simples que podem ser utilizados para o desenvolvimento das políticas públicas e planejamento urbano. Sob a ótica da cidade digital e da participação da comunidade por meio de canais digitais surgem relações entre as tecnologias da informação e os modelos de participação da sociedade

no planejamento urbano e regional. Isso é entendido quando se observa a velocidade de evolução das ferramentas de aquisição e gestão da informação, bem como as facilidades de comunicação em massa possibilitadas pelas redes de comunicação (REZENDE, 2012).

Sob a perspectiva do planejamento urbano, conforme citado no estatuto da cidade, aprovado pelo congresso brasileiro em 2001, e também conforme Souza, buscam-se “novas formas de interação estado/sociedade, como instituições complementares, para encontrar soluções para questões cada vez mais vistas como coletivas, e não exclusivamente do governo.” Esta participação da comunidade, seja por meios de audiências públicas, seja por meio de portais de informação, deve considerar a capacidade e facilidade que o público tem de interpretar e absorver estas informações, o grau de instrução e familiaridade com o tema e com as ferramentas de tecnologia da informação disponíveis. Isso para que a informação fornecida não seja apenas divulgada, mas que seja entendida pelos cidadãos. Espera-se da comunidade, por meio dos canais apropriados, um debate sobre as questões prioritárias do planejamento urbano, e por consequência, maior efetividade e assertividade dos programas e políticas públicas voltadas a esta comunidade (SOUZA, 1996).

Buscando um aprofundamento um pouco maior, vê-se a integração do planejamento urbano e do transporte sob a ótica da participação de atores da sociedade no desenvolvimento das políticas públicas. Deve-se observar que o papel do planejamento urbano, apesar de fundamental para o bom desenvolvimento do meio urbano, é dependente de conceitos e informações que, por vezes, extrapolam seu conhecimento prévio. Ao se observar a atuação do planejador urbano e regional e sua dificuldade de atuar sozinho, sem considerar a relevância das outras ciências como histórica, geografia, sociologia e antropologia assume-se a interdisciplinaridade do planejamento urbano. Neste contexto, vê-se a impossibilidade de se fazer intervenções efetivas de forma isolada pelo urbanista (LIMONAD, 1999).

Sob o ponto de vista filosófico o tema do planejamento urbano, metropolização e políticas públicas é abordado de forma lúdica fazendo-se uma leitura das relações de poder na forma de se pensar o meio urbano planejado. Trazendo os conceitos de “saber”, “poder”, “subjetivação” e “micropolítica” os autores fazem uma reflexão sobre a subjetividade do planejamento urbano como função do conhecimento e experiência do planejador urbano. Nas relações entre o saber e o poder desenvolvem-se novas formas de se pensar o meio urbano, o planejamento das cidades, trazendo também a questão da subjetivação daqueles que detêm o poder de decisão no que tangem às políticas públicas. Quando se aborda o tema da subjetividade no contexto do planejamento urbano, cita-se Guattari (1993), lembrando que

“(…) o conjunto de condições que torna possível que instâncias individuais e ou coletivas estejam em posição de emergir como território existencial auto referencial, em adjacência ou em relação de delimitação com uma alteridade ela mesma subjetiva. Assim em certos contextos semiológicos, a subjetividade individual: uma pessoa, tida como responsável por si mesma, se posiciona em meio a relações de alteridade regidas por usos familiares, costumes locais, leis jurídicas (...). Em outras condições, a subjetividade se faz coletiva, o que não significa que ela se torne por si só exclusivamente social. Com efeito, o termo “coletivo” deve ser entendido aqui no sentido de uma multiplicidade que se desenvolve para além do indivíduo, junto ao social.” (GUATTARI, 1993, p.19/20).

Ao se pensar este tema sob a perspectiva da metrópole, cita-se Virílio (1995).

“Se a metrópole possui ainda uma localização, uma posição geográfica, esta não se confunde mais com a antiga ruptura cidade/campo. E tampouco com a oposição centro periferia. A localização e a axialidade do dispositivo urbano já perderam há muito sua evidência. Não somente o subúrbio operou a dissolução que conhecemos, mas a oposição “intramuros”, “extramuros” dissipou-se com a revolução dos transportes e o desenvolvimento dos meios de comunicação e telecomunicações, daí esta nebulosa conturbação de franjas urbanas. Assistimos ao fato de um fenômeno paradoxal em que a opacidade dos materiais de construção se reduz a nada. (...) privados limites objetivos, o elemento arquitetônico passa a estar à deriva em um éter eletrônico desprovido de dimensões espaciais, mas inscrito na temporalidade única de uma difusão instantânea.” (VIRÍLIO, 1995, p.9).

O crescimento da cidade evidencia a necessidade de deslocamento das pessoas a fim de que atendam suas atividades laborais, culturais, de lazer, etc. O deslocamento diário se dá por meio das vias de trânsito, seja em veículos conduzidos pelos próprios munícipes, seja fazendo uso do sistema de transporte público municipal. A ocupação das vias pelos veículos, e a disputa por espaço torna-se fator complicador das viagens na cidade, afetando a gestão municipal.

1.1 LINHA DE PESQUISA

Política Pública.

A Linha de Pesquisa Políticas Públicas enfatiza pesquisas sobre planejamento, gestão e governança, enfocando os arranjos institucionais e as práticas de articulação e participação de atores sociopolíticos na elaboração, implementação e monitoramento em diferentes áreas de políticas públicas. Os objetivos são analisar a transformação das práticas de atuação da administração pública e da sociedade civil, enfatizando o uso de instrumentos de planejamento, de sistemas e tecnologias da informação e comunicação e de gestão em diferentes escalas: comunitária, municipal, intermunicipal, metropolitana, estadual e em redes nacionais e internacionais.

Projeto de pesquisa: Cidade Digital Estratégica

O objetivo do projeto de pesquisa é elaborar modelos de cidade digital estratégica e analisar as formas e os modelos de implantação de projetos de cidade digital estratégica em municípios e prefeituras, como ferramentas que possibilitam organizar dados, sistematizar informações, disseminar conhecimentos, oferecer serviços públicos e integrar seus instrumentos de planejamento municipal com os recursos da tecnologia da informação. E também realizar estudos, relações e comparações entre cidades brasileiras e de outros países. Contempla os projetos: planejamento estratégico do município com os objetivos e estratégias do município por meio das funções ou temáticas municipais; planejamento de informações municipais; planejamento de serviços públicos; e planejamento dos recursos da tecnologia da informação do município, prefeitura e organizações públicas municipais envolvidas. Cidade digital estratégica pode ser entendida como a aplicação dos recursos da tecnologia da informação na gestão do município e também na disponibilização de informações e de serviços aos munícipes ou cidadãos. É um projeto mais abrangente que apenas oferecer internet para os cidadãos por meio de recursos convencionais de telecomunicações. Vai além de incluir digitalmente os cidadãos na rede mundial de computadores. Tem como base as estratégias da cidade.

1.2 PROBLEMAS

A legislação brasileira permite que o limite de velocidade em vias urbanas, em alguns casos, seja superior a 70 km/h, o que é considerado demasiadamente elevado, conforme cita a Organização Mundial de Saúde (OMS) no *Global Status Report On Road Safety*. Segundo a OMS “...o Brasil está em 4º lugar entre os países que mais matam no trânsito” (OMS, 2016).

Além da perda de vidas, os acidentes de trânsito provocam gastos do Estado. Em 2012, no Brasil, os acidentes de trânsito foram responsáveis por gastos de mais de R\$ 39 bilhões. Apenas em 2014 mais de R\$ 595 mil em indenizações por invalidez foram pagas no Brasil, sendo 52% destas para pessoas entre 19 e 34 anos (OMS, 2016).

Sob a perspectiva das viagens realizadas dentro da cidade, há receio por parte das pessoas em relação à redução de velocidade. Tem-se a percepção de que as reduções dos limites de velocidade das vias urbanas provocariam um aumento no tempo de viagem (CET-SP, 2015).

Segundo pesquisa do Centro de Estudo de Acidentes da Universidade de Monash, em Melbourne, Austrália, *Speed Behaviour and Driver's Attitude to Speeding*, o comportamento dos condutores de veículos automotores tende a exceder os limites permitidos de velocidade. Isso depende de características específicas como idade do condutor, sexo, motivo da viagem, distância do percurso de viagem, horário da viagem, nível de cansaço do condutor, quantidade de ocupantes do veículo, local ou região de circulação (FILDES; RUMBOLD, 1991). Apenas no ano de 2010 aproximadamente 1,2 milhão de pessoas perderam a vida em todo o mundo vítimas de acidentes de trânsito, sendo que estes acidentes são a maior causa de morte entre os

jovens de 15 a 29 anos no mundo (OMS, 2016). A quantidade de veículos que circulam no trânsito urbano, diariamente, e os efeitos negativos provocados pelo acúmulo de veículos nas vias públicas, geram deseconomias à cidade (FERNANDES; GAMA, 2006).

O aumento da motorização da população traduz-se na ampliação da frota de automóveis e motocicletas, o que por sua vez resulta em disputas pelo uso da rua, os conhecidos congestionamentos (BOARETO, 2008). Segundo a ANFAVEA (2016), Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores, a frota de veículos vem crescendo no Brasil, a uma taxa de 3,2% ao ano. A cidade de São Paulo representa parcela significativa na frota de veículos brasileira, sendo que no ano de 2012 era composta por aproximadamente 6.622.324 veículos. Em 2016 a frota foi estimada em 7.590.181 veículos, representando um aumento de 14,61% em 4 anos (IBGE, 2016).

Sabe-se, porém, que a infraestrutura viária disponível nas cidades não acompanha o crescimento da frota de veículos. Somado a este fato, a dinâmica social e econômica da cidade é afetada pela baixa eficiência do trânsito. Por conseguinte, a percepção dos cidadãos sobre os aspectos de qualidade de vida que são afetados pelo trânsito na cidade também são afetados, sendo razão para mudança de endereço, emprego, e mudança para outras cidades. Tal percepção advém, muitas vezes, da pouca quantidade e qualidade de informações que as prefeituras disponibilizam às pessoas sobre os projetos de melhoria no trânsito. (IBGE, 2016).

Apresentadas as problemáticas acerca do trânsito urbano, da quantidade de informações de qualidade oferecida pelas prefeituras, e dos efeitos da velocidade no trânsito, propõe-se a questão problema.

a. Questão-problema

A redução da velocidade no trânsito urbano afeta o escoamento do tráfego na cidade e estabelece relação com a cidade digital estratégica?

1.3 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é analisar a redução de velocidade no trânsito urbano (RVTU) e suas relações com a Cidade Digital Estratégica.

Ao longo do estudo, serão desenvolvidos os seguintes objetivos secundários:

- a) Analisar modelo de escoamento de tráfego em via urbana;
- b) Estudar a relação entre a variação de velocidade no trânsito e o escoamento do tráfego;
- c) Estudar a temática do trânsito dentro da Cidade Digital Estratégica;
- d) Avaliar e documentar as relações entre o trânsito urbano e a Cidade Digital Estratégica.

1.4 JUSTIFICATIVAS

Monte-Mor apresenta que a população urbana no Brasil cresceu de pouco mais de 50% na década de 1970 para aproximadamente 83% nos anos 2000. Este fenômeno provocou crescimento acentuado das cidades, o que indiretamente levou os moradores a se afastarem das regiões centrais das cidades. Neste contexto as viagens urbanas entraram no cotidiano dos moradores das cidades. Somado à expansão geográfica da urbe, o desenvolvimento da indústria automobilística brasileira fomentou o uso do automóvel como modal de transporte nas cidades, provocando congestionamentos e danos materiais, além de danos às pessoas (MONTE-MOR, 2005).

Ademais, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2016) uma redução de 5% na velocidade média das vias urbanas é suficiente para que os acidentes de trânsito reduzam aproximadamente 30%, além de reduzir a gravidade dos danos físicos provocados por estes acidentes. A entidade afirma ainda que limites de velocidade de 50 km/h, ou inferiores, em vias urbanas são aplicados em mais de cem cidades ao redor do mundo. Todos estes projetos refletiram em redução significativa de quantidade de acidentes e índice de mortes em trânsito (OMS, 2016).

As cidades que promoveram projetos de redução de velocidade no trânsito urbano evidenciam ganhos significativos à segurança viária e redução de gastos com operações de segurança, resgate e salvamento de acidentados. Em alguns casos há sensível redução no tempo de viagem, o que por sua vez traz ganhos indiretos à população além da segurança (CET-SP, 2014).

Os projetos de Redução de Velocidade no Trânsito Urbano apresentam efeito educacional sobre os condutores de veículos, uma vez que conduzem ao hábito, mais seguro, de percorrer as vias públicas a uma velocidade condizente com a capacidade da rua e do veículo.

A RVTU propõe melhoria no escoamento do tráfego de vias urbanas baseado na redução da velocidade média da via (CET-SP, 2014).

Neste contexto, a relevância da temática do trânsito no planejamento das cidades pode ser evidenciada dada a constante preocupação em se discutir esta temática em congressos e seminários sobre Cidades Digitais e Cidades Inteligentes. Também a necessidade de se buscar opções de melhoria no trânsito nas vias urbanas, visto a grande quantidade de veículos automotores que disputam espaço na estrutura viária disponível nas cidades. Formas, técnicas, modelos capazes de facilitar o escoamento do tráfego nos centros urbanos podem agregar valor à gestão pública municipal no que tange à planejamento de iniciativas voltadas à melhoria da cidade (GARROD et al., 2002).

Ademais há importância de se estabelecer processos de comunicação entre a administração municipal, os gestores municipais e os cidadãos, de modo a auxiliar na melhoria de serviços públicos prestados. Fazendo-se uso de sistemas de tecnologia de informação e comunicação podendo implementar a participação dos cidadãos no contexto da cidade e melhorando o processo de decisão (REZENDE, 2012).

A necessidade de buscar novas formas de se relacionar com os munícipes e melhorar os processos da administração municipal com foco na satisfação do cidadão (REZENDE; CASTOR, 2006).

O papel da cidade digital em servir como ambiente de aplicações de serviços para melhorar a comunicação entre os munícipes e o governo local, estimulando atividades que promovam novas oportunidades e a satisfação dos anseios dos cidadãos (GRAHAM, 2002).

As tecnologias disponíveis aos cidadãos das grandes cidades, que alteram os hábitos destes em relação às suas atividades produtivas, entretenimento, consumo, questões arquitetônicas, local de trabalho e a configuração interna e externa das cidades (GUERREIRO, 2006).

Diante do exposto, a temática do trânsito relacionada com a cidade digital estratégica, além da necessidade de haver relações de comunicação efetiva entre a prefeitura e os cidadãos, justifica a importância da pesquisa no que tange às iniciativas voltadas a melhorias no trânsito das cidades e na qualidade de vida dos cidadãos. A seguir será discutida a estrutura da dissertação descrevendo o que será abordado em cada sessão do trabalho.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Este estudo está organizado em cinco seções. Na primeira seção o estudo apresentará uma visão geral da dissertação, descrevendo o tema, a linha de pesquisa, os problemas, os objetivos e a justificativa da pesquisa.

Na segunda seção apresenta conceitos sobre as temáticas que tem relação com o objeto da pesquisa, quais sejam: o estado da arte da redução de velocidade no trânsito urbano, o escoamento de trânsito em centros urbanos, planejamento urbano, conceitos de leis de trânsito e segurança viária o Código Brasileiro de Trânsito (CTB); conceitos sobre Cidade Digital; Cidade Digital Estratégica e suas componentes.

Na terceira seção será detalhada a metodologia de pesquisa utilizada neste trabalho.

Na quarta seção será apresentado a proposta de modelo de escoamento do trânsito, em uma via, bem como, serão analisadas as variáveis envolvidas no escoamento do trânsito urbano. Será também nesta mesma seção realizada uma avaliação das relações entre o escoamento de trânsito em vias urbanas, a Cidade Digital Estratégica e a temática do trânsito, identificando relações entre a CDE e a comunicação com gestores e cidadãos sobre a temática do trânsito na cidade.

Na quinta seção será apresentada a conclusão do trabalho, fazendo um resgate dos objetivos propostos, as contribuições da pesquisa, as limitações e as sugestões para os trabalhos futuros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo será destinado aos conceitos adquiridos por meio das pesquisas bibliográficas, pesquisa documental, bem como outras ferramentas de busca para obter conceitos adequados, e assim, realizar as discussões necessárias dos temas propostos neste trabalho. A apresentação dos tópicos da fundamentação teórica seguiu sequência determinada, partindo da abordagem geral para a mais particular.

2.1 REDUÇÃO DE VELOCIDADE NO TRÂNSITO URBANO (RVTU)

A cidade cada vez mais está sendo reestruturada, levando-se em conta a circulação que tem aumentado bastante. Parte desses fluxos é constituída por transporte privado, ocorrendo a apropriação desigual dos espaços da cidade por alguns segmentos que se beneficiam desse meio. Em função do automóvel a cidade é sempre modificada. É fundamental permitir-se o acesso dos segmentos de menor poder aquisitivo, que em sua maioria necessitam do transporte coletivo para se deslocar, à cidade. Estes se encontram cada mais segregados, não conseguindo realizar todos os deslocamentos que gostariam, enquanto os segmentos de maior poder aquisitivo e possuidores do veículo próprio não têm sua mobilidade prejudicada (DRENNEN, 2003).

A escolha do automóvel, por parte de quem tem possibilidade de escolher, decorre de uma avaliação racional de suas necessidades de deslocamento, frente aos condicionantes econômicos e de tempo, e frente ao desempenho relativo das tecnologias de transporte disponíveis. Neste sentido, a visão do automóvel como símbolo de status é superficial: a sua escolha não decorre de um “desejo natural” das pessoas, mas da percepção de que ele constitui um meio essencial para a reprodução das classes médias criadas pela modernização capitalista [...] (VASCONCELLOS, 2001, p. 38).

Até 1999, quatorze projetos de redução de velocidade em trânsito urbano (RVTU) foram realizados nos Estados Unidos, visando deixar o trânsito mais tranquilo próximo às regiões residenciais. A RVTU envolve mudanças na organização da via, contemplando a instalação de barreiras físicas ou virtuais que induzam os motoristas a reduzir a velocidade de circulação em pontos específicos ou ao longo de toda a via. Os fatores ou critérios avaliados nos projetos de RVTU são: quantidade de pedestres e ciclistas que circulam na região; dimensões e velocidade permitida na via; ambiente lateral à via (passeios e áreas de circulação); a proximidade à pontos de concentração de pessoas.

Os objetivos mais comuns em projetos de redução de velocidade em trânsito urbano são, a preservação da vida, revitalização urbana e prevenção ao crime. Este último afetado de forma indireta. Pesquisas do *Institute of Transportation Engineers (2009)* e da *Federal Highway Administration (2012)* indicam que em áreas com velocidade reduzida, além da obrigatoriedade de se trafegar com velocidade mais baixa, faz-se uso também de sistemas de monitoramento e controle do tráfego, com câmeras e sensores espalhados pela região. Isso indiretamente reduz o índice de criminalidade nas zonas de RVTU (ITE, 2010; FHA, 2012).

Nos Estados Unidos, as primeiras iniciativas relacionadas a redução de velocidade em trânsito urbano datam da década de 1970.

Quadro 01 – Projetos de Redução de Velocidade no Trânsito Urbano nos EUA.

Cidade	Estado	Ano de Início
Eugene	Oregon	1974
Berkeley	Califórnia	1975
Charlotte	Carolina do Norte	1978
San Jose	Califórnia	1978
Montgomery	Maryland	1978
Boulder	Colorado	1984
Gainesville	Flórida	1984
Portland	Oregon	1984
Bellevue	Washington	1985
Austin	Texas	1986

Fonte: FHA (*Federal Highway Administration, 2012*), adaptado pelo autor

Os programas de redução de velocidade no trânsito urbano são relativamente recentes e de interesse das agências de trânsito dos estados. Entretanto pairam dúvidas sobre a influência da redução de velocidade no trânsito na dinâmica de circulação de veículos. Experiências nos Estados Unidos e na Europa mostram que os projetos de melhoria no trânsito das cidades estão evoluindo em seus objetivos:

- a) De controle de volume de tráfego para o controle da velocidade da via.
- b) Dando atenção ao correto espaçamento entre os veículos na via.
- c) Dando atenção ao desempenho de aceleração e desaceleração de veículos pesados, segredando-os em vias exclusivas.

- d) Dando atenção às novas formas de integração de modais de transporte urbano.
- e) De barreiras físicas (lombadas e rotatórias) para barreiras virtuais (controladores eletrônicos de velocidade). (ITE, 2010)

A redução de velocidade no trânsito urbano é um processo de gerenciamento de trânsito que descreve maneiras de provocar a redução a velocidade média de uma via sem necessariamente alterar o volume de tráfego. Isso traz ganhos significativos à vizinhança e à segurança dos pedestres, ciclistas e motoristas (ITE, 2010).

O aumento da motorização da população é traduzido na ampliação da frota de automóveis e motocicletas, resultando em uma crise, observada diariamente nos grandes centros, ilustrada pelos congestionamentos e pela disputa pelo uso das vias públicas, seja para deslocamento, transporte ou distribuição de mercadorias (BOARETO, 2008).

O planeta urbanizou-se depressa demais, não sendo acompanhado por iniciativas de planejamento e ampliação da capacidade viária das cidades (DAVIS, 2006). “Estima-se que o maior crescimento urbano se dará nas pequenas e médias cidades, que abrigam aproximadamente 53% da população urbana.” (ONU, 2006)

Uma metrópole depende de duas coisas básicas para funcionar, “ (...) um bom planejamento de uso do solo e um sistema de transporte eficiente.” (MITCHELL, 2008). Isso revela a necessidade de se existir um sistema viário eficiente e coerente para o deslocamento dos veículos pelas vias urbanas, possibilitando acesso da população aos pontos de consumo, serviços e trabalho.

O Brasil apresenta variedade de municípios, quando se consideram aspectos como população, modais de transporte disponíveis e tamanho da frota de veículos. De acordo com o Censo 2000 do IBGE o Brasil apresentava 5561 municípios, dos quais 437 apresentavam população superior a 60 mil habitantes e apresentavam algum tipo de preocupação, por parte dos gestores públicos, em relação aos sistemas de transporte e sistema viário. Ainda que de maneira embrionária esta fragilidade do sistema viário remeteria às e iniciativas para redução dos conflitos no uso do espaço destinado à circulação de veículos. Ainda segundo o IBGE esta preocupação é maior nas 34 cidades com população superior a 500 mil habitantes, e inevitável nas 14 cidades brasileiras com população superior a 1 milhão de habitantes (IBGE, 2016).

A ampliação do sistema viário toma fundamental importância no contexto moderno e as administrações municipais dedicam tempo e esforço estudando opções de ampliação do sistema viário disponível. Parte-se de uma falsa premissa de que a cidade pode expandir indefinidamente, e que ao se disponibilizar mais vias de trânsito os problemas de tráfego seriam

automaticamente reduzidos. Porém deve-se considerar que o transporte motorizado individual é, por questões sociais e culturais, desejo da maioria da população. Sendo assim qualquer projeto de ampliação do sistema viário estaria caminhando para o fracasso em pouco tempo (DRENNEN, 2003).

De 2005 a 2014 a frota de veículos no Brasil aumentou de 23 milhões e trinta e 39 mil unidades para 41 milhões, 787 mil unidades, representando um aumento de mais de 81% na frota em dez anos. Esse aumento significativo decorre da quantidade de novas unidades de veículos comercializadas anualmente no país. Em 2014 ingressaram no trânsito brasileiro 3 milhões, 498 mil e 12 novos veículos, em 2015 foram 2 milhões, 568 mil, 976 unidades, e em 2016, 2 milhões, 50 mil, 321 unidades (IBGE, 2016; ANFAVEA, 2016). Baseado no aumento da frota de veículos, não acompanhado do desenvolvimento da matriz viária das cidades, Davis (2006) afirma que o crescimento urbano não planejado e sem investimento em transporte e no sistema viário transformou o trânsito numa verdadeira catástrofe à saúde pública.

2.1.1 As Viagens na Cidade

As viagens nas cidades, ou aqui chamadas apenas de viagens urbanas, são um fenômeno inerente ao processo de urbanização. O crescimento das cidades, os processos de conurbação, as grandes regiões metropolitanas, e a distribuição geográfica da população em relação à distribuição geográfica das oportunidades de trabalho e consumo propiciam o fenômeno de viagens urbanas oriundas do deslocamento pendular (MOURA et al., 2005).

Ao se avaliar o trânsito urbano e sua relação com o deslocamento pendular nas regiões metropolitanas das cidades brasileiras, questiona-se também a relação entre a estrutura urbana e o padrão de deslocamentos pendulares. Por padrão de deslocamentos pendulares entendem-se os volumes absoluto e relativo de pessoas que realizam este tipo de deslocamento, as distâncias percorridas, o tempo despendido nos percursos, os modos de locomoção utilizados, padrões de origem e destino dos deslocamentos, perfil sócio ocupacional das pessoas (PEREIRA, 2008).

Levinson, baseado em relatórios *Nationwide Personal Transportation Survey (NPTS)* de 1991, avalia o efeito da densidade demográfica em 38 regiões metropolitanas nos Estados Unidos sobre as distâncias, velocidades e tempos de deslocamentos em percursos pendulares. Controlando-se fatores de tecnologia de infraestrutura de transporte e características sociodemográficas o estudo aponta que nas áreas onde há maior densidade demográfica tanto as distâncias percorridas como as velocidades de deslocamento tendem a ser menores.

Entretanto, a relação entre a densidade populacional e o tempo de deslocamento se tornam ambígua para os deslocamentos realizados em automóvel. Isso aponta, segundo Levinson, que até determinado nível de densidade demográfica a relação entre a densidade populacional, a distância percorrida e a velocidade de deslocamento no percurso é negativa. Entretanto, há um ponto de inflexão nesta relação, a partir do qual um aumento na densidade populacional da região tenderá a tornar a relação entre população, velocidade de deslocamento e distância de percurso uma relação algebricamente positiva. Em outras palavras, o tempo de deslocamento dos moradores de uma região tende a diminuir à medida que a densidade demográfica aumenta. Isso se deve ao fato de os moradores da região buscarem opções de deslocamento menos distantes para atenderem suas necessidades de trabalho e consumo. A relação se mantém até que a densidade demográfica atinja nível de saturação para a região, momento no qual o tempo de deslocamento passa a aumentar com o aumento da densidade populacional (LEVINSON; KUMAR 1997).

Outro fator relevante, causador de viagens ou deslocamentos intraurbanos, são os percursos diários realizados pelos moradores de cidades-dormitório. As cidades dormitório são assim definidas devido ao grande número de pessoas que tem domicílio estabelecido no município mas exercem suas atividades laborais, de lazer, cultura, etc., em municípios vizinhos. Neste contexto, as pessoas não têm identificação direta de pertencimento àquele município (OJIMA; PEREIRA, 2010).

O conceito de cidade dormitório se aproxima do conceito de cidade satélite. Em sua análise, o morador desse tipo de cidade não se reconheceria como cidadão da mesma, pois na medida em que ali não se encontra seu local de trabalho e só serve como dormitório e residência, eles não teriam compromisso efetivo com a cidade. Além disso, a cidade-dormitório não teria sua independência administrativa nem econômica, sendo, portanto, altamente dependente da sede regional a quem se vincularia com grande intensidade (FREITAG, 2002).

Historicamente, no processo de urbanização ocorrido no Brasil, viam-se as regiões metropolitanas como um fenômeno natural ao crescimento das cidades e ao processo de conurbação e formação das metrópoles, situação na qual as pessoas com situação econômica mais elevada estabeleciam domicílio próximo às regiões com maior oferta de trabalho e prestação e serviços públicos e privados. Por sua vez, as pessoas com situação financeira mais precária se estabeleciam em regiões mais afastadas do centro da cidade. Assim as regiões metropolitanas, nas porções periféricas, ficaram caracterizadas como regiões menos favorecidas economicamente. Entretanto, nas últimas décadas, as pessoas com melhor condição financeira, e em busca de melhor qualidade de vida, mais proximidade com a natureza, maiores

espaços, etc., tem se estabelecido em regiões periféricas do centro das grandes cidades. Este pequeno aglomerado, em condomínios, tem iniciado a descaracterização da região metropolitana da cidade como região menos favorecida sob a perspectiva financeira (PEREIRA, 2008).

O crescimento das metrópoles atrelado ao fenômeno de especulação imobiliária das décadas de 70 e 80 contribuiu para o crescimento fragmentado das cidades e para o afastamento entre as pessoas e a oferta de serviços (SANTOS, 1990).

As cidades dormitório são oriundas do processo de urbanização e industrialização, na formação de assentamentos industriais que, sob pressão da especulação imobiliária, promoveram mudanças no processo de conurbação das cidades (CANO, 1988).

Mesmo sendo de grande importância os grandes percursos realizados pelos moradores de cidades dormitório, não se pode desconsiderar, para este estudo, a relevância dos pequenos percursos intraurbanos. Moradores da cidade se deslocam diariamente para suas atividades cotidianas. Estes percursos, são, por vezes, polarizados por algum empreendimento, aqui denominados Polos Geradores de Viagens (PGVs) ou Polos Geradores de Tráfego (PGTs) (PORTUGAL; GOLDNER, 2003).

A instalação indevida de um PGT na cidade afeta a fluidez do trânsito urbano por produzir o deslocamento de elevado contingente de pessoas em curto espaço de tempo. Este fenômeno pode provocar acidentes e prejudicar a qualidade de vida das pessoas que vivem no entorno do empreendimento (CET-SP, 1983).

Os polos geradores de tráfego na cidade podem ser hipermercados, igrejas, hotéis, restaurantes, terminais de ônibus, aeroportos, estádios de futebol, *shopping centers*, ou qualquer outra atividade que concentre contingente de pessoas e desperte interesse da população. Sob a ótica da gestão urbana, do planejamento urbano, e do planejamento de trânsito, os PGTs devem ser estudados criteriosamente, devido ao impacto que tais empreendimentos podem provocar no trânsito da cidade (PORTUGAL; GOLDNER, 2003). Em 2001, o Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN) elaborou um manual de tratamento de polos geradores de viagens, no qual destaca que a implantação e operação destes empreendimentos provocam impactos na circulação viária, portanto requerem análise sistêmica e tratamento que considere seus efeitos indesejáveis na mobilidade e acessibilidade de pessoas e veículos, e o aumento da demanda de estacionamento em sua área de influência (DENATRAN, 2001).

2.1.2 As Viagens na Cidade e a Segurança Viária

O fenômeno de deslocamento pendular, ou migração pendular, dá-se devido a necessidade de os membros de uma sociedade se deslocarem diariamente para atender suas necessidades de trabalho, lazer, alimentação, conforto, etc. Nas médias e grandes cidades o deslocamento diário é uma rotina na vida dos cidadãos, e consiste nos deslocamentos diários que a população realiza de casa para o trabalho, e vice-versa. Este fenômeno implica na necessidade de transporte destas pessoas dentro da cidade. A necessidade de transporte, porém, conflita com a defasada infraestrutura de vias, a baixa qualidade do transporte público oferecido nas cidades brasileiras, e os constantes congestionamentos devido à grande quantidade de veículos (PEREIRA, 2008).

Com o desenvolvimento da indústria automobilística brasileira, a partir da década de 50, o uso do transporte individual foi privilegiado em detrimento do transporte coletivo. O automóvel passou a ser o meio de transporte desejado por grande parte da população. A partir da década de 90, com a abertura comercial para produtos importados, o desenvolvimento dos produtos de crédito o automóvel se tornou um produto mais acessível à população de renda mais restrita, e conseqüentemente houve aumento significativo na quantidade de automóveis circulando nas cidades. Entretanto a infraestrutura viária não acompanhou esta tendência, oferecendo restrições à circulação dos veículos, ocasionando grandes congestionamentos e dificuldade de deslocamentos nos horários de maior movimento. O deslocamento pendular continua sendo necessidade para a população economicamente ativa, e se tornou desafio a ser administrado pela administração pública municipal (CET SP, 2013).

Desde o início do século XX, com o aumento da circulação de pessoas nas cidades, houve a necessidade de se estabelecer regras para o deslocamento seguro e eficiente das pessoas. Num primeiro momento, estas regras tinham por objetivo evitar a obstrução das vias de acesso e no interior das cidades e, posteriormente, estabelecendo critérios para a movimentação das pessoas, animais e veículos de transporte. Cada nação estabelece suas regras e critérios à circulação de veículos, sendo regulamentados por lei. No Brasil, as regras estão descritas no Código de Trânsito Brasileiro, aprovado pela Lei 9503, de 23 de setembro de 1997. Mesmo tendo sofrido pequenas alterações nas últimas duas décadas, as leis de trânsito brasileiras visam estabelecer ordem, segurança e eficiência no deslocamento de pessoas, veículos e animais. O Código de Trânsito Brasileiro em âmbito federal, permite ampliação do escopo das leis de trânsito, em âmbito municipal, considerando que as leis municipais de

trânsito não se contraponham às leis federais nem estabeleçam situação de risco de dano à vida e ou a propriedade (LEI 9503, de setembro de 1997; CTB, 1997).

Neste contexto, a circulação dos veículos automotores nos centros urbanos é regida pelas leis de trânsito. A fiscalização para o cumprimento destas leis depende de recursos, oriundos da administração pública, para que os veículos que não cumpram as leis de trânsito possam ser notificados e ou autuados. Este tem sido desafio constante, desde a esfera federal à esfera municipal, pois as entidades não dispõem de recursos para fiscalizar todas as vias em tempo integral, a fim de verificar o cumprimento das leis de trânsito em todos os pontos da cidade (DENATRAN, 2015).

Segundo o relatório de saúde no trânsito do Sistema Único de Saúde (SUS), de 2015, naquele ano morreram no Brasil, vítimas de acidentes de trânsito, 5.583 crianças e adolescentes, na faixa etária de 0 a 19 anos, sendo que 55% das vítimas tinham entre 15 e 19 anos, das quais 43% do gênero masculino (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2015).

Em termos financeiros, os valores anuais dispendidos no Brasil com acidentes de trânsito (despesas médicas, previdência social, despesas de ordem jurídica, danos materiais, seguros, despesas com serviços de atendimentos de emergência e perdas em produção) superam R\$ 100 milhões. No Rio de Janeiro, 41% dos acidentes de trânsito são causados por excesso de velocidade, segundo a Companhia de Engenharia de Tráfego do Rio de Janeiro (CET Rio), sendo seguida por São Paulo (CET SP) com 28% dos acidentes tendo como causa o excesso de velocidade (CET SP, 2015).

2.1.3 Leis de Trânsito

As leis de trânsito têm por objetivo regulamentar as características possíveis, permitidas e não permitidas da circulação de pessoas, animais, bens, serviços, etc., em determinado território. No Brasil o Código de Trânsito Brasileiro (CTB) estabelece, em suas disposições preliminares, que o trânsito seguro é um direito de todos e um dever dos órgãos competentes do Sistema Nacional de Trânsito (SNT). O Código também estabelece que a educação sobre o trânsito deve ser aplicada no ensino regular, desde a pré-escola (CTB, 1997).

Diferentemente de outras normas sociais democráticas, as leis de trânsito apresentam elevado potencial de dano quando são desobedecidas. Devido ao risco à vida e ao risco à propriedade pública e privada, faz-se necessário que medidas de contenção e punição sejam consideradas. O excesso de velocidade em vias de circulação é fator agravante tanto ao nível de risco quanto ao impacto provocado. Cidades ao redor do mundo tem buscado opções e

soluções de redução de velocidade no trânsito urbano como forma de reduzir os riscos e os impactos negativos do trânsito (MELLO et. al 1999).

Uma política de trânsito deve ter o cidadão brasileiro e a preservação à vida como foco de todas as ações. Dentro da visão cidadã, sendo a segurança no trânsito uma questão mundial grave e urgente, e tendo em conta as estatísticas de mortes prematuras em ocorrências de trânsito, faz-se necessário uma intervenção efetiva das esferas federal, estadual e municipal, não negligenciando ações de fiscalização e policiamento do trânsito (MEIRELLES, 1996).

2.1.4 Código de Trânsito Brasileiro (CTB)

O Código de Trânsito Brasileiro, (CTB, 1997) ampliou significativamente a ação dos municípios no que tange a administração do trânsito. A gestão do trânsito pelo Poder Público é de interesse social, e neste contexto o Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN, 2004) cita

(...) trânsito ruim e no limite, criminoso, por falta de consciência dos seus perigos e por falta de punição, aproxima-nos da barbárie e do caos. Por outro lado, um trânsito calmo e previsível estabelece ambiente de civilidade e respeito às leis, mostrando a internalização da norma básica da convivência democrática: todos são iguais perante a lei e, em contrapartida, obedecê-la é dever de todos.

Baseado no princípio constitucional, o CTB (1997) expressa, no Artigo 25, que

Os órgãos e entidades executivos do Sistema Nacional de Trânsito poderão celebrar convênio delegando as atividades previstas neste código, com vistas à maior eficiência e à segurança para os usuários da via.

A responsabilidade sobre a gestão do trânsito e do transporte no estado brasileiro divide-se nas três esferas do governo. A União tem a prerrogativa constitucional de legislar sobre o trânsito e transporte, cabendo aos demais níveis do governo a regulamentação nas suas áreas de competência (SANTOS, 2003).

A cidadania foi desrespeitada de várias formas, pela ausência de investimentos adequados na qualidade viária e na segurança viária, e também pelo fato de os estados não terem garantido aos seus Conselhos Estaduais de Trânsito (CETRANS) as condições mínimas para que os recursos interpostos pelos cidadãos, oriundo de autuações, fossem adequadamente aplicados (SANTOS, 2003).

Nas disposições previstas pelo Código Brasileiro de Trânsito cita-se o conjunto de órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios que tem por

finalidade o exercício das atividades de planejamento, administração, normatização, pesquisa, registro e licenciamento de veículos formação, habilitação e reciclagem de condutores, educação, engenharia, operação de sistema viário, policiamento, fiscalização, julgamento de infrações e de recursos e aplicação de penalidades previstas (CTB, 1997).

Os municípios, dentro da ampliação de autoridade prevista pelo Código de Trânsito Brasileiro de 1997, necessitariam desenvolver um órgão municipal executivo de trânsito, conforme previsto no artigo 8º do CTB e na Resolução n. 106/99 do CONTRAN, com estrutura para desenvolver atividades de engenharia de tráfego, fiscalização de trânsito, educação de trânsito, controle e análise de informações de trânsito e estatísticas. O artigo 16º do mesmo código prevê ainda que deve existir uma junta denominada Junta Administrativa de Recursos de Infrações (JARI), sendo este um órgão colegiado responsável pelo julgamento dos recursos interpostos contra as penalidades impostas pelo órgão executivo de trânsito municipal (CTB, 1997).

Nas disposições do CTB (1997), dispostas no artigo 24º, ficam evidenciadas as responsabilidades do órgão de trânsito executivo municipal, sendo:

- a) Cumprir e fazer cumprir a legislação e as normas de trânsito no âmbito de suas atribuições;
- b) Planejar, projetar, regulamentar e operar o trânsito de veículos, de pedestres e de animais, e promover o desenvolvimento da circulação e da segurança de ciclistas;
- c) Implantar, manter e operar o sistema de sinalização, os dispositivos e os equipamentos de controle viário;
- d) Coletar dados estatísticos e elaborar estudos sobre os acidentes de trânsito e suas causas;
- e) Estabelecer, em conjunto com os órgãos de polícia, as diretrizes para o policiamento ostensivo de trânsito;
- f) Executar a fiscalização de trânsito, autuar e aplicar as medidas administrativas cabíveis, por infrações de circulação, estacionamento e parada previstas no Código de Trânsito Brasileiro, no exercício regular do Poder de Polícia de Trânsito;
- g) Aplicar as penalidades de advertência por escrito e multa, por infrações de circulação, estacionamento e parada previstas no CTB, notificando os infratores e arrecadando as multas que aplicar;
- h) Fiscalizar, autuar e aplicar as penalidades e medidas administrativas cabíveis relativas a infrações por excesso de peso, dimensão e lotação dos veículos, bem como notificar e arrecadar as multas que aplicar;

- i) Fiscalizar o cumprimento da norma contida no artigo 95º, aplicando as penalidades e arrecadando as multas nele previstas;
- j) Implantar, manter e operar sistema de estacionamento rotativo pago nas vias;
- k) Arrecadar valores provenientes da estada e remoção de veículos e objetos, e escolta de veículos, de cargas superdimensionadas ou perigosas;
- l) Credenciar os serviços de escolta, fiscalizar e adotar medidas de segurança relativas aos serviços de remoção de veículos, escolta e transporte de carga indivisível;
- m) Integrar-se a outros órgãos e entidades do Sistema Nacional de Trânsito para fins de arrecadação e compensação de multas impostas na área de sua competência, com vistas à unificação do licenciamento, à simplificação e à celeridade das transferências de veículos e a de prontuários dos condutores de uma para outra unidade da Federação;
- n) Implantar as medidas da Política Nacional de Trânsito e do Programa Nacional de Trânsito;
- o) Promover e participar de projetos e programas de educação e segurança de trânsito de acordo com as diretrizes estabelecidas pelo CONTRAN;
- p) Planejar e implantar medidas para redução da circulação de veículos e reorientação do tráfego, com o objetivo de diminuir a emissão global de poluentes;
- q) Registrar e licenciar, na forma da legislação, ciclomotores, veículos de tração e propulsão humana e de tração animal, fiscalizando autuando, aplicando penalidades e arrecadando multas decorrentes de infrações;
- r) Conceder a autorização para conduzir veículos de propulsão humana
- s) Conceder autorização para conduzir veículos de propulsão humana e de tração animal;
- t) Articular-se com os demais órgãos do Sistema Nacional de Trânsito no Estado, sob coordenação do respectivo CETRANS;
- u) Fiscalizar o nível de emissão de poluentes e ruído produzido pelos veículos automotores ou pela sua carga, de acordo com o estabelecido no artigo 66º, além de dar apoio às ações específicas de órgão ambiental local, quando solicitado;
- v) Vistoriar veículos que necessitem de autorização especial para transitar e estabelecer os requisitos técnicos a serem observados para a circulação desses veículos;
- w) As competências relativas a órgão ou entidade municipal serão exercidas no Distrito Federal por seu órgão ou entidade executivos de trânsito.
- x) Para exercer as competências estabelecidas, os municípios deverão integrar-se ao Sistema Nacional de Trânsito (CTB, 1997).

2.1.5 Distância de Seguimento entre Veículos

A distância de seguimento é a distância mínima segura que o condutor de um veículo deve guardar de outro veículo que trafega a sua frente, de maneira que sob uma situação de emergência, este consiga parar sem colidir com o veículo à frente. O Código de Trânsito Brasileiro (CTB, 1997) preconiza os conceitos de separação horizontal entre veículos circulando numa via pública:

(...) de acordo com o CTB, no artigo 29º, inciso II, o condutor deverá guardar distância de segurança lateral e frontal entre o seu veículo e os demais veículos (...) considerando, no momento, a velocidade e as condições do local, da circulação, do veículo e as condições climáticas.

Da mesma forma, o Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN, 2016) observa em suas disposições.

Distância de seguimento é a distância que o condutor deve manter do veículo à sua frente, de forma que, mesmo sob situação de emergência, consiga parar o veículo sem colidir com o veículo à frente.

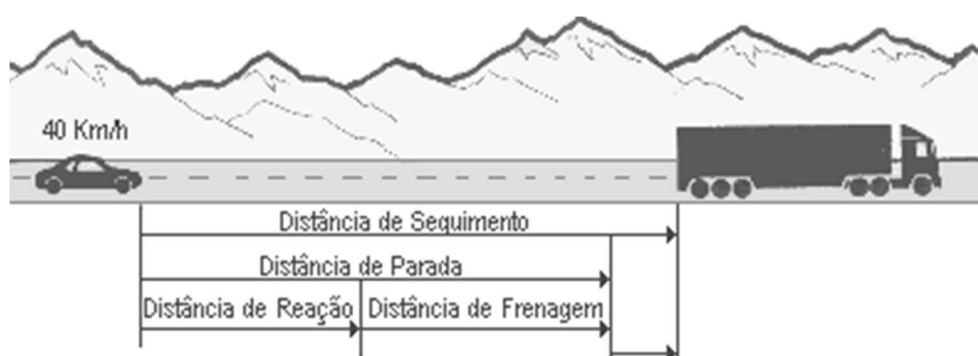
Distância de reação é a distância percorrida pelo veículo desde o instante em que o condutor identifica uma situação de perigo até iniciar o processo de frenagem.

Distância de Frenagem é a distância percorrida pelo veículo desde o início do processo de frenagem até a parada total do veículo.

Distância de parada é a distância percorrida pelo veículo desde o instante em que o condutor identifica uma situação de perigo até a parada total do veículo. É a soma da distância de reação com a distância de frenagem.

A figura 1 representa graficamente a distância de seguimento, distância de reação, distância de frenagem e a distância de parada de um veículo em velocidade.

Figura 1 – Distância de Parada



Fonte: DETRAN PR, adaptado pelo autor, 2016.

Há ainda o conceito de distância segura, preconizado pelos Departamentos Estaduais de Trânsito (DETRANs, 2016).

Existe o conceito de distância segura, ou distância de seguimento segura. É a distância mínima necessária para parar completamente o veículo sem colidir com o veículo à frente, considerando as condições dos pneus, condições do pavimento, condições climáticas, capacidade de frenagem do veículo e habilidade do condutor. Assim, entende-se que a distância de seguimento segura é subjetiva e depende da avaliação e percepção de risco de cada condutor.

2.1.6 Escoamento do Trânsito Urbano

O problema relacionado ao trânsito nas grandes cidades tem aumentado em todo o mundo. Estima-se, por exemplo, que no estado do Texas, nos Estados Unidos, o sistema viário disponível em regime urbano tenha aumentado apenas 1,5% nas últimas três décadas. Entretanto a quantidade de veículos circulando nas ruas aumentou 76% no mesmo período. Ainda segundo o mesmo relatório do Instituto de Transporte do Texas, a construção de infraestrutura viária é um meio não eficiente para solucionar o problema dos congestionamentos e do escoamento do tráfego nas grandes cidades, visto que os projetos têm longa duração, elevado custo de implementação e não se adaptam facilmente ao aumento demográfico e aumento na quantidade de veículos que circulam no trânsito urbano (TTI, 2010).

Baseado neste contexto, vê-se na otimização do uso da infraestrutura viária uma opção viável para melhoria no escoamento do tráfego. Estudos deste tipo buscam avaliar opções para reduzir os congestionamentos em centros urbanos, bem como melhorar a mobilidade urbana. Modelos sofisticados têm sido desenvolvidos para avaliar o trânsito urbano, envolvendo matrizes de origem e destino, tempos de deslocamento, redes de transporte urbano, estrutura de vias e capacidade de escoamento viário, sendo o objetivo comum, de prever situações de congestionamento e ou interrupção na circulação da via.

A maioria dos modelos elaborados para estimar o trânsito urbano em sistemas de vias arteriais não são realísticos e não são apropriados para lidar com situações de vias sobrecarregadas. Assim vê-se uma alternativa ao se propor estudos, baseados na observação dos congestionamentos, para avaliar os pontos de fragilidade dos modelos tradicionais (GEROLIMINIS, 2007).

Dentro dos modelos estudados para se compor o presente estudo, citam-se alguns presentes em discussões e estudos sobre melhoria do trânsito urbano e escoamento do trânsito urbano.

Smeed (1952) e Wardrop (1968) iniciaram uma vertente de estudo em meados do século XX com o desenvolvimento de um modelo macroscópico para vias arteriais por meio do modelamento da quantidade de veículos que entram e saem da região central da cidade como função da área da região central e da capacidade de escoamento de trânsito oferecida pelas vias, expressa em quantidade de veículos, por unidade de tempo, por faixa de rolamento.

Thomson (1967) modelou a velocidade do escoamento do tráfego no centro de Londres, na mesma época em que Wardrop desenvolveu, em 1967, relação entre a velocidade média do escoamento do tráfego na via e a dimensão das faixas de rolamento.

Zahavi (1972) estudou relações entre diferentes regiões em diferentes cidades, considerando a intensidade do tráfego urbano, a densidade do sistema viário, em termos de área ocupada por vias em relação a área da região sob estudo, e velocidade média de circulação. Neste estudo o autor considerou dados oriundos de agências de transporte dos Estados Unidos e da Inglaterra.

Outro modelo relevante, proposto por Herman e Prigogine (1979), é o modelo de dois-fluidos, para avaliar a circulação de veículos em centros de grandes cidades. Neste modelo os autores assumem a distribuição de velocidade dos veículos em trânsito dividido em duas partes, uma os veículos em movimento nas vias, outra, os veículos parados em congestionamentos, em dispositivos de trânsito, como por exemplo semáforos, em ocorrências como acidentes de trânsito, etc. Veículos estacionados à margem das vias não são considerados pois não fazem parte do fluxo circulante do trânsito. Este modelo relaciona a velocidade média do trânsito na região sob estudo com a fração ou proporção do trânsito que está em movimento em relação à fração ou proporção que está parada. Para os autores, neste modelo pode-se assumir que a fração de tempo parado de um único veículo nesta matriz de circulação, por um período suficientemente longo, pode ser aproximada para a média da fração de tempo parado dos demais veículos pelo mesmo período de tempo. Vê-se neste caso que a avaliação do modelo é dependente da relação entre veículos circulantes e veículos parados na matriz de circulação viária sob análise.

Herman e Ardekani (1984) desenvolveram e validaram modelo de dois-fluidos baseado em dados coletadas nas cidades de Austin e Houston, acompanhando veículos escolhidos aleatoriamente numa matriz de circulação pré-definida. Posteriormente, Herman et al. (1988) estudou a influência do comportamento do condutor nos parâmetros do modelo de dois-fluidos. Esta relação considerava comportamentos de direção agressiva e direção conservadora no trânsito.

Mahmassani et al. (1987) verificou o nível de relação entre variáveis fundamentais do escoamento do tráfego, velocidade, vazão e densidade da infraestrutura viária. Neste estudo os autores assumem uma nova relação entre a fração de veículos parados e a concentração de veículos circulantes na região do estudo, ainda baseada na teoria dos dois-fluidos. Até então não se havia estudado a sensibilidade da teoria dos dois-fluidos às variações da matriz origem-destino dos deslocamentos. Se a teoria dos dois-fluidos fosse insensível à matriz origem-destino, o modelo poderia ser extrapolado como ferramenta para monitorar sistemas de trânsito mais complexos.

Daganzo (2006) introduziu o conceito de monitoramento e controle do tráfego, e monitoramento da “vizinhança” para evitar o acúmulo de veículos na região controlada, como ferramenta para melhorar a mobilidade no centro urbano. O autor propõe relação entre o acúmulo de veículos e o escoamento do tráfego, assumindo que esta relação se aplica tanto para condições constantes quanto para pequenas variações em relação ao tempo.

2.1.7 Trânsito como um Fluido Compressível

Os modelos de escoamento de tráfegos apresentados em seção anterior têm aplicações relevantes na previsão de comportamentos do trânsito, em regiões pré-definidas, e consequentemente tem suas aplicações no planejamento, dimensionamento e empreendimentos de infraestrutura viária nos grandes centros. O modelo matemático dos dois-fluidos aproxima-se da realidade quando simula o comportamento do trânsito urbano, em uma análise macroscópica, às relações existentes entre um fluido dinâmico e um fluido parado. As interações entre estes dois pseudo-fluidos caracterizam o comportamento médio da circulação do tráfego nas áreas estudadas e possibilita a previsão de pontos críticos para o escoamento (GEROLIMINIS, 2007).

Numa análise espacial deste fenômeno, os modelos de dois-fluidos possibilitam a visualização, via simulação, de quais seriam as regiões mais afetadas por pontos de restrição à circulação do trânsito, sendo estas restrições pontos de lentidão, veículos parados por acidentes de trânsito e ou bloqueios na via (GEROLIMINIS, 2007; DAGANZO, 2006).

O modelo baseado no monitoramento e controle de tráfego busca evitar acúmulo ou concentração excessiva de veículos numa região e traz um conceito interessante que pode ser agregado ao modelo de dois-fluidos (DAGANZO, 2006). Propõe-se aqui neste estudo uma análise preliminar sobre a influência da compressibilidade do tráfego, até o seu limite ótimo de

compressibilidade, na capacidade de escoamento da via. Para isso, é fundamental que se busque na mecânica clássica alguns conceitos.

Para Brunetti (2005), um fluido é qualquer substância, sem geometria definida, que escoar sob ação de uma tensão de cisalhamento. Em nosso universo conhecido, os fluidos comuns são os líquidos e gases.

Além deste conceito, Fox, McDonald e Pritchard (2015) agregam informações quanto à geometria espacial e volume ocupado pelos fluidos. Para os autores, fluido é uma substância que escoar sob ação de uma tensão de cisalhamento e que não apresenta geometria própria, mas pode apresentar volume definido. Os gases são fluidos que ocupam o volume e a geometria do recipiente que os contém, uma vez que um gás, quando liberado de um ambiente confinado, passará a ocupar o volume total do recinto. Um líquido, por sua vez, apresenta também a geometria espacial do recipiente que o contém, mas ao contrário dos gases os líquidos têm volume definido. Quando se capta um litro de água num recipiente, e despeja-se este líquido em uma superfície a água ocupará uma geometria nova, definida pelo relevo e características desta superfície. O volume total de água, entretanto, não se altera.

Um fluido é um meio contínuo, sob análise macroscópica. Segundo Fox e McDonald (2004) um fluido observado num recipiente não apresenta vazios em sua estrutura. Porém, ao se analisar o nível microscópico do sistema poderá ser observado que a estrutura apresenta moléculas dispersas com grandes espaços vazios. Este fenômeno fisicamente é compreendido para os gases ou mistura de gases.

No escoamento de um fluido considera-se como variável fundamental a vazão deste escoamento. A vazão do escoamento depende de características físicas do fluido como densidade, ou massa específica, viscosidade do fluido e dos fenômenos de interação entre o fluido e a superfície sobre a qual ele escoar, como por exemplo a rugosidade da superfície (BRUNETTI, 2005).

Já o escoamento de um fluido num sistema pode ser unidimensional, bidimensional ou tridimensional. Escoamento unidimensional é aquele no qual o fluido apresente um vetor de velocidade numa única direção. No caso bidimensional há dois vetores de velocidade, num plano bidimensional, e em último caso o sistema tridimensional com três vetores de velocidade. Para escoamentos em baixa velocidade, em regime laminar campos de velocidade unidimensionais ou bidimensionais trazem aproximação realista, baseados na direção predominante do escoamento do fluido (FOX; MCDONALD; PRITCHARD, 2015).

O escoamento turbulento é aquele no qual as partículas de fluido descrevem trajetórias caóticas, misturando-se e rotacionando durante o escoamento, movimentando-se no campo

tridimensional. O escoamento laminar, por sua vez, é definido como o escoamento que ocorre em camadas lisas ou lâminas, ou seja, aquele no qual as partículas de fluido se deslocam em trajetórias mais lineares e previsíveis (BRUNETTI, 2005)

Outro conceito relevante para o estudo do escoamento do tráfego como um fluido são as linhas de corrente. Citando Fox, McDonald e Pritchard (2015), em sua obra *Introdução à Mecânica dos Fluidos*, os autores apresentam o conceito de linhas de corrente:

(...) Linhas de corrente são aquelas desenhadas no campo de escoamento de modo que, em um dado instante, são tangentes à direção do escoamento em cada ponto do campo. Como as linhas de corrente são tangentes ao vetor velocidade em cada ponto do campo de escoamento, não pode haver fluxo de matéria através delas. As linhas de corrente são uma das técnicas mais comumente utilizadas (...) para visualização do escoamento de um fluido.

Considera-se também o conceito de trajetória de uma partícula de fluido, definido por Brunetti (2005), Fox e McDonald (2004) como o caminho traçado por uma partícula fluida em movimento.

A compressibilidade do fluido tem papel fundamental nas características do escoamento. A compressibilidade é a capacidade de um fluido ter suas moléculas aproximadas ou afastadas. Para Fox e McDonald (2004) os escoamentos nos quais as variações de massa específica, ou densidade, são desprezíveis, denominam-se incompressíveis. Entretanto quando as variações de massa específica, ou densidade, não são desprezíveis, o escoamento é denominado compressível. A compressibilidade remete ao estudo da massa específica ou densidade do fluido. Para Fox et al. (2015) a densidade de um fluido é avaliada como relação direta entre a massa do fluido e o volume por ele ocupado.

Baseado nos conceitos apresentados, pode-se neste momento apresentar os conceitos de vazão, oriundos da equação da continuidade, da mecânica dos fluidos. A definição de vazão em uma tubulação é conhecida, e comum para os autores da física e da mecânica dos fluidos, sendo este conceito o mesmo desde o seu primeiro modelo há centenas de anos. A vazão é definida como o produto de velocidade de escoamento, área da seção transversal da tubulação e densidade do fluido (BRUNETTI, 2005; FOX et al., 2015).

Assim pode-se escrever a equação que define a vazão de um fluido numa tubulação.

$$Q = v \cdot A \quad (\text{Equação 1})$$

Onde v é a velocidade de escoamento do fluido é A é a área da seção transversal da tubulação. Para os casos de escoamento compressível, a mesma equação pode ser escrita considerando o termo de massa específica ou densidade do fluido, na forma da equação 2.

$$Q = \rho \cdot v \cdot A \quad (\text{Equação 2})$$

Nesta equação aplica-se o termo ρ que define a densidade do fluido, como relação direta entre massa do fluido e volume por ele ocupado.

Traz-se aqui os conceitos de sistema de controle, por meio dos quais se faz análise de sistemas de engenharia e sistemas físicos. Define-se o sistema de controle, segundo Fox e McDonald (2004) como uma porção do volume total na qual o fenômeno físico observado pode ser extrapolado para casos maiores. Em outras palavras, observa-se o fenômeno em proporção reduzida e controlada, para que o equacionamento ou o modelo matemático possa ser mais facilmente entendido e posteriormente extrapolado para casos mais complexos.

Ao se considerar o escoamento de um fluido num sistema de controle, a equação da continuidade, uma derivação clássica da Lei da Conservação de Massa, apresenta-se a equação 3.

$$\sum_{SC} m = constante \quad (\text{Equação 3})$$

A equação 3 mostra que o somatório de massa dentro de um sistema de controle é constante (BRUNETTI, 2005). Esta equação garante que, para as condições do escoamento, a quantidade de massa que entra no sistema de controle é igual à quantidade de massa que sai do sistema de controle (FOX; MCDONALD, 2004). Assim, apresenta-se a equação 4.

$$massa_{entra\ SC} = massa_{sai\ SC} \quad (\text{Equação 4})$$

As informações apresentadas nesta seção compõem embasamento teórico e conceitual para as análises que virão posteriormente, por meio do modelamento do escoamento do trânsito num centro urbano, numa aproximação macroscópica do tráfego ao comportamento de um fluido compressível num conduto.

2.2 CIDADE DIGITAL ESTRATÉGICA (CDE)

O uso da tecnologia da informação como ferramenta da gestão pública, bem como suas relações com os cidadãos, possibilitando maior interação e participação destes, caracteriza uma revolução no modelo de gestão ao considerar a evolução dos hábitos, costumes e valores da sociedade e a aplicação deste conhecimento como ferramenta para produzir novos processos e ferramentas úteis a gestão municipal (REZENDE, 2012).

O desafio da gestão pública municipal é realizar uma gestão competente dos municípios num ambiente competitivo e de constantes mudanças, sob pressões da sociedade e das legislações. Esta gestão pode ocorrer tanto por meios tradicionais quanto por meios digitais (REZENDE, 2012).

Ser uma cidade digital está intimamente ligado a processos de modernização da gestão pública e à oferta de novos serviços e facilidades às pessoas, principalmente no que tange a levar aos habitantes da cidade uma nova perspectiva de cidadania e participação na gestão pública. Os benefícios da cidade digital abrangem todas as áreas da administração pública, da educação, da saúde, segurança, trânsito, estendendo-se até à economia do município (REZENDE; CASTOR, 2006; REZENDE, 2012).

A cidade digital tem como objetivo a criação de uma rede interligando todos os órgãos da prefeitura, levando internet e serviços que atendam às temáticas municipais até os cidadãos, bem como propiciar a participação dos munícipes nas discussões destas temáticas (REZENDE, 2012).

2.2.1 Cidade Digital

Cidade digital é aquela que tem sua área geográfica atendida por infraestrutura de telecomunicações e acesso à internet, individual e público, por meio dos quais são disponibilizados informações e serviços em ambientes virtuais (SOUTO; DALL'ANTONIA; HOLANDA, 2006). É vista também como um sistema composto por pessoas e instituições conectadas por sistemas de tecnologia, em torno de uma referência comum que é a cidade real (PONTUAL; LEITE, 2006). Trata-se de uma transformação da sociedade, que se apresenta dependente de informações digitais integradas, passando por um processo de descentralização do poder (LEMOS, 2007).

As tecnologias disponíveis aos cidadãos das grandes cidades alteram os hábitos destes em relação às suas atividades produtivas, entretenimento, consumo, questões arquitetônicas,

local de trabalho e a configuração interna e externa das cidades (GUERREIRO; 2006). As cidades digitais são pessoas, sistemas e instituições que permanecem conectadas por uma infraestrutura de comunicação digital.

Na realização de projetos com estratégia e informações municipais amplia-se a gestão municipal e a qualidade de vida dos cidadãos (REZENDE, 2012).

Segundo Rezende (2012) ser uma cidade digital significa modernizar a gestão pública e oferecer novos serviços e facilidade para as pessoas e, significa, principalmente, levar aos seus habitantes uma nova perspectiva de cidadania.

Segundo Castells (2005) vive-se hoje uma fase de revolução, na qual se sai de um modelo conhecidamente industrial e aproxima-se de uma sociedade denominada sociedade da informação, ou sociedade em rede, na qual se estabelecem novas dinâmicas econômicas, políticas e sociais, influenciadas pela globalização e pela crise do Estado. Neste contexto vê-se a inegável viabilização e disponibilização da organização dos territórios no ciberespaço. O próprio Estado se transforma quando se avalia a entrada de novas funções, nas quais faz-se necessário a reavaliação do papel que o Estado desempenha na sociedade. Sendo assim a gestão pública que antes se baseava na tentativa de controle dos rumos da sociedade encontra-se agora apoiando os interesses da sociedade. Tal mudança fez com que a administração pública repensasse o modelo a fim de buscar novas formas de se relacionar com os munícipes, e melhorar seus processos, com foco na satisfação do cidadão (REZENDE; CASTOR, 2006).

Os munícipes procuram por novas formas de se relacionar com a administração municipal e com os gestores municipais. Estes modelos de relacionamento deveriam ser oferecidos pelos gestores municipais, desde que alinhadas aos planos de governo do município e contribuindo com seu planejamento de forma efetiva (CASTELLS, 2005; REZENDE; CASTOR, 2006). Ainda segundo os mesmos autores, estas formas ou instrumentos podem proporcionar a reorganização, reestruturação, reinvenção e realinhamento dos objetivos, estratégias, decisões e ações municipais, com base em conceitos do empreendedorismo e da inovação empregados à gestão municipal (REZENDE; CASTOR, 2006).

Sob a perspectiva do planejamento estratégico do município, as ações de planejamento de informações municipais e o planejamento da tecnologia da informação no município são instrumentos de gestão das prefeituras e dos municípios de grande relevância, de maneira inquestionável. Principalmente pelas dificuldades de se administrar os recursos financeiros nos municípios, sob a ótica da Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF), pela exigência do Estatuto das Cidades e pelas pressões dos munícipes e dos interessados na cidade (FREY, 2002; REZENDE; CASTOR, 2006; CASTELLS, 2005).

A distinção entre a cidade digital e a cidade digital estratégica está no fato de esta última, ser composta impreterivelmente por estratégia, informações municipais, serviços municipais e tecnologia da informação, sendo todos os componentes integrados de forma planejada (ALBERTI, 2014).

2.2.2 Componentes da Cidade Digital Estratégica

A cidade digital estratégica, em sua função democrática e participativa, se baseia em quatro componentes, a estratégia da cidade, a informação para a tomada de decisão, os serviços públicos oferecidos aos munícipes, e os recursos de tecnologia da informação disponíveis na cidade. Os quatro componentes da cidade digital visam facilitar e melhorar a gestão pública municipal, por meio da participação de todos os agentes da sociedade municipal, sejam gestores, empresários, estudantes, donas de casa, aposentados, vereadores, servidores municipais, etc. Para a implementação de projeto da cidade digital estratégica são necessários recursos de informática, tais como sistemas de telecomunicações, redes de computadores, softwares específicos relacionados com a internet, bancos de dados e outros recursos tecnológicos (REZENDE, 2012).

2.2.2.1 Estratégia da Cidade

As cidades estão em constante crescimento e necessitam de planos bem ordenados para que este crescimento aconteça de forma bem organizada e mantendo o atendimento às leis e aos munícipes. Como premissa a este processo é necessário que exista uma estratégia da cidade. O planejamento estratégico da cidade, é parte das funções da administração da cidade e tem como base as fraquezas e desafios que o município oferece. O planejamento estratégico deve acontecer de forma organizada, envolvendo os poderes Executivo, Legislativo e Judiciário, bem como os principais atores sociais, a fim de que as demandas da cidade sejam tratadas com multiplicidade de iniciativas, buscando o melhor aproveitamento dos recursos (REZENDE, 2015).

A definição da estratégia da cidade leva em consideração uma visão futura da cidade, da qual seus cidadãos, gestores e demais atores sociais compartilham. As iniciativas desdobradas a partir do planejamento estratégico consideram fatores importantes como a capacidade de gestão do município, as oportunidades e riscos ao município, análise dos ambientes externos que podem afetar às iniciativas do município, a vocação do município, os

princípios e valores do município e seus cidadãos e a aderência à legislação vigente (REZENDE, 2012).

A estratégia da cidade pode se estabelecer em função de critérios como a sobrevivência da cidade, pode visar o crescimento da cidade, pode visar a manutenção e expansão das atividades econômicas da cidade, e o desenvolvimento de novas capacidades para participar do contexto regional (OLIVEIRA, 2004).

2.2.2.2 Informações para a Cidade

A informação e seus respectivos sistemas desempenham funções fundamentais nas cidades e organizações públicas municipais, apresentando-se como recurso operacional e estratégico para projetar e gerir atividades municipais de forma competente e inteligente (REZENDE, 2012).

Os sistemas de informação têm por objetivo maior ajudar na tomada de decisão dos gestores municipais, munindo-os de informações importantes, oportunas e relevantes, sem as quais o processo de administração dos esforços e iniciativas da cidade poderiam ser prejudicados. De acordo com Rezende (2012) os sistemas de informações municipais podem ser classificados em: Sistemas de Informações Operacionais (SIO), Sistemas de Informações Gerenciais (SIG) e Sistemas de Informações Estratégicos (SIE). Nesta classificação, Rezende afirma que os Sistemas de Informações Operacionais são imprescindíveis ao funcionamento harmônico do município, pois auxiliam a tomada de decisão do corpo técnico em suas atividades rotineiras. Os Sistemas de Informações Gerenciais contemplam grupos de dados operacionais, sintetizando-os em funções temáticas ou departamentais. Desta forma auxiliam o corpo gestor do município e das organizações municipais nas tomadas de decisões. A terceira instância seria os Sistemas de Informações Estratégicos, que têm por objetivo apoiar às decisões estratégicas municipais por meio de informações em nível macro, filtradas das operações e das temáticas municipais, sempre relacionadas com o meio ambiente interno e externo ao município e às organizações públicas. Os Sistemas de Informações Estratégicos apoiam os gestores executivos do município em sua tomada de decisão.

2.2.2.3 Serviços Públicos Oferecidos

Dentre as atividades que a cidade deve realizar está o atendimento aos cidadãos com serviços públicos necessários ao funcionamento da cidade. Alguns destes serviços são,

transporte público, limpeza dos espaços públicos, atendimento em unidades de saúde, segurança, funcionamento das escolas, fiscalização das atividades comerciais, etc. A dispersão geográfica da cidade, muitas vezes não organizada, possibilita a ocupação de espaços não atendidos por serviços básicos fundamentais, como saneamento, e iluminação pública. Ademais, segundo Guerreiro (2006) a urbanização e o crescimento acentuado das cidades ocasionaram problemas no fornecimento de serviços fundamentais e no atendimento ao cidadão, o que pode ser observado pelo aumento da violência urbana, problemas no fornecimento de água e saneamento, dificuldade de o município atender a população com sistema de transporte e segurança pública adequado e uma política habitacional ineficiente.

Para Rezende (2012) os recursos de tecnologia da informação (TI) podem ser utilizados pelos gestores municipais como ferramenta para auxiliar a gestão da cidade e facilitar a tomada de decisão, possibilitando que as iniciativas da gestão pública se tornem mais efetivas. Tais recursos de tecnologia da informação, ou caracterizados como sistemas de informação, quando parte de uma estratégia bem definida e bem orquestrada, assegura aos executivos municipais maior capacidade de gestão sobre os recursos. Isso por sua vez pode propiciar melhoria significativa no fornecimento de serviços públicos oferecidos aos cidadãos bem como oportunizar maior participação dos cidadãos na gestão da cidade.

2.2.2.4 Tecnologia da Informação (TI)

A tecnologia da informação pode ser entendida como os recursos de *software* e *hardware*, aliados aos recursos de comunicação e gestão de dados. As cidades usufruem da tecnologia da informação, sob a ótica da gestão municipal bem como sob a ótica do acesso à informação por parte dos munícipes. A cidade digital estratégica pode ser entendida como o uso de recursos de tecnologia da informação na gestão do município e também na disponibilização de informações e serviços aos cidadãos. Trata-se de um projeto muito mais abrangente do que simplesmente fornecer acesso à internet aos cidadãos (REZENDE, 2012).

Os recursos da tecnologia da informação permitem a integração das atividades da cidade, das agências, secretarias e organizações públicas municipais, permitindo assim que os gestores municipais tenham acesso a informações úteis e oportunas à tomada de decisão.

Segundo Rezende (2012), em sua obra Planejamento de Estratégias e Informações Municipais para a Cidade Digital, guia para projetos em prefeituras e organizações públicas, a relação entre a cidade digital e a tecnologia da informação pode ser entendida da seguinte maneira:

(...) textos clássicos relacionam a cidade digital com a coleta, estruturação e disponibilização de informações por meios digitais para que os cidadãos possam interagir entre si e com o governo, interligando-os na rede digital de um determinado território. Posteriormente, essa rede pode possibilitar a integração de recursos tecnológicos e disponibilizar serviços públicos e respectivas informações em diferentes realidades virtuais ampliadas do espaço urbano e rural. Os referidos serviços municipais podem facilitar a vida dos cidadãos em termos de tempo, espaço e até de qualidade de informações, possibilitando inclusive ampliar a participação do cidadão na gestão do município.

2.2.3 As Funções ou Temáticas da Cidade Digital Estratégica

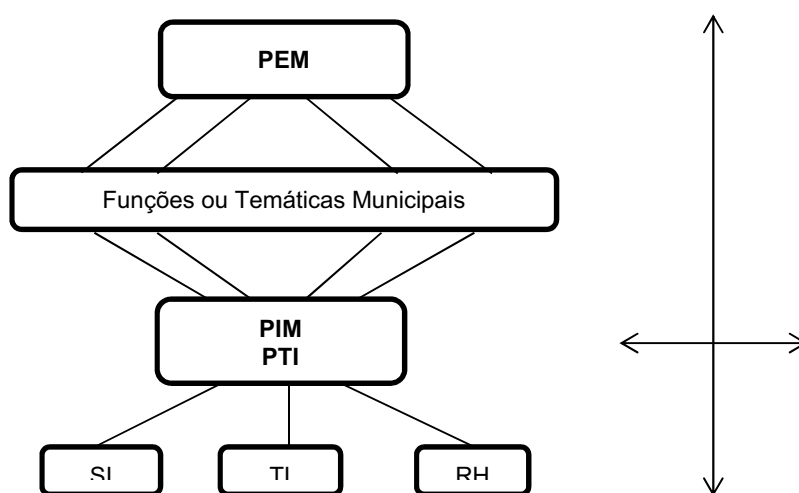
Na Cidade Digital Estratégica, segundo Rezende (2012), as funções ou temáticas da Cidade Digital Estratégica são macro atividades que fazem parte de todos os municípios, prefeituras e organizações públicas, sendo necessárias para seu funcionamento integrado e efetivo. Dentre as temáticas presentes nos municípios citam-se aqui a administração, a agricultura, a ciência, comércio, cultura, *marketing*, educação, esportes, finanças, governo, habitação, indústria, jurídico-legal, lazer, materiais ou logística, meio ambiente, planejamento, recursos humanos, a temática rural, saneamento, saúde, segurança, serviços municipais, social, trânsito, transportes e urbana.

Serão abordadas temáticas de trânsito no presente trabalho, por meio da qual serão avaliadas relações com as demais temáticas da Cidade Digital Estratégica. A cidade digital pode servir como ambiente de aplicações de serviços para melhorar a comunicação entre os municípios e o governo local, estimulando atividades que promovam novas oportunidades e oportunizem a satisfação dos anseios dos cidadãos (GRAHAM, 2002).

Para tanto o planejamento estratégico do município (PEM), o planejamento das informações municipais (PIM) e o planejamento da tecnologia da informação (PTI) devem estar integrados. Sistemas de informação (SI) e sistemas de conhecimentos (SC), aliados à tecnologia da informação (TI) devem desempenhar papel estratégico para agregar valor aos serviços municipais disponibilizados aos cidadãos, com objetivo de facilitar a inteligência do município, prefeitura e organizações públicas municipais (REZENDE, 2012).

Os objetivos e as estratégias municipais orientam o planejamento das informações municipais e da tecnologia da informação, e seus respectivos sistemas de informação e sistemas de conhecimentos, recursos de tecnologia da informação e recursos humanos, de gestores municipais, servidores municipais a municípios e cidadãos. (REZENDE, 2012). A figura 1 apresenta a relação entre os processos de planejamentos de estratégias, informação e tecnologias de informação.

Figura 2: Integração dos planejamentos de estratégia, informação e tecnologia da informação.



Fonte: (REZENDE, 2012, P. 31).

2.2.4 A Temática do Trânsito na Cidade Digital

O trânsito representa parte da rotina de quem vive nas cidades. As cidades digitais, ou cidades inteligentes, oferecem informações de trânsito a fim de facilitar o dia a dia dos cidadãos. As informações de trânsito podem ser, itinerários de veículos de transporte público, rotas mais ágeis por terem, naquele momento, menos congestionamento de veículos, informações sobre locais com obstrução por obras nas vias públicas ou imediações, localização de um determinado serviço ou veículo de serviço público à disposição da população da cidade, entre outros. O importante, sob a ótica da cidade digital, é a disponibilização da informação à comunidade. Sob a perspectiva do gestor público, a informação tem grande valor pois possibilitam análises sobre a circulação de veículos nas vias públicas, regiões da cidade mais acometidas por obstruções no trânsito, velocidades de deslocamento em horários de maior movimento, etc. Tais informações são também úteis sob a ótica da segurança pública, do planejamento de obras, e afetam diretamente a economia da cidade (PORTLAND 2011).

Para Rezende (2012) a cidade digital estratégica tem como papel oferecer informações e serviços à população possibilitando não somente o acesso a estas informações, mas a tomada de decisão baseada em informações atualizadas. Neste sentido a temática do trânsito se apresenta como fator cotidiano dos moradores da cidade uma vez que os cidadãos precisam se deslocar no trânsito da cidade para satisfazer suas necessidades de trabalho, lazer, cultura, etc.

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

Metodologia é definida como ações organizadas que visam atingir o objetivo da pesquisa (LAKATOS, MARCONI, 2010). Assim sendo, a metodologia utilizada neste estudo tem o intuito de responder à questão-problema formulada nesta pesquisa. Para entender os caminhos seguidos deste estudo, a seção 3 abordará conceitos, métodos e técnicas de pesquisa científica, para assim justificar os procedimentos adotados para o estudo, coleta e análise dos dados para então se obter resultados.

Lakatos e Marconi (2010) definem que o método é composto de atividades sistemáticas e racionais, por meio das quais se permite alcançar o objetivo-conhecimento, traçando o caminho a ser seguido. O método se contrapõe à sorte e ao acaso pois é oriundo de um conjunto de regras manifestadas de forma orquestrada. Para Lakatos e Marconi (2002), e Andrade (2010), uma série de métodos, tais como: método dedutivo, método indutivo, método hipotético-dedutivo e método dialético são aplicáveis. O método dedutivo possui conexão descendente, ou seja, do geral para o particular. O método indutivo, ao contrário, possui conexão ascendente, ou seja, do particular para o geral. O método hipotético-dedutivo está mais relacionado com a experimentação. Tanto o método indutivo quanto o hipotético-dedutivo se baseiam na observação, mas o método hipotético-dedutivo possui uma diferença devido o mesmo não se limitar as generalizações empíricas das observações, podendo chegar à construção de teorias e leis (ANDRADE, 2010)

Segundo Cervo e Bervian (2002) indução e dedução são formas de raciocínio ou de argumentação, e, portanto, são formas de reflexão e não de simples pensamento. Segundo Lakatos e Marconi (2002) a indução é um processo mental por meio do qual, partindo-se de dados particulares e suficientes, infere-se uma verdade universal não contida nas partes examinadas. Portanto, o objetivo deste argumento seria levar conclusões cujo conteúdo é mais amplo que as premissas nas quais se baseiam. Já para Cervo e Bervian (2002) para que um argumento indutivo seja verdadeiro as premissas também necessitam ser verdadeiras. Assim pode-se afirmar que as premissas de um argumento indutivo correto sustentam semelhança à conclusão, pois quando as premissas são verdadeiras o melhor a se dizer é que a conclusão provavelmente também é verdadeira.

Com a apresentação destes argumentos, passa-se ao escopo de estudo do presente trabalho no qual se estudou a redução da velocidade do trânsito urbano e suas relações com a cidade digital estratégica. Assim vê-se aplicações dos métodos indutivo e hipotético-dedutivo neste estudo, pela observação dos fenômenos envolvidos, em escala controlada, e possível

extrapolação para situações mais complexas, quanto pela análise das características empíricas não se limitando a elas.

3.1 MÉTODO DA PESQUISA

Yin (2010) aponta que o grande desafio para o pesquisador é a escolha do método adequado para a pesquisa. A escolha da questão problema é peça chave na pesquisa e fundamental na definição do método de pesquisa. O autor diz também que o estudo de caso analisa fenômenos contemporâneos passíveis de observação e análise, baseado em algum método. Segundo Gil (1991) um estudo de caso é definido como um estudo profundo de poucos objetos, de maneira que se permita seu amplo e detalhado conhecimento. O estudo de caso tem por objetivo principal explicar de forma sistemática os eventos de contexto social que se relacionam com multiplicidade de variáveis.

Neste contexto Lakatos e Marconi (2010) definem método de pesquisa como um conjunto de atividades sistemáticas e racionais que, quando bem orquestradas, permitem alcançar o objetivo da pesquisa com maior segurança e economia. Nesta pesquisa fez-se um estudo de caso, usufruindo também dos métodos indutivo e hipotético-dedutivo, bem como processos quantitativos e qualitativos para obtenção dos resultados da pesquisa. O método indutivo, segundo Lakatos e Marconi (2010) é um processo mental por meio do qual parte-se de informações ou conclusões particulares constatadas na pesquisa e, a partir destas conclusões, infere-se uma verdade geral ou universal não necessariamente contida nas partes examinadas. O método hipotético-dedutivo está mais relacionado com a experimentação.

Os métodos de pesquisa podem ser classificados em métodos quantitativos ou qualitativos Para Gil (2002) a escolha do método de pesquisa deve estar atrelada aos objetivos da pesquisa, e que a pesquisa não está limitada a utilizar um único método. Em razão disso o modelamento matemático, por meio do qual se fará a análise das variáveis que influenciam o escoamento do trânsito urbano, não é estudado por um procedimento experimental, neste trabalho, pois, como afirma Gil (2002)

(...) a pesquisa experimental consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis capazes de influenciá-lo e definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto. Trata-se, portanto, de uma pesquisa em que o pesquisador é um agente ativo, e não um observador passivo.

3.2 TÉCNICAS E FASES DA PESQUISA

a. Técnicas da pesquisa

Marconi e Lakatos (2003) definem técnica como um conjunto de preceitos ou processos dos quais uma ciência se serve para buscar seus propósitos de conhecimentos. Técnicas compõe a parte prática do estudo e envolve a utilização de habilidades, processos e normas.

Neste estudo, foram utilizadas técnicas de pesquisa e obtenção de informações por meio de documentação indireta e documentação direta e pesquisa bibliográfica, divididas em três fases.

Fase 1: Documentação Indireta:

- a) Arquivos Públicos
- b) Fontes Estatísticas
- c) Publicações Administrativas (Agências e Secretarias)

Fase 2: Pesquisa Bibliográfica

- a) Publicações Científicas
- b) Relatórios de Pesquisa

Fase 3: Documentação direta

- a) Pesquisa de Campo
 - i. Pesquisa ou Coleta Quantitativa
 - ii. Pesquisa ou Coleta Qualitativa

Fase 4: Análise dos Dados

Acerca de relacionar o estudo como qualitativo ou quantitativo, Gil (1991), tem o seguinte entendimento:

O contraponto feito entre a pesquisa qualitativa e a pesquisa quantitativa é o de estudar um determinado fenômeno no seu contexto natural *versus* estudá-lo no laboratório. A primeira estratégia, da pesquisa qualitativa, implica em relativa falta de controle de variáveis estranhas ou, a constatação de quem não existem variáveis interferentes e irrelevantes. Todas as variáveis do contexto são consideradas como importantes. Na segunda estratégia, da pesquisa quantitativa, tenta-se obter um controle máximo sobre o contexto, inclusive produzindo ambientes artificiais com o objetivo de reduzir ou eliminar a interferência de variáveis interferentes e irrelevantes. Entre as variáveis

irrelevantes e potencialmente interferentes, incluem-se tanto atributos do pesquisador, por exemplo, seus valores, quanto contextuais ou atributos do objeto de estudo que “não interessam” naquele momento de pesquisa.

Neste estudo de caso o uso complementar da pesquisa qualitativa e quantitativa é justificado. Recursos quantitativos foram utilizados para se obter os resultados nas análises de dados numéricos e na avaliação da influência que a RVTU exerce nas demais variáveis do modelo de escoamento do tráfego como um fluido compressível. Recursos qualitativos serão também utilizados para avaliar desdobramentos da análise quantitativa, e também na avaliação de relações entre a redução de velocidade no trânsito e a cidade digital estratégica.

Segundo Gil (2002, p. 133) a pesquisa qualitativa pode ser considerada menos formal que a pesquisa quantitativa.

A análise qualitativa é menos formal do que a análise quantitativa, pois nesta última seus passos podem ser definidos de maneira relativamente simples. A análise qualitativa depende de muitos fatores, tais como a natureza dos dados coletados, a extensão da amostra, os instrumentos de pesquisa e os pressupostos teóricos que nortearam a investigação. Pode-se, no entanto, definir esse processo como uma sequência de atividades, que envolve a redução dos dados, a categorização desses dados, sua interpretação e a redação do relatório.

Neste estudo foi realizada a análise do escoamento do trânsito urbano numa aproximação a um fluido compressível. Este modelo foi analisado, num primeiro momento de forma experimental, por meio de simulação do modelo de escoamento proposto. Num segundo momento foram utilizados os dados coletados em campo para teste e validação do modelo. Este processo, entretanto, não caracteriza uma pesquisa experimental visto que os dados coletados no levantamento de campo, que foram utilizados no modelo, num segundo momento, não possibilitaram controle sobre as variáveis. Conforme cita Gil (2002) a pesquisa experimental pressupõe que o pesquisador é ativo, ou seja, capaz de influenciar as variáveis que provocam efeito sobre o fenômeno estudado (GIL, 2002).

Os dados quantitativos coletados da Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo (CET SP) representam volumes de tráfego, velocidades, data, hora, minuto e segundo da passagem dos veículos, nos períodos de agosto de 2014 a julho de 2015, e de dezembro de 2015 a janeiro de dezembro de 2016. Baseado nos dados quantitativos obteve-se os resultados numéricos de: Quantidade de metros de distância média entre os veículos; Quantidade média de segundos entre duas passagens de veículos; Quantidade de metros de comprimento médio dos veículos; Velocidade média da via. Já o comprimento do percurso foi obtido por foto via

satélite (GOOGLE EARTH, 2016), assim como a quantidade de faixas de rolamento. Os dados qualitativos coletados do portal de informações de trânsito da prefeitura foram obtidos entre outubro de 2016 e março de 2017.

3.3 ABRANGÊNCIA DA PESQUISA E UNIDADE DE OBSERVAÇÃO

Uma amostra é uma parcela convenientemente selecionada do universo (população), é se apresenta como um subconjunto do universo a ser analisado pelo pesquisador (MARCONI, LAKATOS, 1999). A pesquisa se limitou a estudar a redução da velocidade no trânsito urbano e seus efeitos no escoamento do tráfego, no contexto da Cidade Digital Estratégica.

A observação “é uma técnica de coleta de dados para conseguir informações e utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade. Não consiste apenas em ver e ouvir, mas também em examinar fatos ou fenômenos que se deseja estudar” MARCONI, LAKATOS (1999).

O estudo foi realizado tendo como unidade de observação a Avenida Vinte e Três de Maio, na cidade de São Paulo, sentido do centro da cidade para os bairros. A pesquisa contemplou análise de relação entre a RVTU e a CDE por meio de investigação no portal de informações de trânsito e comunicação disponível aos cidadãos da capital paulista. A escolha do local se justifica dado que o Brasil apresenta em 2017 um total de 5570 municípios, dos quais a cidade de São Paulo é a maior metrópole, representando, com uma frota de veículos aproximadamente 7 milhões, 805 mil, 127 unidades, segundo o IBGE (2016), mais de 5% de toda a frota de veículos circulando no país. Isso justifica a escolha da cidade para a pesquisa. Da mesma forma, a da avenida e do sentido se deu por conveniência e disponibilidade de informações, visto que no trecho escolhido há equipamentos de coleta de dados instalados pela agência de trânsito municipal.

3.4 PROTOCOLOS OU CRITÉRIOS DE ANÁLISE DE PESQUISA

Para atender os objetivos desse trabalho foram analisados dois constructos, o primeiro identificando os efeitos da RVTU no escoamento do tráfego, e o segundo relacionando a RVTU com a Cidade Digital Estratégica no subprojeto Informações para Gestores e Cidadãos. Para este estudo, entendem-se por gestores todos os atores da prefeitura municipal da cidade de São Paulo que tem sob sua administração algum recurso e responsabilidade sobre a execução de atividades e equipes,

Quadro 2: Variáveis para análise do Constructo RVTU

CONSTRUCTO 1: O efeito da RVTU no escoamento do tráfego				
Variável	Símbolo	Fundamentação	Questão	Unidade
A1. Quantidade de metros do percurso	Lp	FOX (2004) FOX; MCDONALD; PRITCHARD (2015) BRUNETTI (2005)	Qual é a distância do percurso?	Metros
B1. Número de Faixas de rolamento	Fxs	FOX (2004) BRUNETTI (2005) CTB (1997)	Qual a quantidade de Faixas de Rolamento?	Número
C1. Quantidade de metros de distância média entre veículos	Dv	CTB (1997) FOX (2004) FOX; MCDONALD; PRITCHARD (2015)	Qual a distância média entre os veículos?	Metros
D1. Quantidade da vazão teórica máxima da via	Q(max)	FOX; MCDONALD; PRITCHARD (2015) BRUNETTI (2005) FOX (2004)	Qual a vazão teórica máxima da via?	Veículos / minuto
E1. Quantidade média de segundos entre duas passagens de veículos	T	FOX (2004) BRUNETTI (2005) CTB (1997)	Quanto tempo transcorre entre duas passagens de veículos?	Segundos
F1. Valor do limite de velocidade da via	v(max)	CTB (1997)	Qual é o limite de velocidade da via?	Quilômetros / hora
G1. Quantidade de metros de comprimento médio dos veículos	L(med)	CTB (1997) FOX; MCDONALD; PRITCHARD (2015)	Qual o comprimento médio dos veículos na via?	Metros

H1. Valor da densidade do tráfego	$\rho(\text{traf})$	CTB (1997) FOX (2004) FOX; MCDONALD; PRITCHARD (2015) BRUNETTI (2005)	Qual é a densidade do tráfego na via?	Veículos / Quilômetro
I1. Valor da velocidade média da via	$v(\text{med})$	CTB (1997) BRUNETTI (2005) FOX (2004)	Qual é a velocidade média da via?	Quilômetros / hora

Fonte: o autor (2016)

Segue quadro de variáveis utilizadas para análise da CDE relacionada com a RVTU.

Quadro 3: Variáveis para análise de relações entre a RVTU e CDE

CONSTRUCTO 2: Relações entre RVTU e CDE			
Subconstructo: Informações para Gestores e Cidadãos			
Variável	Fundamentação	Questão	Unidade
A2: Forma de comunicação das informações para Gestores	REZENDE (2012) REZENDE; CASTOR (2006) MARCONI; LAKATOS (2013)	Existem informações a respeito da RVTU e o escoamento do tráfego para os gestores municipais?	Sim / Não
B2: Tipo de comunicação das informações para Gestores	REZENDE (2012) REZENDE; CASTOR (2006) MARCONI; LAKATOS (2013)	Quais os tipos de comunicação das informações para os gestores?	Histórica; Tempo Real

C2: Nome da comunicação das informações para Gestores	REZENDE (2012) REZENDE; CASTOR (2006) MARCONI; LAKATOS (2013)	Como as informações são comunicadas aos gestores?	Nome do relatório; Descrição
D2: Forma de comunicação das informações para cidadãos	REZENDE (2012) REZENDE; CASTOR (2006) MARCONI; LAKATOS (2013))	Existem informações a respeito da RVTU e o escoamento do tráfego para os cidadãos?	Sim / Não
	REZENDE (2012) REZENDE; CASTOR (2006) MARCONI; LAKATOS (2013)	As informações estão disponíveis à comunidade?	Sim / Não
	REZENDE (2012) REZENDE; CASTOR (2006) MARCONI; LAKATOS (2013)	Existe um canal/portal que centralize as informações aos de trânsito aos cidadãos?	Sim / Não
E2: Tipo de comunicação das informações para os cidadãos	REZENDE (2012) REZENDE; CASTOR (2006) MARCONI; LAKATOS (2013))	Como é a comunicação com o cidadão usuário das vias de trânsito?	Histórica; Tempo Real

F2: Nome da comunicação em tempo real com cidadãos	REZENDE (2012) REZENDE; CASTOR (2006) MARCONI; LAKATOS (2013)	Quais informações em tempo real sobre a condição do tráfego estão disponíveis no canal/portal?	Nome do relatório; Descrição
--	---	--	---------------------------------

Fonte: o autor (2016)

Baseado no exposto neste capítulo foram realizadas, no capítulo 4, as análises da redução da velocidade no trânsito urbano, relacionando-a com a cidade digital estratégica no subprojeto de comunicação com gestores e cidadãos.

4. ANÁLISE DA REDUÇÃO DE VELOCIDADE NO TRÂNSITO URBANO (RVTU) E SUAS RELAÇÕES COM A CIDADE DIGITAL ESTRATÉGICA

Nesta seção serão apresentados os desdobramentos do modelamento matemático do escoamento do tráfego no centro urbano, aproximando o escoamento do tráfego urbano a um fluido compressível, bem como serão realizadas as análises das variáveis do modelo. Serão também discutidas separadamente cada uma das variáveis apresentadas na seção 3.6 PROTOCOLO OU CRITÉRIOS DE PESQUISA.

4.1 ANÁLISE DO MODELAMENTO DO ESCOAMENTO DO TRÂNSITO URBANO

No referencial teórico do presente trabalho foram apresentados alguns modelos matemáticos aplicados ao estudo de trânsito urbano, bem como foram apresentados os conceitos fundamentais da mecânica clássica e da mecânica dos fluidos que serão aplicados ao modelamento do escoamento do trânsito como um fluido compressível.

Resgatando a equação 2, tem-se a expressão que analisa a vazão do escoamento de fluido numa tubulação.

$$Q = \rho \cdot v \cdot A \quad (\text{Equação 2})$$

Nesta equação, Q é a vazão do escoamento, ρ é a densidade ou massa específica do fluido, v é a velocidade do escoamento e A é a área da seção transversal da tubulação.

Ao se modelar o fenômeno do escoamento do trânsito urbano, considera-se, numa aproximação macroscópica:

$$Q_{traf} = \rho_{traf} \cdot v \cdot Fxs \quad (\text{Equação 5})$$

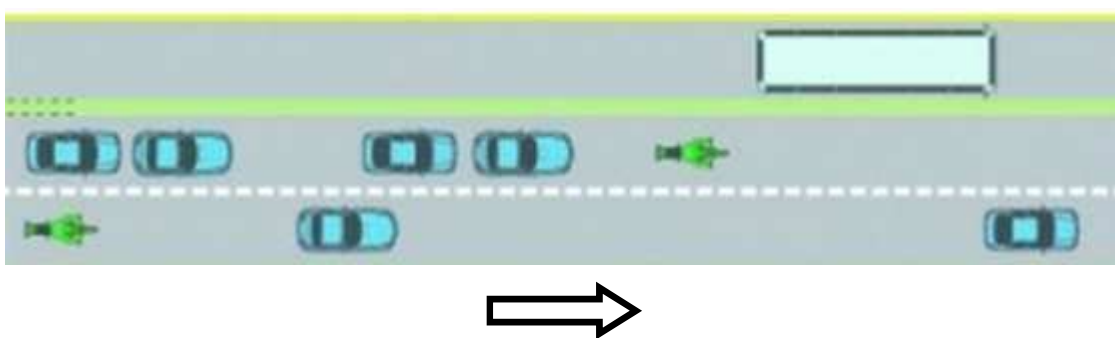
onde Q_{traf} é a vazão do escoamento do tráfego na via, ρ_{traf} é a densidade do tráfego na região sob análise, v é a velocidade média da via, e Fxs é a quantidade de faixas de rolamento disponíveis na via sob análise.

Ao se observar a equação 5, vê-se a similaridade com a equação 2, no que tange à simplicidade do modelo. Esta similaridade, porém, não implica baixa complexidade do modelo aplicado ao escoamento de trânsito, visto que no trânsito num centro urbano a velocidade de deslocamento dos veículos na via define parâmetros de densidade de tráfego. Assim sendo,

propõe-se uma dependência entre a variável $\rho(\text{traf})$, densidade do tráfego, e v , velocidade média do escoamento na via.

Para se realizar o equacionamento coerente da densidade de tráfego em função da velocidade média da via, algumas informações são trazidas à discussão. Conforme citado na fundamentação teórica, a densidade de um fluido é dada pela relação direta entre a massa de uma porção do fluido e o volume ocupado por este fluido. Conceitualmente, quanto menor o volume ocupado por uma porção de massa do fluido, maior será sua densidade. Baseado neste conceito, pode-se propor que a densidade do tráfego é a relação direta entre a quantidade de massa de veículos, ou a quantidade de veículos existentes sobre uma porção da via.

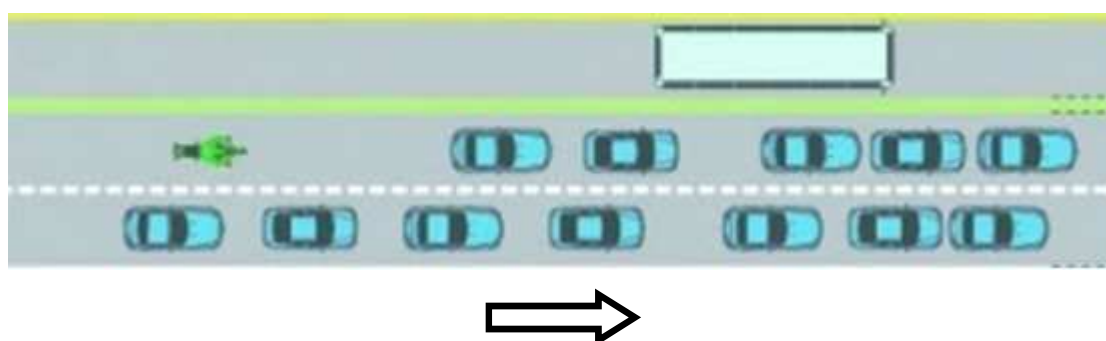
Figura 3: Escoamento do tráfego em baixa densidade



Fonte: LabTrans, UFSC, adaptado pelo autor, 2016.

A figura 3 exemplifica uma via urbana com circulação de veículos diversos. Vê-se nesta situação que há espaçamento suficiente na via a ser ocupado por outros veículos. A figura 3, apresenta uma situação na qual, para a mesma estrutura de via urbana, há uma maior taxa de ocupação da via por veículos. Neste segundo caso, há menos espaço disponível na via a ser ocupado por outros veículos em circulação.

Figura 4: Escoamento do tráfego em alta densidade



Fonte: LabTrans, UFSC, adaptado pelo autor, 2016.

Ao se comparar as duas situações, observa-se que há maior densidade de tráfego na situação proposta na Figura 4 (situação 2) em comparação com a situação proposta na Figura 3 (situação 1). Assim sendo obtém-se a seguinte relação entre as densidades do tráfego nas situações 1 e 2.

$$\rho_{traf\ 1} < \rho_{traf\ 2} \quad (\text{Equação 6})$$

Neste modelo, numa aproximação coerente com a realidade, desconsidera-se o efeito de atrito entre o fluido e a superfície sobre a qual ele escoar. Pode-se inferir esta situação uma vez que os veículos em circulação numa via não sofrem atrito com superfícies laterais, ou seja, não há influência de “paredes” ou superfícies rugosas na velocidade de deslocamento da via.

4.2 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS DO CONSTRUCTO 1

Nesta seção serão realizadas as análises das variáveis do constructo 1, verificando o efeito da redução de velocidade do trânsito urbano no escoamento do tráfego.

4.2.1 Análise da Variável A1 (Quantidade de Metros do Percurso)

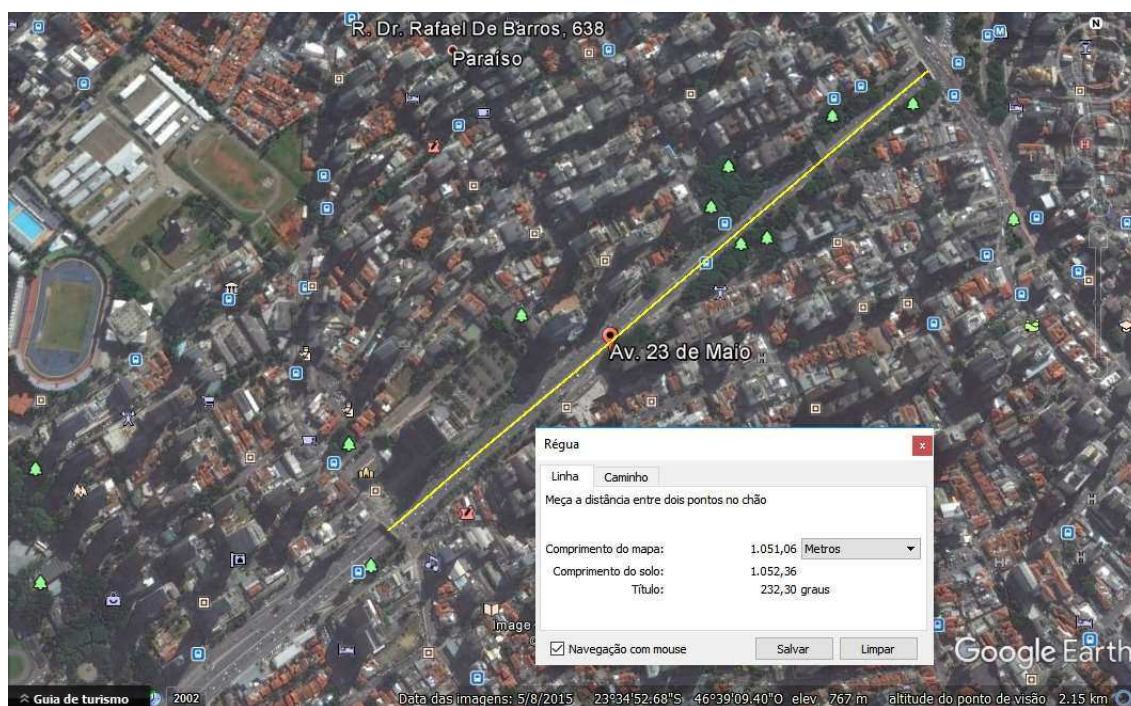
A vazão de tráfego na via urbana, conforme definido pela equação 5, é dada em termos da densidade de tráfego, da velocidade média do tráfego na via e da quantidade de faixas de rolamento disponíveis à circulação de veículos naquele instante.

$$Q_{traf} = \rho_{traf} \cdot v \cdot Fxs \quad (\text{Equação 5})$$

Onde Q_{traf} representa a vazão do tráfego, ρ_{traf} representa a densidade do tráfego no local, v representa a velocidade média do escoamento na via, e Fxs representa a quantidade de faixas de rolamento disponíveis na via. Ao se analisar a equação não se observa relação direta entre a variável quantidade de metros do percurso (L_p) e a vazão de escoamento do tráfego (Q_{traf}). Entretanto, entende-se que, percursos menores representam que os condutores chegam ao seu destino antes dos condutores que percorrem longos percursos. Ao se considerar que um condutor chegou ao seu destino final, entende-se que há um veículo a menos transitando pela via. Sob esta perspectiva, intuitiva, entende-se que percursos menores tenderiam a reduzir a

densidade de tráfego na via ao longo do tempo, indiretamente afetando o escoamento do tráfego. Para este estudo, porém, considerando a influência de cada uma das variáveis no escoamento do tráfego nas vias públicas, o comprimento do percurso não tem influência direta no escoamento do tráfego. Para este estudo, considerou-se o trecho de aproximadamente 1051 metros da Avenida Vinte e Três de Maio, sentido do centro para os bairros, na zona sul da capital paulista.

Figura 5: Vista aérea trânsito centro urbano



Fonte: Google Earth (2016), adaptado pelo Autor.

4.2.2 Análise da Variável B1 (Número de Faixas de Rolamento)

Ao se analisar o impacto da quantidade de faixas de rolamento no escoamento do tráfego, retomam-se as equações 4 e 5 a fim de compará-las. Ao se avaliar o escoamento de um fluido numa tubulação observa-se que o termo A , área de seção transversal da tubulação, exerce uma relação linear com a vazão Q do fluido.

Nesta análise, ao se modelar o escoamento do trânsito urbano como um fluido compressível, área de seção transversal não faz sentido para uma via urbana uma vez que não há deslocamento de veículos uns sobre os outros, salvo casos que em haja mais de um nível de pavimento disponível. O escopo deste estudo se limita a análise de um nível de pavimento,

sendo, assim, o termo de área na equação 4 é coerentemente substituído pela quantidade de faixas de rolamento na equação 5.

Neste caso, observa-se também uma relação direta de proporcionalidade entre a vazão Q do escoamento do trânsito e a quantidade de faixas de rolamento disponíveis. Propõe-se uma situação na qual a velocidade média da via é de 15 quilômetros por hora, com espaçamento médio entre os veículos de aproximadamente 4,15 metros, e o comprimento médio dos veículos em 4,32 metros. Nesta situação, a densidade do tráfego foi calculada em 79,24 veículos por quilômetro, para uma única faixa de rolamento. A vazão de escoamento para este caso é calculada em aproximadamente 19 veículos por minuto de circulação, por faixa de rolamento. Aqui entende-se minuto de circulação como o tempo no qual a via não tem obstrução de dispositivos de controle como semáforos ou agentes limitadores de trânsito. Assim extrapolou-se a análise para a vazão do escoamento da via em função do número de faixas de rolamento, verificando-se, para o caso com quatro faixas, uma vazão de aproximadamente 76 veículos por minuto. Deve-se ressaltar que os resultados obtidos neste estudo consideram que os veículos circulando nas faixas de rolamento se comportam como um fluido em escoamento laminar. Entretanto, sabe-se que no trânsito há interação entre as faixas de rolamento, ou seja, veículos constantemente trocam de faixa de rolamento. Isso, porém, não provoca alteração relevante no resultado visto que, assim como no escoamento de um fluido, não são deixados espaços vazios. O trânsito, assim como o fluido, se aproxima do *continuum* e se reorganiza constantemente para que ocupe os espaços disponíveis ao escoamento.

Desta forma evidencia-se uma dependência direta e proporcional entre a vazão de escoamento do tráfego numa via e o número de faixas de rolamento disponíveis à circulação do trânsito.

4.2.3 Análise da Variável C1 (Quantidade de Metros de Distância Média entre os Veículos)

Ao se analisar a influência da distância média entre os veículos circulando em uma via urbana e a vazão do tráfego, deve-se considerar as relações inerentes ao modelo matemático apresentado na Equação 5.

$$Q_{traf} = \rho_{traf} \cdot v \cdot Fxs \quad (\text{Equação 5})$$

Como pode-se observar, a vazão de tráfego numa via é uma função da densidade de tráfego, da velocidade média dos veículos circulantes na via, e da quantidade de faixas de rolamento disponíveis na via. Nesta análise, deve-se isolar as variáveis que sofrem influência da distância média entre os veículos, e as variáveis que não sofrem influência da distância média entre veículos. Assim, apresenta-se o quadro 4.

Quadro 4 – Avaliação da relação de dependência em relação à variável C1: Quantidade de metros de distância média entre os veículos.

Nome da Variável	Símbolo	Relação	Observação
Número de Faixas de Rolamento	Fxs	Independente	O número de faixas de rolamento não sofre influência da distância média entre os veículos
Velocidade média de escoamento da via	v	Independente	A velocidade de circulação dos veículos na via não depende da distância média entre os veículos.
Densidade do tráfego	$\rho(\text{traf})$	Dependente	A densidade do tráfego na via aumenta com a maior proximidade dos veículos
Vazão do tráfego	Q(traf)	Dependente	A vazão do tráfego na via aumenta com a maior densidade do tráfego

Fonte: o autor (2016)

Pode-se observar que não há relação direta entre o número de faixas de rolamento disponíveis na via e a distância média entre os veículos, neste caso não se estabelecendo relação de dependência entre as variáveis em questão. O mesmo fenômeno é observado quando se avalia a relação entre a velocidade de escoamento dos veículos na via e a distância média entre estes veículos. A velocidade dos veículos na via não depende da proximidade entre eles. O oposto, porém, não é verdadeiro, pois a distância média entre os veículos é dependente da velocidade na qual os veículos transitam na via. Intuitivamente este fenômeno pode ser entendido pois quanto maior a velocidade de um veículo na via maior será a distância necessária para parar o veículo numa frenagem. Assim, os condutores dos veículos que circulam em

velocidades maiores tendem a manter uma distância de seguimento segura do veículo que vai imediatamente a sua frente maior do que em casos nos quais circulem em velocidades mais baixas.

A variável denominada vazão do tráfego, $Q(\text{traf})$, depende diretamente da variável densidade do tráfego, $\rho(\text{traf})$. Esta variável, $\rho(\text{traf})$, por sua vez, depende da distância média entre os veículos. Isso pode ser entendido facilmente ao se avaliar que quanto menor for a distância entre os veículos na via maior será a quantidade de veículos dispostos por unidade de comprimento da via. Ao se considerar, por exemplo, uma situação na qual uma via com um quilômetro de extensão e uma única faixa de rolamento, é fácil perceber que quanto mais próximos os veículos estiverem uns dos outros maior será a quantidade de veículos presentes nesta via. Vale lembrar que a proximidade entre os veículos é regulamentada por lei, conforme disposto no item 2.1.5 do presente trabalho.

Desta forma pode-se verificar que se estabelece uma relação direta entre a vazão do tráfego na via e a distância de seguimento entre os veículos. Ao se isolar estas variáveis, mantendo-se as demais constantes na análise, observa-se que, para uma mesma velocidade média de circulação na via, a redução da distância entre os veículos aumenta a vazão do tráfego.

Simulou-se uma situação na qual o espaçamento médio entre os veículos variou de 100 metros a 1 metro. Considerou-se nesta situação o tamanho médio dos veículos de 4,32 metros, e a velocidade média da via de 15 quilômetros por hora. Nesta análise, observou-se que a curva de vazão do tráfego aumenta significativamente com a redução da distância entre os veículos.

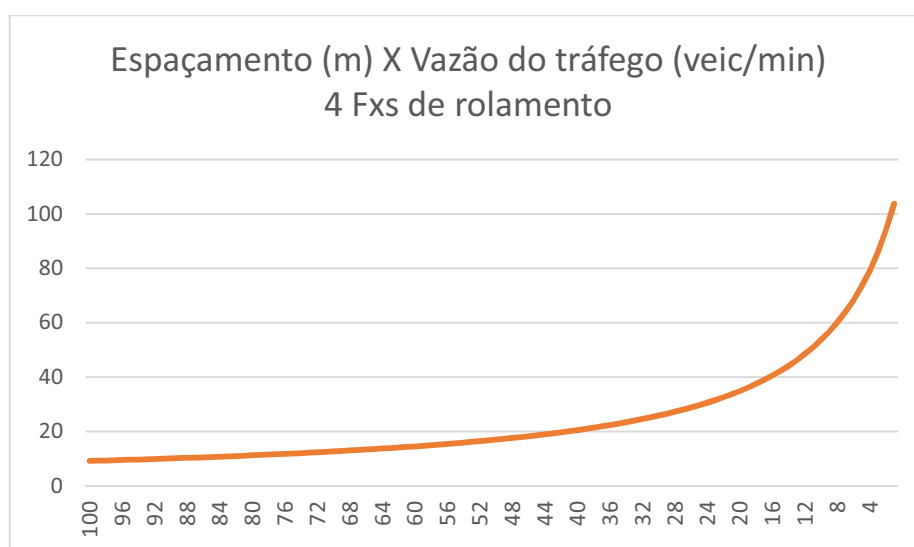


Gráfico 1

Assim, verifica-se a relação entre a quantidade de metros da distância média entre os veículos (espaçamento entre os veículos ou distância de seguimento) e a vazão do tráfego na via.

4.2.4 Análise da Variável D1 (Quantidade de Vazão Teórica Máxima da Via)

A vazão de tráfego teórica máxima da via pode ser estimada na situação, hipotética, na qual a via tem velocidade média de circulação tendendo ao limite máximo de velocidade permitido na via, com todas as faixas de rolamento disponíveis ocupadas por veículos, e os veículos estão dispostos com a menor distância de seguimento possível entre si. Nesta situação, baseado nas variáveis apresentadas na equação 5, teoricamente se conseguiria alcançar a maior vazão possível para a via.

A vazão de tráfego é calculada, conforme equação 5:

$$Q_{traf} = \rho_{traf} \cdot v \cdot FxS \quad (\text{Equação 5})$$

A densidade de tráfego é avaliada em função da distância de seguimento entre os veículos. Para a situação na qual os veículos circulem com a menor distância de seguimento possível para uma certa velocidade, ocorre a maior densidade de tráfego possível para esta mesma velocidade.

A vazão de tráfego é diretamente proporcional a quantidade de faixas de rolamento disponíveis à circulação de veículos. Para esta análise, quanto maior o número de faixas de rolamento maior será a vazão de tráfego possível para a via.

Da mesma forma, a vazão de tráfego na via é diretamente proporcional à velocidade de circulação dos veículos na via. Para a situação teórica ideal, na qual não há interrupções ou obstruções nas faixas de rolamento e todas as faixas acomodam veículos circulando na velocidade máxima permitida para esta via, poder-se-ia estimar a melhor situação para vazão do tráfego.

$$Q_{max} = \rho_{max} \cdot v_{maxperm} \cdot FxS \quad (\text{Equação 7})$$

Ao se exemplificar a vazão teórica máxima de tráfego na via, para a situação na qual a velocidade de circulação seja a velocidade máxima permitida na via, de 50 quilômetros por hora, nas quatro faixas de rolamento, e com a densidade de tráfego de 43 veículos por

quilômetro, proveniente de uma separação horizontal de 7,1 metros entre os veículos, obtém-se uma vazão teórica máxima de 12706 veículos por hora, ou aproximadamente 212 veículos por minuto circulando na via. Este valor considera os veículos em circulação, não sofrendo influência de aceleração e desaceleração e não sofrendo influência de obstruções na via, assim sendo denominado vazão máxima teórica do tráfego. Este conceito de vazão teórica máxima difere do conceito de capacidade de escoamento da via pois não considera o efeito do retardamento do tráfego provocado pelo desempenho médios dos veículos, em aceleração e desaceleração, e o retardamento provocado pela rede semafórica.

4.2.5 Análise da Variável E1 (Quantidade Média de Segundos Entre Duas Passagens de Veículos)

Define-se o termo “passagem de veículo” como o instante no qual um condutor dirige seu veículo por um local onde ocorre coleta de dados de tráfego. A coleta de dados pode ocorrer de forma manual, por exemplo com cronômetros e contadores manuais, ou pode ocorrer também por meio de sistemas digitais de coleta de dados. Estes sistemas usualmente fazem partes de dispositivos de fiscalização e monitoramento de trânsito, os SAMFT, Sistemas Automáticos Metrológicos de Fiscalização de Trânsito. Na coleta de dados são obtidas informações como velocidade de passagem do veículo, instante (data, hora, minuto, segundo) da passagem, e em alguns casos informações de classificação dos veículos por tamanho, quantidade de eixos, identificação pela matrícula do veículo, peso, etc. Neste estudo serão considerados apenas os dados de velocidade e instante da passagem de cada veículo.

Apresentam-se, no quadro 5, uma amostra de passagens de veículos com as informações de velocidade e instante de passagem.

Quadro 5 – Amostra de dados de passagem de veículos

Sequencial	Velocidade	Instante	Δt (segundos)
726	23 km/h	18/10/2016 9:06:52	-
727	24 km/h	18/10/2016 9:06:55	3 segundos
728	20 km/h	18/10/2016 9:06:58	3 segundos
729	22 km/h	18/10/2017 9:07:02	4 segundos
730	22 km/h	18/10/2017 9:07:05	3 segundos
731	20 km/h	18/10/2017 9:07:09	4 segundos

732	21 km/h	18/10/2017 9:07:11	2 segundos
733	26 km/h	18/10/2017 9:07:17	6 segundos
734	24 km/h	18/10/2017 9:07:21	4 segundos
735	21 km/h	18/10/2017 9:07:24	3 segundos
736	22 km/h	18/10/2017: 9:07:28	4 segundos
737	20 km/h	18/10/2017:9:07:31	3 segundos
738	21 km/h	18/10/2017 9:07:34	3 segundos
739	19 km/h	18/10/2017 9:07:37	3 segundos
740	20 km/h	18/10/2017 9:07:40	3 segundos

Fonte: O Autor (2016)

Nesta análise pode-se observar que, para a amostra de passagens do quadro 5, a média de velocidade da via se estabeleceu em 21,7 quilômetros por hora, e o tempo médio entre as passagens dos veículos foi de aproximadamente 3,43 segundos.

A 21,7 quilômetros por hora um veículo percorre aproximadamente 6 metros a cada segundo. Isso significa que num intervalo de 3,43 segundo o veículo é capaz de percorrer 20,58 metros de distância, portanto a distância segura, para que os veículos nesta situação, seria superior a 20,58 metros, para que não houvessem colisões em caso de desacelerações bruscas ou colisões. Deve-se considerar também que a informação de tempo entre duas passagens possibilita análise da densidade de tráfego na via. O espaçamento temporal entre os veículos, como mostrado anteriormente, pode ser utilizado para definir a distância horizontal ou distância entre os veículos na via. Conforme apresentado no item 4.2.3 Análise da Variável C1 (Quantidade de metros da distância média entre os veículos), quanto menor o espaçamento entre os veículos na via maior tende a ser a densidade de tráfego naquela via.

A quantidade média de segundos entre duas passagens de veículos na via fornece informações relevantes para a análise de densidade de tráfego, distância média entre veículos e por consequência impacta diretamente na densidade do tráfego na via. Deste modo caracteriza-se uma relação de dependência entre a distância média entre os veículos e o tempo médio entre as passagens de veículos. A densidade de tráfego é dependente da distância média entre os veículos, o que por sua vez provoca influência direta na vazão do escoamento do tráfego na via.

4.2.6 Análise da Variável F1 (Valor do Limite de Velocidade da Via)

Os municípios têm autonomia, segundo o Código de Trânsito Brasileiro, para estabelecer os limites de velocidade nas vias públicas, desde que atendam às características de preservação à vida e à segurança de condutores e pedestres, e respeite às características técnicas de construção não abordadas neste estudo. Assim, não é raro que ruas e avenidas apresentem limites de velocidade diferentes.

À luz da legislação de trânsito vigente, segundo o artigo 61º do CTB a velocidade máxima permitida em vias urbanas, nos locais onde não exista sinalização regulamentadora, e obedecendo às características técnicas e condições de trânsito, será:

Quadro 6: Velocidades máximas permitidas em vias urbanas

Categoria da Via	Velocidade Máxima Permitida*	*Informações válidas para os casos onde não exista sinalização regulamentadora.
Via de Trânsito Rápido	80 km/h	
Via Arterial	60 km/h	
Via Coletora	40 km/h	
Via Local	30 km/h	

Fonte: Código de Trânsito Brasileiro (1997), adaptado pelo Autor.

Durante a década de setenta a Avenida Vinte de Três de Maio teve a velocidade regulamentada em 80 quilômetros por hora. Na última década a velocidade regulamentada para a via foi reduzida, primeiro para setenta quilômetros por hora, posteriormente para sessenta quilômetros por hora, e a partir de trinta e um de agosto de 2015 a velocidade regulamentada foi estabelecida em cinquenta quilômetros por hora.

O limite de velocidade da via estabelece a velocidade máxima permitida para circulação de veículos na via, entretanto esta velocidade não é atingida pelos veículos a todos os momentos. Em horários de maior movimento e maior densidade de tráfego a velocidade média de circulação na via é inferior à metade da velocidade máxima permitida.

Baseado em dados coletados da agência administradora do trânsito na capital paulista, a Companhia de Engenharia de Tráfego (CET-SP), estabeleceu-se o comparativo de velocidades médias em rotas principais da cidade. Neste estudo da CET, a rota que contempla a Avenida Vinte e Três de Maio obteve os resultados apresentados no quadro 7.

Quadro 7 – Comparativo de velocidades médias em rota

Limite de Velocidade: 60 km/h – Ano 2014		
Sentido	Manhã	Tarde
B – C	24,7 km/h	35,5 km/h
C – B	44,6 km/h	21,2 km/h
Limite de Velocidade: 50 km/h – Ano 2015		
Sentido	Manhã	Tarde
B – C	19,7 km/h	36,8 km/h
C – B	47,5 km/h	24,8 km/h

Fonte: CET SP (2016), adaptado pelo Autor

Observa-se que do ano de 2014 para 2015 houve a redução do limite de velocidade permitido na via de sessenta quilômetros por hora para cinquenta quilômetros por hora, e neste período houve aumento da velocidade média de circulação dos veículos na via no sentido centro-bairros. Para que se faça entender melhor o aumento de velocidade, apresenta-se também o quadro 8, no qual se apresentam os índices de retardamento de tráfego para os mesmos períodos.

Quadro 8 – Índices de retardamento de tráfego (IRT).

IRT – Ano 2014							
Manhã (29%)				Tarde (29%)			
Semafórico (18%)		Congestionamento (11%)		Semafórico (15%)		Congestionamento (14%)	
B – C	17%	B – C	14%	B – C	16%	B – C	10%
C – B	19%	C – B	8%	C – B	14%	C – B	19%
IRT – Ano 2015							
Manhã (25%)				Tarde (26%)			
Semafórico (17%)		Congestionamento (9%)		Semafórico (13%)		Congestionamento (14%)	
B – C	16%	B – C	13%	B – C	13%	B – C	10%
C – B	17%	C – B	4%	C – B	12%	C – B	17%

Fonte: CET SP (2016), adaptado pelo Autor.

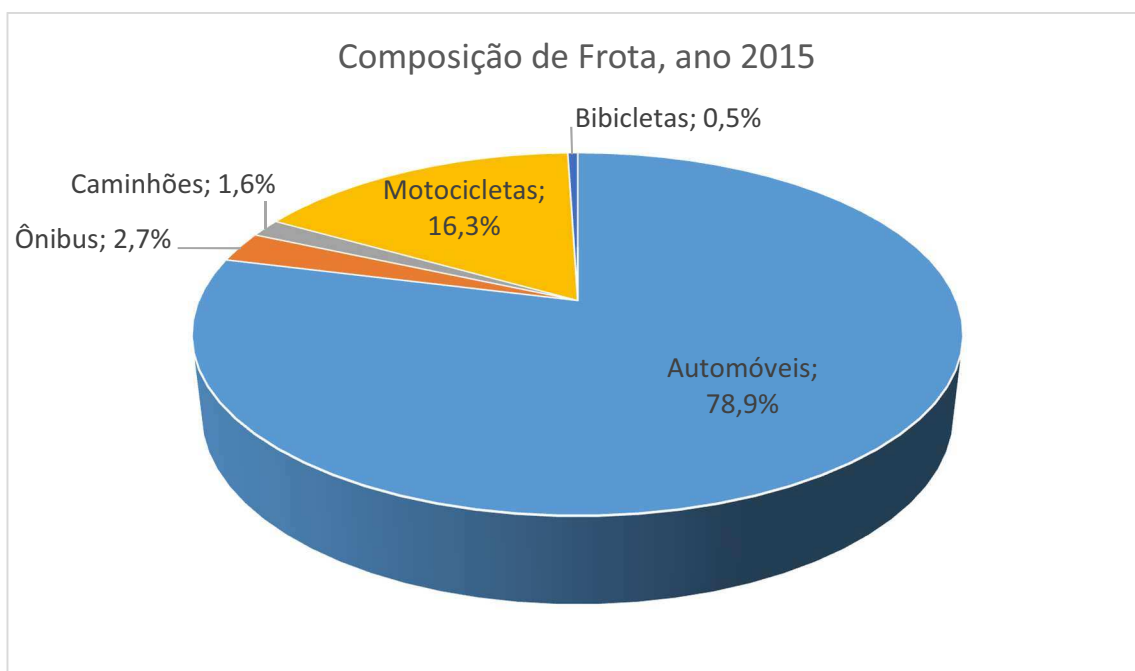
Ao se relacionar as informações apresentadas no quadro 7 e no quadro 8 observa-se que mesmo com a redução do limite de velocidade da via de sessenta quilômetros por hora para cinquenta quilômetros por hora a velocidade média de circulação na via no sentido centro-bairro aumentou 6,5% no período da manhã e 16,9% no período da tarde. Isso fica evidenciado no quadro 8 ao se observar que de 2014 para 2015 ocorreu redução no índice de retardamento de tráfego, de 29% para 25% no período da manhã e de 29% para 26% no período da tarde. Esta redução se dá tanto no tempo parado por congestionamentos na via quanto no tempo parado na rede semafórica. No sentido centro-bairros, a redução do IRT no período da manhã foi de 19% para 17% na rede semafórica e de 8% para 4% nos congestionamentos. No período da tarde a redução foi de 14% para 12% na rede semafórica, e de 19% para 17% nos congestionamentos.

O limite de velocidade da via, numa primeira análise, não estabelece relação direta com a vazão do escoamento do tráfego na via, entretanto o limite de velocidade reduzido é capaz de promover melhor dinâmica na relação entre o escoamento do tráfego e a rede semafórica da cidade, reduzindo significativamente o retardamento do tráfego na própria rede semafórica e por consequência, nos congestionamentos provocados.

4.2.7 Análise da Variável G1 (Quantidade de Metros de Comprimento Médio dos Veículos)

Uma via tem por função ser utilizada como meio para o escoamento do tráfego. A ocupação das vias pelos veículos, relacionada à sua velocidade de deslocamento, é o que estabelece o fenômeno de vazão do escoamento do tráfego.

A vazão de tráfego na via depende diretamente a densidade do tráfego na via. Esta, por sua vez, depende da relação entre o tamanho médio dos veículos circulando na via e da distância média entre os veículos na via. Supondo-se uma via na qual circulassem apenas veículos de 10 metros de comprimento, com espaçamento médio de 15 metros entre eles. Esta via hipotética apresentaria uma densidade de tráfego de aproximadamente 25 veículos por quilômetro. Entretanto, se a mesma via fosse ocupada por veículos com tamanho médio de 5 metros, a densidade de tráfego aumentaria para aproximadamente 40 veículos por quilômetro. Isso segue a linha da coerência porque ao se diminuir o tamanho dos veículos mantendo-se o espaçamento entre eles seria possível ocupar a via com uma quantidade maior de veículos. Esta informação, entretanto, não reflete a realidade pois dificilmente uma via seria preenchida por veículos com o mesmo tamanho. De acordo com a Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo (CET SP), a composição da frota na cidade no ano de 2015 se dispunha conforme o gráfico 2



Fonte: CET SP (2016), adaptado pelo autor.

Gráfico 2

A distribuição da frota circulando ao longo da é aleatória e não segue padrões repetitivos. Deste modo este estudo se baseia no comprimento médio dos veículos obtido diretamente da coleta de dados, o qual foi aferido em 4,32 metros. Este valor foi e será utilizado no decorrer das análises de densidade de tráfego e vazão média de tráfego na via.

4.2.8 Análise da Variável H1 (Valor da Densidade do Tráfego)

A densidade do tráfego no trânsito urbano reflete, assim como a densidade de um fluido estudado na física clássica, a quantidade de massa contida num determinado volume da substância. Foi apresentado que a densidade do trânsito pode ser coerentemente aproximada como uma relação da quantidade de veículos que estão dispostos sobre uma fração da via disponível à circulação.

Conforme foi exposto, há, segundo o Código Brasileiro de Trânsito, uma distância de seguimento segura, que é a distância que todo condutor deve manter do veículo à sua frente para que, sob situação de emergência, este seja capaz de parar o veículo antes de colidir,

considerando o estado de conservação do veículo, o desempenho do veículo, características do pavimento, experiência do condutor, condições climáticas, etc.

No trânsito urbano, segundo a CET-SP, os acidentes mais comuns são as colisões traseiras. Isso ocorre quando um veículo à frente reduz a velocidade e o condutor do veículo que vem logo atrás não consegue executar a manobra de frenagem em tempo adequado, vindo a colidir com o veículo a frente. Isso, segundo Azeredo (2007), decorre do fato de o condutor negligenciar isoladamente ou simultaneamente os fatores: atenção ao trânsito, circular em velocidade compatível à via e às condições, e a distância que mantém do veículo a frente.

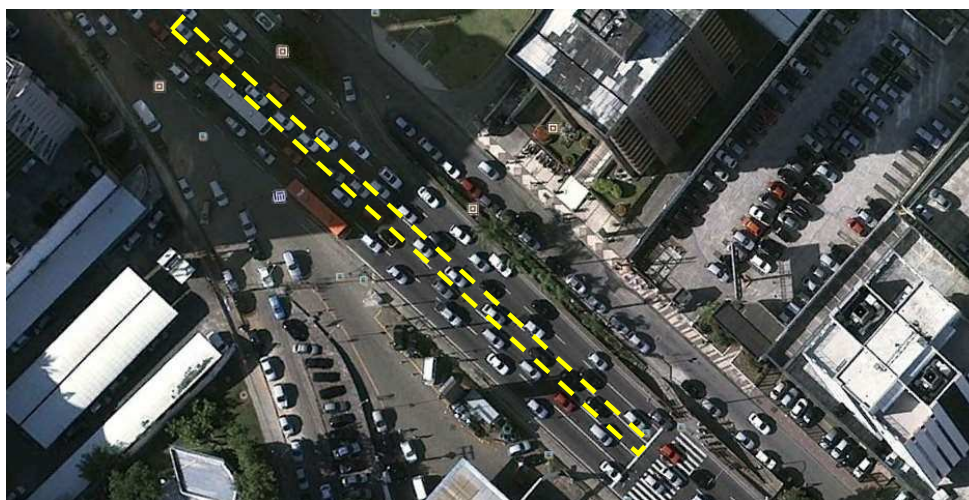
Existem diversos fatores capazes de diminuir a atenção que o condutor dispensa ao trânsito, e não é objetivo deste trabalho estudar estes fatores. Este estudo ater-se-á às informações de velocidade e distância ao veículo logo à frente.

Em primeira análise, a densidade do tráfego é diretamente dependente da proximidade entre os veículos, ou seja, quanto menor a distância entre os veículos, maior a quantidade de veículos que se poderia colocar sobre uma fração da via. Simulou-se a variação da distância média entre os veículos, mantendo-se a velocidade média da via constante em 15 quilômetros por hora, o comprimento médio dos veículos em 4,32 metros, analisando-se o escoamento em uma única faixa de rolamento e variando apenas a distância entre os veículos, partindo de 10 metros até uma distância, insegura, de 1 metro.

Nesta etapa, fez-se duas variações para o modelamento da densidade do tráfego, conforme mostra a figura 3. Neste exemplo vê-se a possibilidade de modelar a densidade como sendo a soma de duas distâncias médias entre veículos (D_v) e um comprimento médio de veículos (L_{med}). Assim a densidade do tráfego, pode ser escrita de acordo com a equação 8.

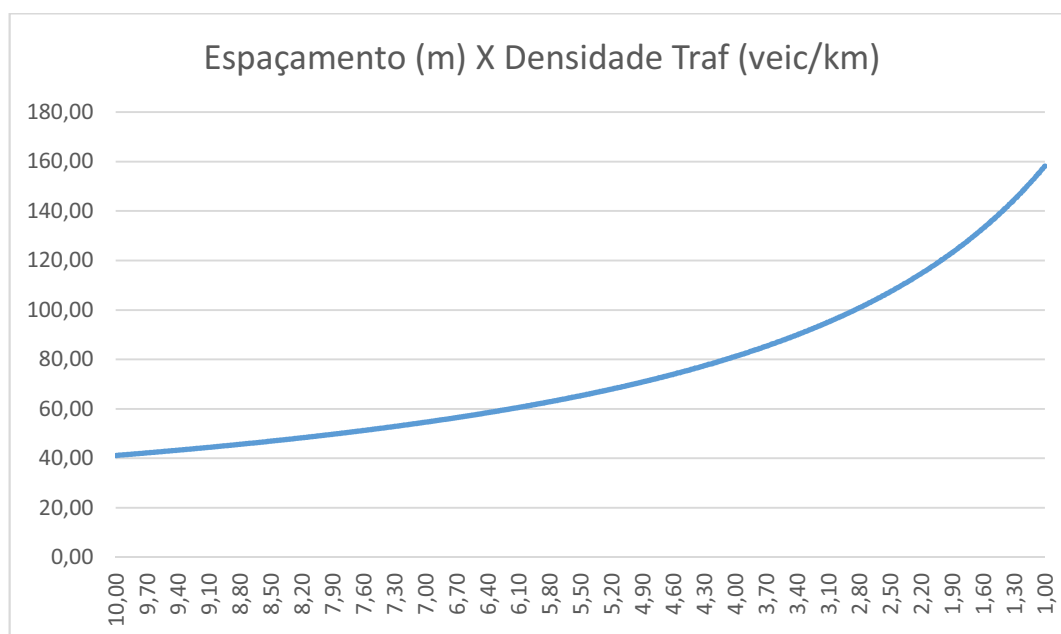
$$\rho_{traf} = (2 \cdot D_v) + L_{med} \quad \text{(Equação 8)}$$

Figura 6: Vista aérea faixa de trânsito



Fonte: Google Earth, (2016), adaptado pelo autor.

O resultado da variação na densidade do tráfego em função da distância média entre os veículos, exposto pela equação 8, é mostrado no gráfico 3.



Fonte: o autor (2016)

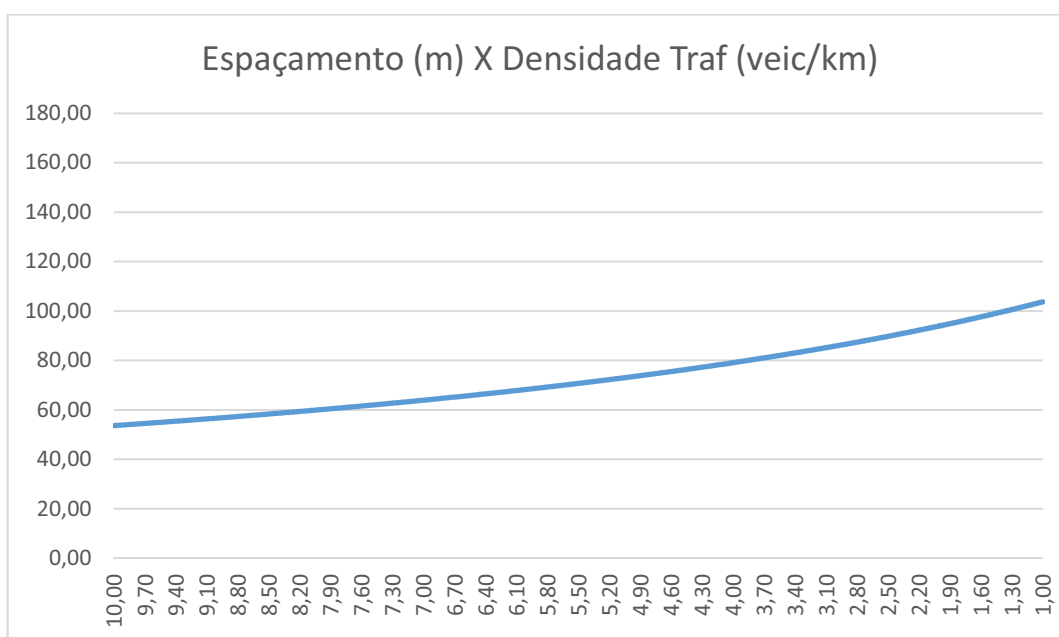
Gráfico 3

Analisando novamente a figura 5, vê-se um segundo modelo para a densidade do tráfego em função da distância entre os veículos na via. Este segundo modelo é expresso em termos a

soma de dois comprimentos médios de veículos e de uma distância média entre os veículos, conforme a equação 9.

$$\rho_{traf} = (2 \cdot L_{med}) + D_v \quad (\text{Equação 9})$$

Os resultados da variação da densidade do tráfego em função da distância média entre os veículos, para o modelo proposta na equação 9, são mostrados no gráfico 4.



Fonte: o autor (2016)

Gráfico 4

Observa-se, na comparação entre os gráficos 3 e 4, que o modelo proposto na equação 8 apresenta uma variação de densidade do tráfego mais acentuada. A densidade máxima obtida nesta análise, para veículos teoricamente trafegando a uma distância, insegura, de 1 metro uns dos outros, seria de aproximadamente 160 veículos por quilômetro.

Entretanto, ao se observar o modelo proposto na equação 9, vê-se uma variação mais suave da densidade do tráfego, da mesma forma que a densidade máxima obtida foi de aproximadamente 103 veículos por quilômetro.

Para ambos os casos a variação, para menor, da distância média entre os veículos provocará maior criticidade na densidade do tráfego. Isso fica mais evidente no modelo proposto pela equação 8, que apresenta uma curva mais acentuada. Ambos os modelos têm

aplicações válidas no planejamento da estrutura viária de centros urbanos. Ao se estudar o escoamento do tráfego observa-se que para a velocidade média da via, a maior proximidade entre os veículos provoca aumento da densidade do tráfego. O aumento da densidade do tráfego, por sua vez provoca aumento da vazão de escoamento dos veículos pela via para essa velocidade média de circulação.

Partindo-se do entendimento das análises propostas neste item, faz-se uso das informações obtidas nas coletas de dados para se obter o resultado real da densidade do tráfego para o caso estudado. Utilizando-se do modelo proposto na equação 9 obteve-se o resultado de 47 veículos por quilômetro. Ao se utilizar o modelo proposto pela equação 8 obteve-se uma densidade de 34 veículos por quilômetro. Assim opta-se pela maior densidade visto que a maior densidade representa melhor taxa de ocupação da via por veículos, o que por sua vez proporciona melhor taxa de escoamento do tráfego para a velocidade média da via.

4.2.9 Análise da Variável I1 (Valor da Velocidade Média da Via)

Veículos em circulação nas vias urbanas têm variações de velocidade ao longo do percurso. A velocidade pode variar em função de obstáculos na via, condições do pavimento, condições meteorológicas, quantidade de veículos na via, rede semafórica, congestionamentos, sendo os dois últimos os principais fatores de retardamento do tráfego. Este fenômeno de variação de velocidade de circulação dos veículos em relação ao limite de velocidade máxima permitida na via pode ser explicado pelo retardamento de tráfego, mostrado no item 4.2.6 – Análise da Variável F1 (Valor do limite de Velocidade da Via).

A equação 6 apresentada neste trabalho relaciona a vazão do escoamento do tráfego em vias públicas com a densidade do tráfego, número de faixas de rolamento disponíveis e velocidade.

$$Q_{traf} = \rho_{traf} \cdot v \cdot Fxs \quad (\text{Equação 5})$$

Na equação 6, o termo de velocidade equivale à velocidade média da via, posto que, caso não o fosse, a vazão do tráfego resultado deste equacionamento não seria a vazão média do tráfego na via, e sim a vazão instantânea. Para estudos voltados à gestão urbana a vazão de tráfego a ser considerada é a vazão média. Pode-se entender esta afirmação uma vez que a vazão de tráfego seria nula em momentos em que não há velocidade, por exemplo em uma situação na qual a via tem velocidade zero provocada pelo fechamento de um semáforo. Assim, faz-se

entender que, para estudos de gestão urbana e planejamento urbano as informações de vazão média de tráfego nas vias são mais relevantes que as informações de vazão instantânea de tráfego nas vias.

Para a situação proposta neste estudo, a velocidade média obtida na coleta de dados foi de aproximadamente quinze quilômetros por hora.

4.2.10 Síntese das Análises do Constructo 1

Encerrando-se a análise das variáveis do constructo 1 faz-se neste tópico um apanhado dos resultados obtidos durante as análises.

O capítulo 2 apresenta fundamentação acerca do trânsito urbano, abordando as dificuldades cotidianas encontradas no deslocamento dos veículos nas vias de tráfego urbanas dos grandes centros, bem como traz argumentação sobre projetos de redução de velocidade no trânsito urbano. Os conceitos e discussões apresentados sobre os projetos de RVTU se baseiam tanto na técnica quanto na legislação. O texto traz fundamentação baseada no Código de Trânsito Brasileiro sobre as responsabilidades que podem ser delegadas à cidade no que tange à administração dos limites de velocidade das vias urbanas. O trabalho apresenta ainda modelos conhecidos sobre o escoamento do tráfego em centros urbanos, baseados em diferentes premissas, os quais são aplicados para vias, conjuntos de vias ou regiões urbanas de grande aglomeração de veículos.

O constructo 1 aborda a análise do modelo de escoamento do tráfego em vias urbanas e o estudo de relações entre a variação de velocidade no trânsito urbano com o escoamento do tráfego nas vias urbanas. Verificou-se ao longo das análises as relações entre a velocidade média do tráfego e seus efeitos nas demais variáveis do modelo de escoamento proposto na equação 5.

$$Q_{traf} = \rho_{traf} \cdot v \cdot Fxs \quad (\text{Equação 5})$$

A partir da coleta de dados e da análise quantitativa das variáveis do constructo 1 obteve-se os resultados mostrados no quadro 9.

Quadro 9 – Resultados Quantitativos do Constructo 1

Variável	Símbolo	Questão	Resultado da coleta
A1. Quantidade de metros do percurso	Lp	Qual é a distância do percurso?	1051 metros
B1. Número de Faixas de rolamento	Fxs	Qual a quantidade de Faixas de Rolamento?	4 faixas
C1. Quantidade de metros de distância média entre veículos	Dv	Qual a distância média entre os veículos?	12,71 metros
D1. Quantidade de vazão teórica máxima da via	Q(max)	Qual a vazão teórica máxima da via?	212 veículos / minuto
E1. Quantidade média de segundos entre duas passagens de veículos	T	Quanto tempo transcorre entre duas passagens de veículos?	3,43 segundos
F1. Valor do limite de velocidade da via	v(max)	Qual é o limite de velocidade da via?	50 km / h
G1. Quantidade de metros de comprimento médio dos veículos	L(med)	Qual o comprimento médio dos veículos na via?	4,32 metros
H1. Valor da densidade do tráfego	$\rho(\text{traf})$	Qual é a densidade do tráfego na via?	47 veículos / quilômetro
I1. Valor da velocidade média da via	v(med)	Qual é a velocidade média da via?	36,16 km / h

Fonte: o autor (2016)

Quadro 10 – Resultados Qualitativos do Constructo 1

Variável	Descrição	Influi no escoamento?	Tipo de Influência
A1	Quantidade de metros do percurso	Não	Nula

B1	Número de faixas de rolamento	Sim	Direta
C1	Quantidade de metros de distância média entre os veículos	Sim	Inversa
D1	Quantidade de vazão teórica máxima da via	Não	Nula
E1	Quantidade média de segundos entre duas passagens de veículos	Sim	Inversa
F1	Valor do limite de velocidade da via	Sim	Indireta
G1	Quantidade de metros do comprimento médio dos veículos	Sim	Inversa
H1	Valor da densidade do tráfego	Sim	Direta
I1	Valor da velocidade média da via	Sim	Direta

Fonte: o autor (2017)

A redução de velocidade no trânsito urbano provoca redução do espaçamento médio entre os veículos, o que por sua vez aumenta a densidade do tráfego ao longo da via. Ao se estabelecer a vazão do tráfego, conforme mostrado pela equação 5, ocorre aumento da vazão do tráfego em função do aumento da densidade do tráfego. A análise das variáveis evidenciou também que durante o projeto de redução de velocidade no trânsito da capital paulista, a Avenida Vinte e Três de Maio, objeto de estudo deste trabalho, teve seu limite de velocidade reduzido de sessenta quilômetros por hora para cinquenta quilômetros por hora. Apesar da

redução do limite de velocidade no trânsito os índices de retardamento do tráfego provocados pelos congestionamentos foram reduzidos satisfatoriamente, fator este decorrente da melhoria na dinâmica do trânsito provocada pela redução do limite de velocidade da via.

4.3 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS DO CONSTRUCTO 2

Nesta seção serão analisadas as variáveis do constructo 2, na qual serão discutidas as relações entre o trânsito urbano e a Cidade Digital Estratégica. Para a análise das variáveis A2, B2, C2, D2, E2 e F2, pertencentes ao subconstructo Informações para Gestores e Cidadãos, observa-se a afirmação de Rezende (2012) de que a informação e seus respectivos sistemas desempenham funções fundamentais nas cidades e organizações públicas municipais, apresentando-se como recurso operacional e estratégico para projetar e gerir atividades municipais de forma competente e inteligente. Da mesma forma, as informações têm valor para os munícipes, que podem também usufruir dos benefícios oferecidos pela informação, bem como interagir com a administração pública e fazer uso de serviços oferecidos pela prefeitura.

4.3.1 Análise da Variável A2 (Forma de Comunicação das Informações para Gestores Municipais)

Os gestores municipais, assim como a população da cidade de São Paulo, podem usufruir de uma variedade de informações disponíveis no portal de comunicação da Companhia de Engenharia de Tráfego. As informações sobre o escoamento do tráfego da cidade e os fenômenos decorrentes da redução de velocidade no trânsito de veículos nas vias urbanas têm valor para a gestão urbana e no processo de tomada de decisão dos gestores no que tangem às ações relacionadas à melhor distribuição das equipes de apoio ao trânsito, ações de fiscalização e planejamento de obras e infraestrutura viária, segurança, transporte público, serviços de limpeza urbana, etc. Sob a perspectiva dos gestores municipais as informações podem ser disponibilizadas por meio de sistemas de informações externos ao portal, em relatórios customizáveis oriundos de bancos de dados alimentados diariamente, ou por meio do portal de informações, em relatórios estatísticos e notas técnicas elaborados pela equipe de planejamento e engenharia de tráfego.

A partir da coleta de dados observou-se que as informações disponibilizadas no portal são utilizadas para decisões estratégicas, gerenciais ou técnico-operacionais. Estas informações são disponibilizadas em tempo real, em formato de infográficos, mapas e tabelas, por meio dos

quais os gestores podem determinar ações de apoio e orientação aos condutores e à população. As informações históricas são disponibilizadas em formato de relatórios estatísticos e notas técnicas publicadas anualmente, ou sob demanda da alta administração, pela CET SP. Estas informações são relevantes para fins de estudo e planejamento de estratégias relacionadas ao trânsito e ao desenvolvimento da cidade pois refletem a evolução do tráfego nas vias principais da cidade.

A disponibilização de informações relacionadas à gestão e organização do trânsito urbano se inicia no processo de coleta de dados. Este processo é automatizado e é realizado por sistemas de tecnologia de informação e comunicação (TIC). Enquanto os condutores de veículos circulam pelas vias de trânsito da cidade os equipamentos de fiscalização e monitoramento de trânsito coletam dados de cada passagem dos veículos, organizando as informações em arquivos digitais. Estes arquivos são enviados, por redes de transmissão de dados até os servidores de armazenamento e tratamento de dados, que por sua vez alimentam os sistemas de comunicação com os gestores.

À luz da Cidade Digital Estratégica, a disponibilidade das informações e a rapidez com que estas informações chegam às mãos dos gestores municipais tem potencial para impactar nas ações planejadas, oportunizando ganhos ao processo de tomada de decisão. O armazenamento das informações históricas e a organização destas informações em relatórios estatísticos, por sua vez, possibilitam o planejamento de novas estratégias ou revisão das estratégias em vigor, baseando-se no histórico de informações reais do trânsito da cidade.

4.3.2 Análise da Variável B2 (Tipo da Comunicação das Informações para Gestores)

Na análise da variável B2, Tipo da Comunicação das Informações para Gestores, tem-se como foco a categorização da comunicação no que tange ao planejamento de ações ou realização de ações preventivas e corretivas em relação ao trânsito da cidade. Para o planejamento de ações é importante que se tenha em mãos dados históricos a respeito do fenômeno que se está analisando. Cita-se, como exemplo, o planejamento de uma obra de ampliação do número de faixas de rolamento de uma via arterial. Observa-se que diariamente, em alguns períodos do dia, a via em questão apresenta congestionamento do tráfego. Porém, para se tomar a decisão de planejar a ampliação, e posteriormente alocar os recursos físicos e financeiros necessários a esta obra, é necessário que se tenha informações mais elaboradas a respeito do tráfego no local. Esta informação pode ser dada, por exemplo, pelo histórico dos congestionamentos, histórico da quantidade de quilômetros de lentidão na região estudada,

histórico de evolução da frota de veículos circulando na cidade, etc. A decisão de um gestor público municipal é, prudentemente, tomada em função de informações reais e históricas, a fim de que não se comprometam recursos desnecessários. Isso agrega valor à atividade do gestor municipal visto que não há recursos disponíveis para todas as ações que se pretende realizar. Neste contexto, o histórico de informações, ou aqui denominado Informações Históricas, tem papel relevante na tomada de decisões estratégicas dos gestores.

Outro tipo de informação à qual os gestores municipais têm acesso são as informações em Tempo Real. Este tipo de informação é disponibilizada por recursos de TIC, tecnologias de informação e comunicação, a partir de dados coletados pouco tempo antes, e oferecem uma visão do *status* do tráfego naquele momento. As informações em tempo real são utilizadas nas decisões rotineiras, gerenciais e técnico-operacionais. Pode-se citar, por exemplo, a informação de quantidade de quilômetros de congestionamento na Avenida Vinte e Três de Maio, provocado por um incidente de colisão entre dois veículos nesta avenida. Os sistemas de monitoramento e fiscalização de trânsito percebem a redução da velocidade com que os veículos estão circulando na via. Os sistemas de vídeo monitoramento identificam o local e a situação de acidente de trânsito que está provocando a lentidão. Deste modo os gestores podem antecipadamente deslocar recursos (unidades de atendimento ao usuário, ambulância, unidades de polícia de trânsito) para administrar a situação e minimizar os impactos negativos. Vale ressaltar que normalmente incidentes como o deste exemplo são também comunicados pelos transeuntes e pelos próprios envolvidos, fazendo que com a informação seja redundante nos sistemas de fiscalização e monitoramento. Entende-se, portanto, que as informações em tempo real têm papel fundamental na execução das ações diárias no trânsito da cidade.

Sob a ótica da gestão urbana, e no contexto da Cidade Digital Estratégica, observa-se que os dois tipos de informação são importantes na atividade do gestor municipal, pois conforme Rezende (2012) a informação e seus respectivos sistemas desempenham funções fundamentais nas cidades e organizações públicas municipais, apresentando-se como recurso operacional e estratégico para projetar e gerir atividades municipais de forma competente e inteligente.

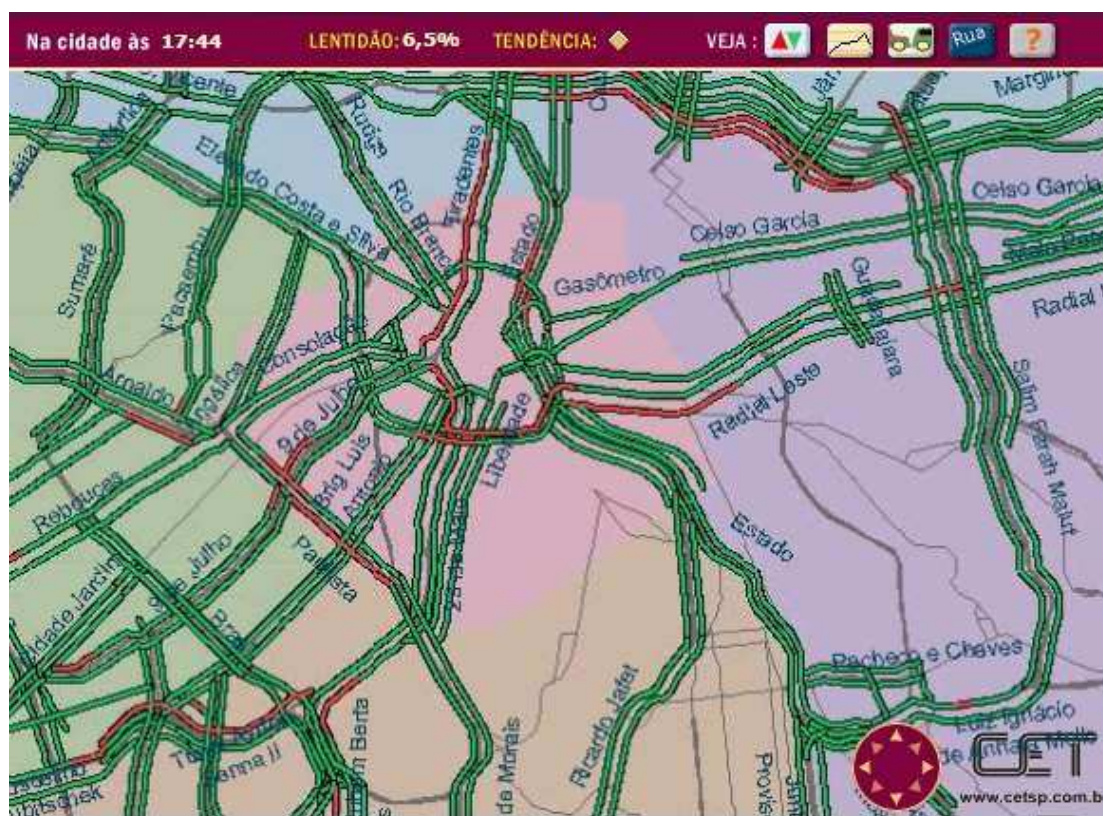
4.3.3 Análise da Variável C2 (Nome da Comunicação das Informações para Gestores)

A partir da análise de tipificação da comunicação das informações para gestores trabalhar-se-á neste estudo a apresentação das principais informações que um gestor público municipal pode ter acesso no que diz respeito à gestão do trânsito. Conforme apresentado na

variável B2, as informações foram divididas em Informações em Tempo Real ou Informações Históricas. As informações em tempo real, àquelas que o gestor pode visualizar no portal de informações da Companhia de Engenharia de Tráfego, são categorizadas como: Mapa de Fluidez; Trânsito nas Principais Vias; Tendência de Lentidão por Eixo; Gráfico de Lentidão; Lentidão por Corredor; Ocorrências.

O primeiro relatório a ser discutido neste estudo é o Mapa de Fluidez do trânsito. Este relatório tem por objetivo mostrar graficamente as vias de trânsito que estão apresentando maior índice de lentidão. As vias com menor velocidade média de circulação de veículos são mostradas em destaque na cor vermelha, facilitando sua visualização. Observa-se, na figura 6, um exemplo deste relatório, para a região central da capital paulista.

Figura 7: Relatório Mapa de Fluidez de Trânsito



Fonte: Portal de Informações CET SP (2017), adaptado pelo autor.

O Mapa de Fluidez é gerado a partir de informações atualizadas disponíveis nos bancos de dados dos sistemas de TICs. A partir deste relatório os gestores podem avaliar a situação em pontos críticos da cidade. Entretanto ao observar apenas este relatório não é possível se

identificar as razões da lentidão no trânsito. Para que uma análise seja mais bem elaborada são necessárias outras informações, como será apresentado adiante.

O segundo relatório a ser apresentado neste estudo é chamado Trânsito nas Principais Vias. Este relatório apresenta informações sobre quais são as vias que apresentam maior índice de lentidão, e por consequência menor velocidade média de circulação, São também mostrados o sentido da via e a quantidade de quilômetros de lentidão. Pode-se observar na figura 7 um exemplo deste relatório.

Figura 8: Relatório Trânsito nas Principais Vias

O Trânsito nas Principais vias

Nome da via informações	Lentidão
Radial Leste - DEC BR (Sentido: Bairro/Centro Via: Expressa)	1.1 km
Radial Leste - DEC MO (Sentido: Bairro/Centro Via: Expressa)	2.0 km
Rebouças/ Eusébio Matoso, Av (Sentido: Bairro/Centro Via: Expressa)	0.4 km
Rebouças/ Eusébio Matoso, Av (Sentido: Centro/Bairro Via: Expressa)	0.6 km
Remédios, Pte (Sentido: Remédios/Lapa Via: Expressa)	0.4 km
Republica da Armenia, Vd (Sentido: único// Via: Expressa)	0.7 km
Roberto Abreu Sodré, Vd (Sentido: Bairro/Centro Via: Expressa)	0.3 km
Salim Farah Maluf, Av/Tatuapé, Pte (Sentido: Marginal/Vila Prudente Via: Expressa)	0.9 km
Sapetuba, R (Sentido: único// Via: Expressa)	0.4 km

1 2 3 4 5 ▶

Fonte: Portal de Informações CET SP (2017), adaptado pelo autor.

Ao se observar as informações apresentadas nos relatórios das figuras 5 e figura 6 o gestor pode identificar as regiões de maior lentidão no trânsito, identificar a via e o sentido de deslocamento dos veículos mais lentos, e a quantidade de quilômetros de lentidão que a via apresenta. A combinação dos dois relatórios fornece maior detalhamento sobre a situação do tráfego e permite maior assertividade na decisão quanto alocação de esforços e recursos para lidar com a situação.

O terceiro relatório a ser avaliado neste estudo se chama Tendência de Lentidão por Eixo. Neste relatório o gestor pode verificar os eixos principais de tráfego da cidade e visualizar,

para o momento de geração do relatório se a tendência é de aumento ou redução da quantidade de quilômetros de lentidão no eixo. Observa-se na figura 8 um exemplo de relatório fornecido pelo portal de informações.

Figura 9: Relatório Tendência de Lentidão por Eixo

Lentidão nos Principais Eixos				
Eixo	Sentido	Lentidão (Km)	% em Relação à Lentidão da Cidade	Tendência
1 - Marginal Tietê	A.Senna/Castelo	3,0	4,9 %	▼
	Castelo/A.Senna	12,3	20,1 %	▲
2 - Marginal Pinheiros	Castelo/Interlagos	4,8	7,9 %	▲
	Interlagos/Castelo	9,5	15,5 %	▲
3 - Bandeirantes	Imigrantes/Marginal	0,7	1,1 %	◆
	Marginal/Imigrantes	1,4	2,3 %	◆
4 - Eixo Norte-Sul	Aeroporto/Santana	1,3	2,2 %	◆
	Santana/Aeroporto	5,3	8,7 %	◆
5 - Eixo Leste-Oeste	Lapa/Penha	2,6	4,3 %	◆
	Penha/Lapa	2,0	3,3 %	◆

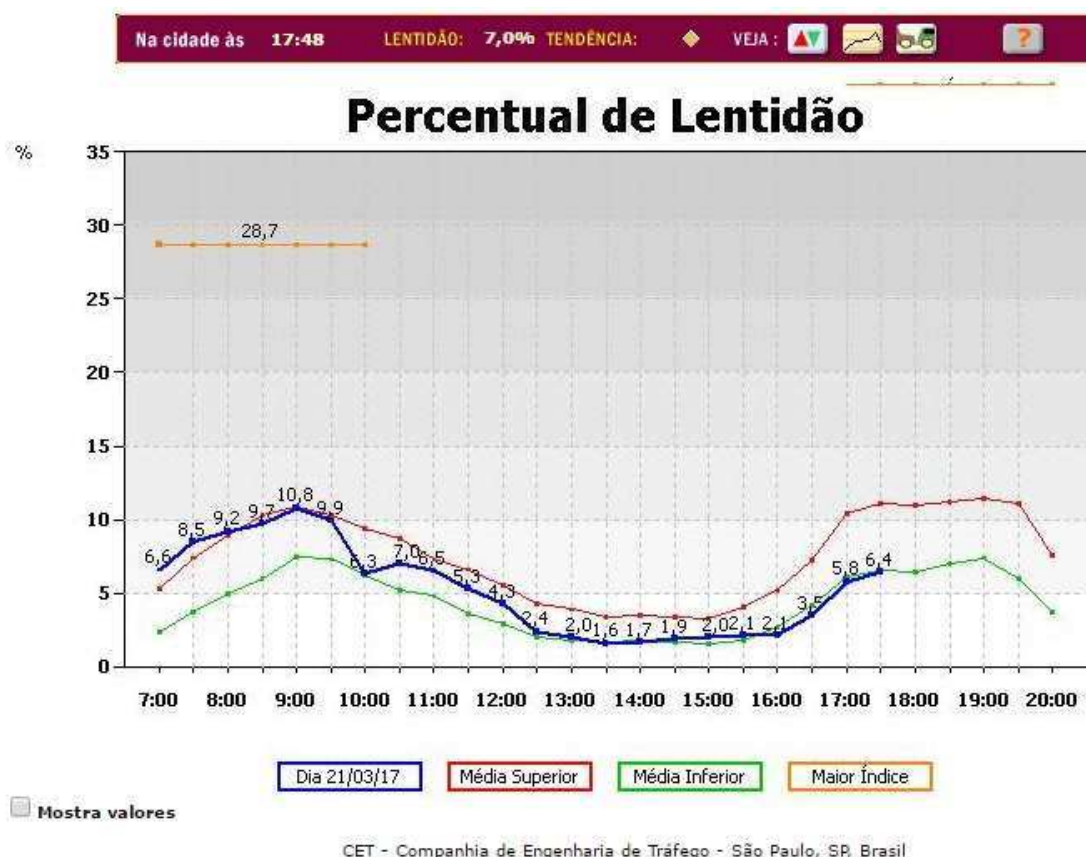
Fonte: Portal de Informações CET SP (2017), adaptado pelo autor.

Vê-se nesse relatório, na primeira coluna, o nome do eixo de tráfego, seguido pela informação do sentido de deslocamento dos veículos no eixo, na segunda coluna. Na terceira coluna se observa a quantidade de quilômetros de lentidão que o eixo apresenta naquele momento. Na quarta coluna há um valor percentual da representatividade ou contribuição deste eixo na composição total da lentidão no trânsito da cidade naquele momento. Na quinta coluna pode-se observar a tendência de aumento ou redução da quantidade de quilômetros de lentidão nos eixos, mostrada por indicadores coloridos. De posse destas informações, aliadas às informações apresentadas nos relatórios de Mapa de Fluidez e Trânsito nas Principais Vias, o gestor pode ter uma visão mais apurada da situação do trânsito na cidade e organizar suas decisões e ações baseada em informações atualizadas.

O quarto relatório em tempo real disponível aos gestores é denominado Gráfico de Lentidão. Este relatório expressa o percentual de lentidão que a cidade apresenta ao longo do dia, comparando com as maiores e menores médias históricas para o mesmo dia da semana e

mesmo horário, e comparando com o maior índice de lentidão histórico já identificado na cidade. Este tipo de relatório mostra a tendência da evolução do trânsito no dia em quantidade de quilômetros de lentidão. A figura 9 apresenta um exemplo do relatório de Gráfico de Lentidão extraído do portal de informações da CET SP.

Figura 10: Relatório Gráfico de Lentidão



Fonte: Portal de Informações CET SP (2017), adaptado pelo autor.

As informações contidas neste relatório, apesar de não identificarem o corredor ou a via de trânsito, tem importância para o gestor municipal pois sabe-se que as vias são interconectadas entre si numa rede de distribuição do trânsito por toda a cidade. Ao identificar um crescimento demasiado no percentual de lentidão na cidade é de se esperar que este fenômeno provoque desdobramento ao longo não só das vias principais, mas também ao longo de todas as vias que fazem conexão com vias principais. Com este tipo de informação pode-se avaliar as ações a serem tomadas para minimizar os impactos negativos no trânsito e nos cidadãos, tomando decisões baseadas em informações reais e atualizadas.

O quinto relatório disponibilizado aos gestores se chama Lentidão por Corredor. Este relatório apresenta um formato semelhante ao de Tendência de Lentidão por Eixo, entretanto o relatório de Lentidão por Corredor apresenta as informações detalhadas sobre as vias, ou corredores, de tráfego, citando o local de incidência da lentidão e a quantidade de quilômetros de lentidão na via. A figura 10 apresenta um exemplo do relatório extraído do portal de informações.

Figura 11: Relatório Lentidão por Corredor

Lentidão				
Corredor	Sentido	Via	Local	Tamanho (m)
Marginal Tietê	Castelo/A.Senna	Exp	De Azurita até Julio de Mesquita Neto	6480
Marginal Pinheiros	Interlagos/Castelo	Loc	De 1840 m antes de Cidade Universitaria até Roberto Marinho	4740
		Exp	De Eusebio Matoso até Roberto Marinho	4730
	Castelo/Interlagos	Exp	De 1360 m antes de Laguna Pte Laguna até 643 m depois de Ary Torres	3727
Marginal Tietê	A.Senna/Castelo Branco	Exp	De Bandeirantes até Freguesia do O	3000
Vale/P.Maia/Tirad/S.Dumont	Santana/Aeroporto		De Bandeira Pc até Rodolfo Miranda	2730
Marginal Tietê	Castelo/A.Senna	Loc	De Dutra até Vila Guilherme	2200
Marginal Tietê - Pista Central	Castelo/A.Senna		De Dutra até Vila Guilherme	2200
Radial Leste - DEC MO	Centro/Bairro	Exp	De Hipodromo até Wandenkolk	1950
Vinte Três/R. Berta/M Guimarães	Santana/Aeroporto		De Republica Arabe Siria Vd Indianópolis até Joao Jorge Saad Cebolinha	1753
Ayrton Senna I, Túnel	único//		De Antonio J. de Moura Andrade Término até Vinte e Tres de Maio Início	1690
Paulista, Av	Consolação/Paraíso		De Osvaldo Cruz até Casa Branca	1650
Ligação Leste-Oeste	Penha/Lapa		De Vinte e Tres de Maio até Alcantara Machado	1620
Rebouças/ Eusébio Matoso, Av	Centro/Bairro		De Antonio Sabino Pte Eusebio Matoso até Antonio Rosa	1590
Marginal Tietê	Castelo/A.Senna	Loc	De Azurita até Bandeiras	1390
Aricanduva, Av/Elev/Pt	Itaquera/Marginal		De Ismael Dias até Julio Colaco	1340
Vinte Três/R. Berta/M Guimarães	Aeroporto/Santana		De Tutoia até Joao Jorge Saad Cebolinha	1340
Bandeirantes, Av dos	Marginal/Imigrantes		De Aliomar Baleeiro Início até Jabaquara Vd	1086
Marginal Pinheiros	Castelo/Interlagos	Loc	De Nova do Morumbi até 1910 m depois de Ary Torres	1070
Nove de Julho, Av	Centro/Bairro		De Franca até Monlevade	900
Arnaldo, Av Dr	Sumare/Consolação		De Rebouças até Arcoverde	860
Trib de Justiça, Túnel	Ibirapuera/Marginal		De Joao Cachoeira até Antonio J. de Moura Andrade	840
Vinte Três/R. Berta/M Guimarães	Santana/Aeroporto		De Jaceguai até Bandeira	832
Max Feffer Túnel (Cidade Jardim)	Bairro/Centro		De Desemboque até Emboque	810
Morumbi, Av. e Pte	Marginal/Aeroporto		De Morumbi Término até Morumbi Início	700
Paulista, Av	Paraíso/Consolação		De Augusta até Itapeva	700
Republica da Armenia, Vd	único//		De Marginal Pinheiros termino até Tenerife inicio	700
Estado, Av do - DEC CT	Santana/Ipiranga		De Carlos de Sousa Nazare até Joao Teodoro	690
Ligação Leste-Oeste	Lapa/Penha		De Shuhe Uetsuka C. Furtado até Perola Byington	690
Salim Farah Maluf, Av/Tatuapé, Pte	Marginal/Vila Prudente	Exp	De Ulisses Cruz até Tatuape inicio	650
Max Feffer Túnel (Cidade Jardim)	Centro/Bairro		De Desemboque até Emboque	620
Fernando Vieira de Mello Túnel(Rebouças)	Centro/Bairro		De Desemboque até Emboque	560
	Bairro/Centro		De Desemboque até Emboque	552
Juscelino Kubitschek, Av Pres	Ibirapuera/Pinheiros		De Faria Lima até Joao Cachoeira	530
Nove de Julho, Av	Centro/Bairro		De Cidade Jardim até Coracao de Maria	500
Queiroz Filho /Jaguare, Pte	Centro/Bairro		De Jaguare Término até Jaguare Início	470

Fonte: Portal de Informações CET SP (2017), adaptado pelo autor.

O relatório de Lentidão por Corredor constitui uma ferramenta útil para o gestor municipal pois apresenta informações que complementam os demais relatórios apresentados neste estudo.

Os relatórios apresentados nas figuras 6, 7, 8 9 e 10 representam as informações em tempo real disponíveis ao gestor público municipal envolvido nas atividades de gestão do trânsito. Estas informações são utilizadas no contexto de decisões gerenciais e técnico-

operacionais, e na realização de ações diárias de atendimento aos cidadãos que utilizam as vias de trânsito da cidade. Há, entretanto, informações históricas que são importantes para o planejamento de estratégias da cidade, conforme apresentado na análise da variável B2, Tipo da Comunicação das Informações para Gestores. Estas informações estão disponíveis no portal de informações, em uma biblioteca de arquivos digitais, separadas em duas categorias: Notas Técnicas e Boletins Técnicos.

Os boletins técnicos são estudos realizados sobre a evolução histórica do trânsito urbano. Os relatórios com resultados destes estudos são disponibilizados e compartilhados com especialistas em trânsito. O objetivo desta informação é oferecer aos gestores embasamento sobre as pesquisas e estudos realizados. Dentre estas pesquisas pode-se citar, por exemplo, pesquisas de satisfação sobre a criação de corredores exclusivos para veículos do transporte coletivo oferecido pela prefeitura. Nesta pesquisa os cidadãos foram apresentados aos objetivos do projeto de implantação dos corredores exclusivos e questionados quanto a sua opinião sobre a necessidade, percepção de eficiência e satisfação. Além dos gestores, os resultados destas pesquisas ficam à disposição da comunidade científica e dos cidadãos, para consultas futuras.

As notas técnicas são publicações oriundas de projetos realizados pelo corpo técnico da CET SP. O objetivo das notas técnicas é disseminar informações sobre o tipo de tecnologia utilizada e os caminhos percorridos desde a concepção do projeto até sua implementação, bem como os desafios pelos quais o projeto passou durante sua execução. As notas técnicas têm caráter informativo e orbitam aspectos de saúde e segurança no trânsito. Estas informações ficam disponíveis para a comunidade em formato de arquivos digitais. Os históricos de resultado dos projetos realizados podem ser utilizados para revisão de estratégias e como fundamentação para projetos futuros, reduzindo os riscos dos novos projetos.

O relatório denominado Ocorrências é também utilizado como fonte histórica de informações. Este relatório é atualizado pela equipe de agentes de trânsito envolvidos na comunicação com gestores e cidadãos. O objetivo é apresentar um resumo das principais ocorrências de trânsito relacionadas ao bloqueio e interdição de vias principais de trânsito. São informações utilizadas, por exemplo, em dias chuvosos, nos quais ocorrem interdições de vias por alagamentos, ou em situações nas quais obras que demandam ocupação de vias de tráfego provoquem situações de congestionamentos.

Assim entende-se que, à luz da atividade do gestor público municipal, informações relevantes à gestão do tráfego e à redução de velocidade no trânsito urbano estão disponíveis no portal de informações da companhia de engenharia de tráfego. O portal de informações, seus

relatórios e publicações podem ser úteis para a tomada de decisão se enquadrando, portanto, no contexto da cidade digital estratégica.

4.3.4 Análise da Variável D2 (Forma de Comunicação das Informações para Cidadãos)

Ao se analisar a comunicação das informações para os cidadãos, cabe explicar o que o presente trabalho trata por cidadão. Sendo São Paulo a maior metrópole brasileira entende-se que o cidadão desta cidade não é apenas o residente dentro limites municipais da capital paulista, mas sim todos aqueles que residem na região metropolitana ou que circulam rotineiramente pelas vias da cidade de São Paulo. Assim, o contexto de cidadão para esta análise extrapola os limites municipais, diferindo-se da definição de munícipe.

Na coleta de dados do presente estudo observou-se que a Prefeitura de São Paulo disponibiliza informações de trânsito aos cidadãos por meio do portal de informações da Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo (www.cetsp.com.br). As informações são gratuitas e podem ser acessadas via *internet*. Segundo a própria CET SP o objetivo é que os cidadãos tenham sempre “à mão” as informações de trânsito úteis ao seu dia a dia. O detalhamento e tipificação das informações disponíveis no portal serão abordadas nos itens subsequentes desta análise.

4.3.5 Análise da Variável E2 (Tipo de Comunicação das Informações para Cidadãos)

O presente trabalho apresentou no referencial teórico diversos problemas provocados pelo acúmulo de veículos nas vias públicas. Esta situação, por sua vez, decorre de uma frota crescente de veículos, muitas vezes estimulada por políticas de consumo, que precisam disputar espaço em uma infraestrutura insuficiente de ruas disponíveis à circulação destes veículos na cidade. A disputa pelo espaço nas vias públicas ocorre principalmente no início da manhã e no final da tarde. Estes são os períodos nos quais grande parte dos cidadãos fazem o deslocamento de casa para o trabalho e do trabalho para casa, respectivamente, ocupando as ruas e provocando congestionamentos e lentidão no escoamento do tráfego.

Os tipos de informação que a prefeitura de São Paulo disponibiliza aos cidadãos no portal de informações da Companhia de Engenharia de Tráfego, assim como as informações disponibilizadas para os gestores, podem ser classificadas em informações em tempo real e informações históricas. As informações históricas disponíveis no portal são as mesmas que ficam à disposição dos gestores, notas técnicas e boletins técnicos. Em primeira análise, não se

observa aplicação direta das informações históricas no dia a dia do cidadão usuário das vias de trânsito da cidade. Não se pode descartar, entretanto, a importância destas informações para fins de pesquisa.

As informações em tempo real disponibilizadas no portal de informações são acessíveis e de fácil interpretação. O objetivo, segundo a CET SP, é que o usuário não utilize seu tempo interpretando gráficos ou analisando tabelas, mas se preocupe com preparar sua rota e manter-se tranquilo no trânsito durante seu deslocamento diário. As informações em tempo real têm por objetivo facilitar o processo de decisão dos cidadãos em relação aos caminhos e horários de circulação. Isso dá ao cidadão não apenas o poder de decisão baseado em informações atualizadas, mas lhe dá oportunidade de otimizar seu tempo de deslocamento agregando valor à sua qualidade de vida. Entende-se, portanto, que a disponibilidade das informações em tempo real para os cidadãos faz parte do contexto da cidade digital estratégica.

4.3.6 Análise da Variável F2 (Nome da Comunicação das Informações para Cidadãos)

Neste tópico serão realizadas as análises da comunicação das informações para cidadãos, exemplificando como as informações são oferecidas pela prefeitura e sob qual nome esta informação é oferecida. Foi apresentado, nos itens anteriores, a diferença entre as informações em tempo real e as informações históricas. Desde modo, e apegando-se à premissa de que são as informações em tempo real que tem maior valor para o cidadão em seu processo de tomada de decisão para o trânsito, serão abordadas as comunicações em tempo real entre a prefeitura e os cidadãos, por meio do portal de informações da Companhia de Engenharia de Tráfego.

As mesmas informações que estão disponíveis aos gestores estão também disponíveis aos cidadãos. Entretanto, segundo a CET SP, o foco da informação para o cidadão é a rápida leitura e interpretação. Baseado nisso, além dos relatórios de informações sobre o trânsito, já abordados neste estudo, a prefeitura disponibiliza as informações para os cidadãos através dos seguintes itens: Notícias; Trânsito Agora; CET no Twitter; Olho Vivo.

Na figura 11 pode-se observar um recorte do portal de informações no qual é mostrado a plataforma de notícias sobre o trânsito. Esta plataforma é atualizada sempre que alguma ocorrência de trânsito tem potencial para afetar o tráfego nos eixos e corredores principais, sendo também utilizada para comunicar ocupação da via por equipes de manutenção, limpeza pública, etc. Estas informações são publicadas ao longo do dia, e ficam também armazenadas, sendo possível a consulta ao histórico de notícias.

Figura 12: Notícias no Portal de Informações de Trânsito

Notícias

22/03/2017

CET interdita o Túnel Ayrton Senna II para limpeza

A Companhia de Engenharia de Tráfego (CET) vai interditar o Túnel Ayrton Senna, sentido Centro, das 23h30 de quarta-feira (22/03) às 04h30 de quinta-feira (23/03), para limpeza a ser executada pela Prefeitura Regional Vila Mariana.

21/03/2017

CET interdita o Túnel Max Feffer para manutenção

A Companhia de Engenharia de Tráfego (CET) vai interditar o Túnel Max Feffer, na terça-feira (21/03) e quarta-feira (22/03), sempre das 23h30 às 04h30 do dia seguinte, para serviços de manutenção, a ser realizada pela Secretaria Municipal das Prefeituras Regionais.

21/03/2017

CET interdita parcialmente a Passagem sob a Praça Roosevelt

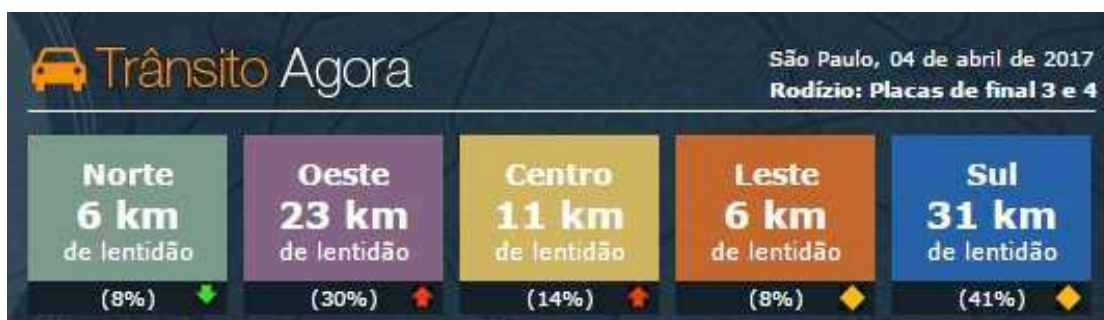
A Companhia de Engenharia de Tráfego (CET) vai interditar parcialmente a Passagem sob a Praça Franklin Roosevelt (ligação Leste x Oeste), em ambos os sentidos, das 23h30 desta terça-feira (21/03) às 04h30 de quarta-feira (22/03), para serviço de varrição e lavagem a serem executados pela Prefeitura Regional Sé.

Fonte: Portal de Informações CET SP (2017), adaptado pelo autor.

Sendo posicionada estrategicamente no centro da página inicial do portal de informações, as notícias são facilmente percebidas por se destacarem das demais informações.

A cidade de São Paulo, assim como outras grandes cidades do Brasil, é dividida em zonas Norte, Sul, Leste e Oeste e Centro. O cidadão pode consultar via portal de informações a condição do trânsito na região na qual pretende trafegar. As informações apresentadas na figura 12 abordam a divisão regional da cidade, a quantidade de quilômetros de lentidão nas vias da região e o percentual de representatividade desta lentidão no trânsito da cidade. Há marcadores coloridos em formato de “seta” que mostram a tendência de aumento ou redução da quantidade de quilômetros de lentidão na região. Todas as informações são atualizadas a cada três minutos, ou quando o usuário atualiza o portal de informações.

Figura 13: Relatório Trânsito Agora



Fonte: Portal de Informações CET SP (2017), adaptado pelo autor.

Cabe observar que além da informação da lentidão no trânsito da região da cidade, há também disponível a informação sobre a abrangência do rodízio municipal de veículos, mostrado na parte superior direita da figura 12.

Outra forma de abordagem ao cidadão que é utilizada é por meio da rede social *Twitter*. O *Twitter* é uma rede de comunicação baseada no uso de mensagens de texto curtas, de até cento e quarenta caracteres. Através destas mensagens de texto curtas a prefeitura divulga as notícias e ocorrências de trânsito da cidade. Estas notícias são mostradas também no portal de informações, conforme pode-se observar na figura 13.

Figura 14: CET no *Twitter*



Fonte: Portal de Informações CET SP (2017), adaptado pelo autor.

Os cidadãos da cidade de São Paulo são, em sua maioria, usuários do sistema de vias públicas de trânsito. Entretanto muitos destes usuários não conduzem seus próprios veículos

em seus deslocamentos diários, sendo usuários do sistema de transporte público da cidade. Em atendimento aos cidadãos usuários do ônibus do transporte público municipal a prefeitura disponibiliza informações sobre a velocidade média do transporte coletivo. Observa-se, na figura 14, as informações que a prefeitura disponibiliza em tempo real para o cidadão usuário do transporte coletivo.

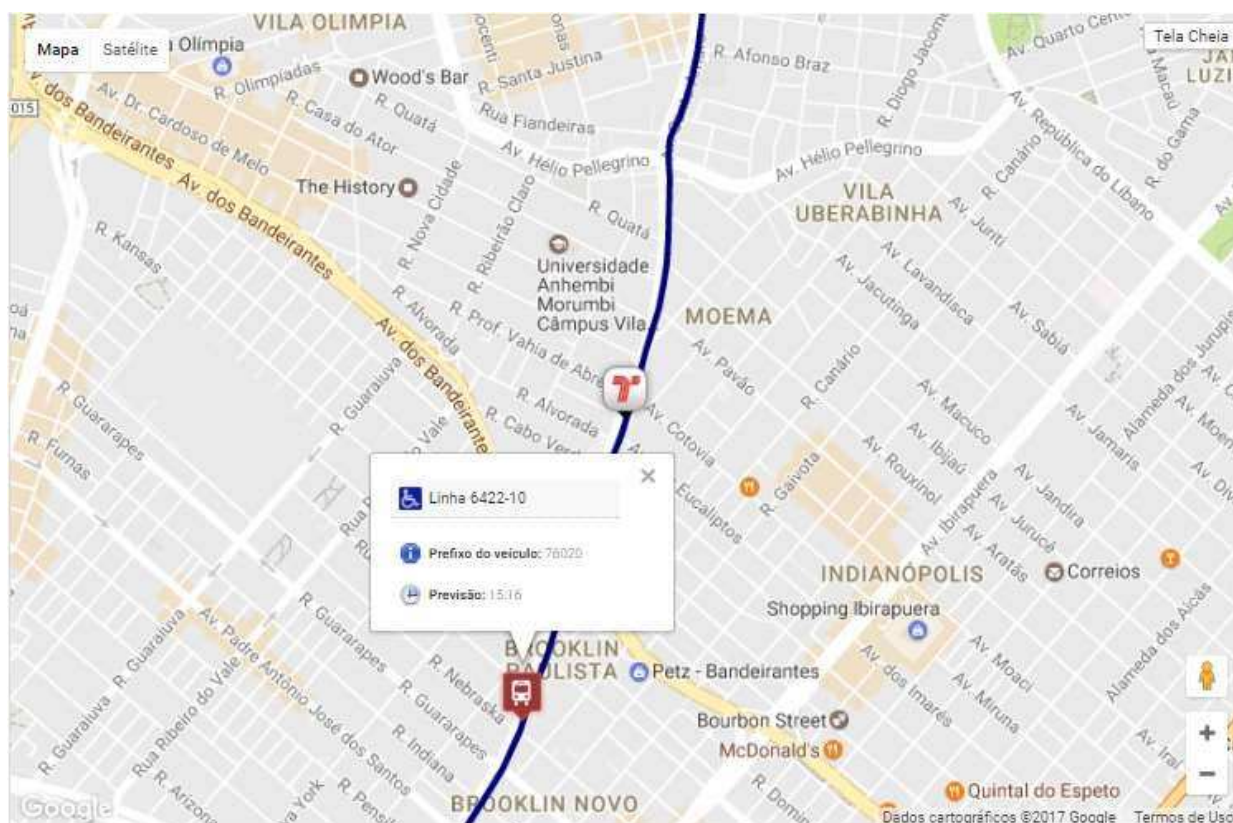
Figura 15: Olho Vivo no Portal de Informações de Trânsito



Fonte: Portal de Informações CET SP (2017), adaptado pelo autor.

Este relatório pode ser personalizado para um corredor específico, mostrando a posição do veículo de transporte coletivo no mapa da cidade, bem como o tempo até as próximas paradas. A duração da viagem até as próximas paradas é também atualizada em função do índice de lentidão e tendência de aumento ou redução de lentidão na região de circulação do veículo. A figura 14 apresenta um exemplo da informação referente ao transporte coletivo. Pode-se observar no mapa apresentado na figura 15 que há a identificação do veículo, a previsão de chegada do veículo no ponto de parada, informações sobre a linha do transporte coletivo, informação sobre a adaptação do veículo para embarque e transporte de pessoas com necessidades especiais, e o prefixo do veículo.

Figura 16: Mapa de Localização Transporte Público



Fonte: Portal de Informações CET SP (2017), adaptado pelo autor.

Observou-se que a prefeitura da cidade de São Paulo estabeleceu um canal viável de comunicação com os usuários do sistema de trânsito da cidade, oportunizando disponibilidade de informação para os cidadãos, facilitando a tomada de decisão e agregando valor à qualidade de vida dos cidadãos. Entende-se, portanto, que o processo de comunicação entre a prefeitura da cidade de São Paulo por meio do seu portal de informações de trânsito, se enquadra no contexto da cidade digital estratégica.

4.3.7 Síntese das Análises do Constructo 2

Ao se encerrarem as análises do constructo 2, faz-se, igualmente ao realizado no constructo 1, um apanhado dos resultados obtidos durante o estudo das variáveis.

Estudou-se a temática de trânsito no contexto da cidade digital estratégica, mais especificamente o subprojeto denominado Comunicação para Gestores e Cidadãos. O trabalho ateu-se aos processos de comunicação entre a prefeitura, os gestores municipais relacionados às atividades de trânsito e os cidadãos usuários do sistema de trânsito da cidade. Os processos

de comunicação estudados estão diretamente relacionados às tecnologias de informação e comunicação (TICs), e acontecem por meio do portal de comunicação de informações da Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo.

No trabalho desdobraram-se análises da comunicação entre a prefeitura e os gestores de trânsito, através das variáveis A2 – Forma de comunicação das informações para Gestores; B2 – Tipo de comunicação das informações para Gestores; C2 – Nome da comunicação das informações para Gestores. Da mesma forma, desdobraram-se variáveis para análise da comunicação entre a prefeitura e os cidadãos, nas variáveis D2 – Forma de comunicação das informações para cidadãos; E2 – Tipo de comunicação das informações para Cidadãos e F2 – Nome da comunicação em tempo real com cidadãos. Baseado nas análises do constructo 2 obteve-se os resultados apresentados no quadro 10.

Quadro 11 – Resultados do Constructo 2

Variável	Questão	Unidade
A2: Forma de comunicação das informações para Gestores	Existem informações a respeito da RVTU e o escoamento do tráfego para os gestores municipais?	Sim
B2: Tipo de comunicação das informações para Gestores	Quais os tipos de comunicação das informações para os gestores?	Histórica; Tempo Real
C2: Nome da comunicação das informações para Gestores	Como as informações são comunicadas aos gestores?	Mapa de Fluidez; Trânsito nas Principais Vias; Tendência de Lentidão por Eixo; Gráfico de Lentidão; Lentidão por Corredor; Ocorrências
D2: Forma de comunicação das informações para cidadãos	Existem informações a respeito da RVTU e o escoamento do tráfego para os cidadãos?	Sim
	As informações estão disponíveis à comunidade?	Sim

	Existe um canal/portal que centralize as informações aos de trânsito aos cidadãos?	Sim
E2: Tipo de comunicação das informações para os cidadãos	Como é a comunicação com o cidadão usuário das vias de trânsito?	Histórica; Tempo Real
F2: Nome da comunicação em tempo real com cidadãos	Quais informações em tempo real sobre a condição do tráfego estão disponíveis no canal/portal?	Notícias; Trânsito Agora; CET no Twitter; Olho Vivo

Fonte: o Autor (2017)

Verifica-se que a prefeitura de São Paulo estabeleceu um canal viável para centralizar as informações que são disponibilizadas aos gestores e aos cidadãos. A disponibilidade das informações históricas agrega valor ao processo de decisão estratégica dos gestores do município, pois possibilita que as decisões sejam tomadas fundamentadas em dados reais históricos sobre o trânsito da cidade. Da mesma forma, as informações em tempo real oferecidas aos gestores possibilitam decisões técnicas e operacionais cotidianas. Isso permite que os recursos envolvidos na operação do trânsito possam ser coerentemente utilizados de acordo com a real necessidade. Por sua vez, as informações em tempo real oferecidas aos cidadãos agregam valor à qualidade de vida das pessoas que as utilizam pois facilitam a decisão sobre quais os melhores horários e trajetos a serem percorridos no trânsito da cidade, oportunizando assim mais tempo disponível às suas atividades laborais, de lazer e com a família.

5. CONCLUSÃO

Nesta sessão do trabalho serão abordadas as conclusões obtidas durante a realização da pesquisa. Será realizada releitura dos objetivos específicos propostos para a pesquisa, bem como serão discutidas as contribuições e limitações da pesquisa, além das reflexões finais do trabalho.

O trânsito num grande centro urbano é um fator relevante no cotidiano da cidade pois afeta os cidadãos e implica em processos de gestão específicos para sua administração. Partindo desta premissa entende-se que o trânsito é fator importante na gestão urbana, com desdobramentos em diferentes segmentos da administração pública municipal. O trabalho foi desenvolvido com o intuito de entender os efeitos que a redução da velocidade no trânsito urbano provoca no escoamento do tráfego, e verificar também as relações entre o trânsito urbano e a cidade digital estratégica. Para o desenvolvimento do estudo foi elaborado um referencial teórico sobre os problemas que o trânsito provoca na cidade, os fenômenos relacionados às viagens dentro da cidade e projetos e modelos de redução de velocidade e escoamento de tráfego no trânsito urbano.

O crescimento da cidade fez com que parte da população estabelecesse seu domicílio em regiões cada vez mais afastadas do centro da urbe. Este fenômeno de crescimento criou a necessidade de deslocamento na cidade, as viagens na cidade, para que esta parcela da população pudesse sanar suas necessidades de trabalho, lazer, cultura, etc. Aliado a este fenômeno está o avanço da indústria automobilística brasileira e a criação de produtos de crédito que possibilitaram que o automóvel se tornasse o principal modo de transporte, e o mais desejado, no centro urbano. A grande quantidade de veículos automotores circulando na cidade se depara com a infraestrutura viária defasada provocando disputa pela ocupação do espaço, as vias de circulação ao tráfego.

Os cidadãos da capital paulista lidam diariamente com o trânsito, e os efeitos que as viagens na cidade provocam na qualidade de vida. A ocupação intensa das vias de tráfego provoca congestionamentos que, por sua vez, tomam uma porção do tempo diário dos cidadãos. Sob a ótica da gestão municipal, os congestionamentos provocam impactos sociais e econômicos. Os efeitos sociais podem ser observados quando cidadãos mudam seus hábitos, horários e trajetos de circulação na cidade em função do trânsito. Os aspectos econômicos podem também ser observados, indiretamente, ao se entender que a eficiência do transporte de cargas, pessoas, etc., é afetado pela baixa eficiência do tráfego na cidade. Por estas e outras razões os projetos de melhoria do trânsito são considerados importantes à luz da gestão urbana.

Durante a análise das variáveis propostas no estudo, pôde-se verificar que o escoamento do tráfego sofre influência da velocidade média com a qual os veículos circulam na via. Entretanto, esta relação não é direta. Num primeiro momento pode-se supor que ao se reduzir a velocidade de circulação numa via de tráfego reduz-se também a vazão de veículos na via. Como foi verificado neste estudo, esta suposição não é verdadeira. O estudo sobre a Avenida Vinte e Três de Maio, na zona sul da cidade de São Paulo, evidenciou que a redução da velocidade no trânsito urbano melhorou a condição do escoamento do tráfego. Isso pôde ser observado ao se verificar que o índice de retardamento do tráfego provocado pelos congestionamentos foi reduzido após a alteração do limite de velocidade da via de sessenta quilômetros por hora para cinquenta quilômetros por hora. Este fenômeno ocorre devido ao aumento da densidade do tráfego, ou seja, ao se reduzir a velocidade de circulação na via de trânsito os condutores dos veículos passam a circular mais próximos uns dos outros, ainda respeitando a distância de seguimento segura. Desta forma o ganho de eficiência obtido pela maior densidade do tráfego promove um aumento na vazão do tráfego na via.

Além da eficiência do trânsito, faz-se necessário que os cidadãos tomem conhecimento do trânsito, compreendendo a situação de momento que o trânsito apresenta e desta forma tomando decisões sobre horário, trajetos, formas de deslocamento na cidade. A partir disso o trabalho estudou a comunicação que a prefeitura promove sobre as informações do trânsito para os cidadãos. A administração municipal estabeleceu um canal viável que centraliza as informações em tempo real que agregam valor à qualidade de vida dos cidadãos, oportunizando decisões sobre sua inserção no trânsito da cidade. Além disso o trabalho também promoveu o estudo da comunicação das informações de trânsito para os gestores municipais. Pôde-se verificar que há informações disponíveis aos gestores, em nível estratégico, gerencial e operacional, que possibilitam decisões cotidianas e decisões relacionadas ao planejamento de políticas e estratégicas relacionadas ao trânsito. Estas informações são coletadas, processadas e comunicadas por meio de tecnologias de comunicação e informação (TICs), estabelecendo relação entre o trânsito e os projetos de cidade digital estratégica. Conclui-se, portanto, que há relação entre o trânsito, e os fenômenos e processos de redução de velocidade no trânsito urbano, com a cidade digital estratégica.

Pode-se, portanto, a partir do exposto nas conclusões do trabalho, responder à questão problema. A redução de velocidade no trânsito urbano afeta o escoamento do tráfego na cidade e estabelece relação com a cidade digital estratégica, provocando efeitos positivos na dinâmica do trânsito na cidade. As tecnologias de informação e comunicação aplicadas à comunicação

com gestores e cidadãos oferecem benefícios e facilitam à tomada de decisão, dando oportunidade para a melhoria da qualidade de vida e bem-estar na cidade.

5.1 RESGATE DOS OBJETIVOS

Para a realização do presente trabalho foi estabelecido um objetivo principal:

“O objetivo geral deste trabalho é estudar a redução de velocidade no trânsito urbano (RVTU) e suas relações com a Cidade Digital Estratégica. ”

O objetivo principal foi desdobrado em objetivos secundários, os quais são descritos a seguir:

- a) Analisar modelo de escoamento de tráfego em via urbana;
- b) Estudar a relação entre a variação de velocidade no trânsito e o escoamento do tráfego;
- c) Estudar a temática do trânsito dentro da Cidade Digital Estratégica;
- d) Avaliar e documentar as relações entre o trânsito urbano e a Cidade Digital Estratégica.

Ao se resgatar os objetivos do trabalho verifica-se que todos foram satisfeitos durante a elaboração do trabalho. Foram descritos os fenômenos e problemas mais comuns do trânsito dos grandes centros, sendo também apresentados informações e projetos sobre redução de velocidade no trânsito urbano. Foi analisado o modelo de escoamento do tráfego como um fluido compressível, descrito no referencial teórico e desenvolvido durante as análises no capítulo 4. Foi realizado o estudo da temática do trânsito dentro da cidade digital estratégica e avaliadas e documentadas as relações entre o trânsito urbano e a cidade digital estratégica, por meio do projeto de comunicação com gestores e cidadãos.

A análise do escoamento do trânsito como fluido compressível, a partir das equações clássicas da mecânica dos fluidos, trouxe à discussão os efeitos da variação de velocidade do escoamento (velocidade do trânsito nas vias) na vazão do tráfego. Desta forma pôde-se verificar que a redução de velocidade no trânsito urbano não é prejudicial ao escoamento do tráfego, e ao contrário do que se poderia supor, torna-se benéfico e otimiza a vazão do trânsito.

A trânsito faz parte das temáticas da administração municipal. Sendo assim, o trânsito é também temática da cidade digital estratégica, uma vez que o assunto pode ser trabalhado pela administração municipal, fazendo-se uso de ferramentas digitais e tecnologias de informação e comunicação (TICs) para que os cidadãos tenham maior acesso à informação para tomada de

decisão e participem da administração da cidade. Neste contexto a pesquisa trouxe o exemplo das ferramentas de tecnologia aplicadas à comunicação para gestores e cidadãos, satisfazendo as características que o enquadram como projeto de cidade digital estratégica.

Com os resultados e discussões apresentados neste trabalho, entende-se que os objetivos foram plenamente atendidos.

5.2 CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA

Os problemas relacionados à dificuldade de deslocamento na cidade estão intimamente relacionados à vida dos cidadãos e ao trabalho dos gestores municipais. Esta pesquisa contribui para a academia, para a sociedade e também para a gestão urbana.

Para a academia, pois os resultados e conclusões obtidos neste estudo poderão ser utilizados como fonte de informações para novos estudos e novos desdobramentos. O referencial teórico elaborado e as análises e conclusões deste trabalho poderão ser base para novos projetos de pesquisa relacionando o trânsito urbano, a cidade digital estratégica e a gestão urbana. Inclui-se aqui o programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana, que pode usufruir desta pesquisa para projetos futuros. A pesquisa ainda agrega à comunidade acadêmica e científica ao vincular a temática de trânsito com a cidade digital estratégica no projeto de comunicação com gestores e cidadãos. Evidenciou-se que as informações oferecidas pela prefeitura têm valor na tomada de decisão do cotidiano das pessoas em relação ao trânsito urbano. Deste modo vê-se como a cidade digital pode influenciar também questões sociais na vida das pessoas por meio da interação entre a administração municipal e os cidadãos. Ainda, fica evidente como os projetos de comunicação da cidade digital estratégica apoiam os gestores públicos municipais em relação às suas tomadas de decisão com informações atualizadas, podendo servir ao bem-estar da população.

Para a sociedade, pois esclarece algumas dúvidas acerca dos projetos de redução de velocidade no trânsito urbano, trazendo à luz a verdade sobre as vantagens no deslocamento e na segurança dos cidadãos que circulam por regiões da cidade que passaram por projetos de redução de velocidade no trânsito. Aliado a isso, a pesquisa também mostra as iniciativas da prefeitura municipal em divulgar seus projetos, e os recursos que facilitam a vida dos cidadãos inseridos no contexto do trânsito.

E finalmente esta pesquisa agrega valor à gestão urbana, pois mostra que os projetos de redução de velocidade no trânsito urbano são uma opção viável a melhoria do escoamento do tráfego na cidade. Ademais, com melhor eficiência no escoamento do trânsito urbano a cidade

pode ser influenciada social e economicamente. Assim os projetos de redução de velocidade no trânsito urbano ficam inseridos no contexto da cidade como uma ferramenta útil para melhoria da qualidade de vida dos cidadãos. Os gestores públicos municipais e os cidadãos podem usufruir dos benefícios que os projetos de RVTU promovem à cidade.

5.3 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Este trabalho limitou-se a avaliar o fenômeno da redução de velocidade no trânsito urbano de uma via expressa da capital paulista. Entende-se que o trânsito é um fenômeno complexo de interseções e interações entre vias, fenômenos estes que podem ser estudados em novas pesquisas. A pesquisa analisou a vazão de veículos em uma avenida da cidade de São Paulo. Porém, a vazão de veículos não reflete diretamente a vazão de pessoas transitando pelas vias. O estudo verificou que quanto menor o comprimento médio dos veículos maior tende a ser a vazão do tráfego na via. Entretanto, a redução do tamanho do veículo reduz também sua capacidade de transportar pessoas. Desta forma entende-se que há limitação da pesquisa quanto à circulação de pessoas pelas de trânsito. Foram analisadas também as relações entre o trânsito urbano e a cidade digital estratégica foram avaliadas em relação ao projeto denominado Comunicação com Gestores e Cidadãos. Assim foram avaliadas as formas de comunicação por meio de sistemas de tecnologia de informação e comunicação (TICs) oferecidos pela CET SP em seu portal de comunicação de informações.

5.4 TRABALHOS FUTUROS

Apresentadas as contribuições e limitações da pesquisa, propõe-se aqui desdobramentos para trabalhos futuros. Sugerem-se futuros estudos sobre os fenômenos relacionados a redução de velocidade no trânsito urbano. As relações entre a redução de velocidade no trânsito e a percepção do cidadão sobre a vantagem ou desvantagem desta redução; o estudo de projetos de redução de velocidade no trânsito para cidades de médio porte; o estudo da vazão ou circulação de pessoas pelas vias de trânsito em relação à vazão de veículos; o estudo de projetos de cidade digital estratégica relacionados ao trânsito na cidade; a aplicação de tecnologias de informação e comunicação na gestão do trânsito da cidade e a participação do cidadão. Estes possíveis desdobramentos, bem como outros que possam surgir, podem agregar informações relevantes

à sociedade e a comunidade científica, e oferecer novas formas de os gestores públicos municipais observarem o trânsito e as tecnologias relacionadas ao trânsito.

REFERÊNCIAS

ALBERTI, Lis Gracieli. **Planejamentos municipais e suas relações com a cidade digital estratégica**: Prefeitura Municipal de Pinhais-PR. 2014. 159 p. Dissertação (Mestrado em Gestão Urbana) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná. 2014.

ANDRADE, Maria Margarida de. **Introdução à metodologia do trabalho científico**. 10.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

Agenda 21. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21>>. Acesso em: 30 set 2016.

ANFAVEA. Anuário da Indústria Automobilística Brasileira 2017. São Paulo, mar, 2017.

ANFAVEA. Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores. Disponível em <<http://www.anfavea.com.br/>> Acesso em fev/2017.

ÂNTICO, Cláudia. **Onde Morar e Onde Trabalhar**: Espaço e Deslocamentos Pendulares na Região Metropolitana de São Paulo. Campinas, SP, 2002.

AZEREDO, L.E. **Riscos, perigos e acidentes**. Por vias seguras: Associação brasileira de prevenção de acidentes de trânsito. 2007. Disponível em: < http://www.vias-seguras.com/layout/set/print/comportamentos/direcao_defensiva_manual_denatran/riscos_perigos_e_acidentes> Acesso em 25 abr 2016.

BALBINOT, Amanda B.; ZARO, Milton A.; TIMM, Maria I. Funções psicológicas e cognitivas presentes no ato de dirigir e sua importância para os motoristas no trânsito. **Revista Ciência e Cognição**, Vol. 16, publicado *on line* em 31 de agosto de 2011.

BEUREN, Ilse Maria; COLAUTO, Romualdo Douglas. In. Beuren. **Como elaborar Trabalhos Monográficos em Contabilidade**: Teoria e Prática. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

BOARETO, R. A política de mobilidade urbana e a construção de cidades sustentáveis. **Revista Ciência e Ambiente** n.37, Santa Maria: Ed. UFSM, 2008.

BRASIL. **Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997**. O Código de Trânsito Brasileiro. <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9503.htm>, acessado em 22 de outubro de 2016.

BRASIL. SUS – Sistema Único de Saúde - Ministério da Saúde. **Estatísticas Nacionais**. Governo Federal, 2016.

BRUNETTI, Franco. **Mecânica dos Fluidos**. São Paulo: Ed. Pearson, 2005.

CANO, Wilson. Questão Regional e Urbanização no desenvolvimento econômico brasileiro pós 1930. Anais do VI Encontro ABEP, 1988.

CASTELLS, Manuel; BORJA, Jordi. As cidades como atores políticos. Novos Estudos CEBRAP n. 45, p. 152-166, jul.1996. Disponível em: <http://novosestudios.uol.com.br/v1/files/uploads/contents/79/20080626_as_cidades_como_atores.pdf>. Acesso em: 27 jun 2016

CASTELLS, Manuel; **A Sociedade em Rede. A era da Informação: economia, sociedade e cultura**. 8 ed. São Paulo: Paz e Terra, 2005.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino. **Metodologia Científica**, 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CONTRAN. Conselho Nacional de Trânsito. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/index.php/contran>> Acesso em mar/2017.

COSTA, M. S. **Um Índice de Mobilidade Urbana Sustentável**. Tese (Doutorado). Escola Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2008.

COSTA, H. S. de M. **Novas periferias metropolitanas: a expansão metropolitana em Belo Horizonte**. Belo Horizonte, Arte, 2006.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: método qualitativo, quantitativo e misto**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DAGANZO, C.F., *Urban gridlock: macroscopic modeling and mitigation approaches*. *Transportation Research, Livingston; 2006*.

DAVIS, M. **Planeta favela**. São Paulo: Boitempo, 2006.

DENATRAN. Departamento Nacional de Trânsito. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/index.php/>> Acesso em mar/2017.

DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS, City of Sunnyvale: Neighborhood Traffic Calming. Out, 2002.

DETRAN. Departamento Estadual de Trânsito. Disponível em: <<http://portaldetrans.com.br/category/detrans-sp-sao-paulo/>> Acesso em mar/2017.

DRENNEN, Emily: *Economic Effects of Traffic Calming on Urban Small Business*. Department of Public Administration, San Francisco State University, dez, 2003.

FACHIN, Odília. **Fundamentos de metodologia**. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

FERNANDES, Ricardo; GAMA, Rui: *Cidade Digital vs Cidade Inteligente: Estratégias de Desenvolvimento Socioeconômico e/ou de Marketing Territorial*. Actas do 2º Congresso Luso-brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integral e Sustentável. Universidade de Minho. Braga, set 2006.

FHA. *Federal Highway Administration*. Disponível em < <https://www.fhwa.dot.gov/> > Acesso em jun/2016.

FILDES, B.N.; RUMBOLD, G. LEENING, A: *Speed Behaviour and Drivers Attitude to Speeding*. Report n. 16, Accident Research Center, Monash University, Austrália, jun 1991.

FOX, Robert W.; MCDONALD, Alan T. **Introdução à Mecânica dos Fluidos**. 5 ed. São Paulo: Ed. LTC, 2004

FOX, Robert W.; MCDONALD, Alan T.; PRITCHARD, Philip J. **Introdução à Mecânica dos Fluidos**. 8 ed. São Paulo: Ed. LTC, 2015.

FLORES, Carla Cavichiolo. **Twitter como recurso tecnológico para contribuição na cidade digital estratégica**: o estudo de caso da Prefeitura Municipal de Curitiba. 2014. 166 p. Dissertação (Mestrado em Gestão Urbana) – Pontifca Universidade Católica do Paraná. 2014.

FREITAG, Barbara. **Cidade e Cidadania**. Rio de Janeiro: Edições Tempo Brasileiro Ltda, 2002.

GARROD, Guy D.; SCARPA, Riccardo; WILLIS, Kenneth G: *Estimating the benefits of traffic calming on through routes*. *Journal of Transportaion Economics and Policy*, Vol. 36, Part 2, p. 211-231. 2002.

GEROLIMINIS, Nikolas; DAGANZO, Carlos F.: *Macroscopic modelling of traffic in cities*. Institute of Transportation Studies, 86th Annual Meeting of Transportation Research Board. Whashington D.C., jan 2007.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de Pesquisa**. 3. ed, São Paulo, Atlas, 1991.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de Pesquisa**. 4. ed, São Paulo, Atlas, 2002.

GRAHAM, II. J. W. **Authenticating Public Access Networking**. Novembro 2002, Providence, Rhode Island, USA.

GOOGLE EARTH, disponível em < <https://www.google.com.br/intl/pt-PT/earth/>> Acesso em fev 2017.

GUATTARI, Félix. **Caosmose: um novo paradigma ético**. São Paulo: Ed. 34, 1993.

GUERREIRO, Evandro Prestes. **Cidade digital: infoinclusão social e tecnologia em rede**. 1º ed. São Paulo, Senac, 2006. 351 p.

GUERRERO, Omar. *Las políticas públicas antes de las ciencias de las políticas*. **Gestión y política pública**, v.VI, n.2.p.257-282.1997.

HARVEY, D. **A condição pós-moderna**. São Paulo, Loyola, 1992

HERMAN, R., PRIGOGINE, I., *A two-fluid approach to town traffic*. **Science** n. 204, p.148–151, 1979

HERMAN, R.; ARDEKANI, S. A., *Characterizing Traffic Conditions in Urban Areas*. **Transportation Science**, Vol. 18, n.. 2, 1984.

HUHNE, Leda Miranda; GARCIA, Ana Maria; SOLIS, Dirce Eleonora; et al. **Caderno de textos e técnicas**. 7. ed. Rio de Janeiro: Agir, 1999.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br/home/>> Acesso em mar/2017

ITE-Institute os Transportation Engineering. Traffic Calming measures. Disponível em: <www.ite.org>. Acesso em mai/2016.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia Científica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos da Metodologia Científica: Técnicas de Pesquisa**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LAUDON, Kenneth C.; LAUDON, Jane Price. **Sistemas de informação**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC- Livros Técnicos e Científicos S.A., 1999.

LEMOS, A. **Cidade digital**: portais, inclusão e redes no Brasil. Salvador: EDUFBA, 2007.

LEVINSON, David; KUMAR, Ajay. *Density and the journey to work. Growth and Change - A Journal of Urban and Regional Policy*, USA, v.28, n.2, 1997.

LEVY, Pierre. **Cibercultura**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora 34, 1999.

LEVY, Evelyn; Drago, Pedro Anibal. **Gestão pública no Brasil contemporâneo**. 1. ed. São Paulo: FUNDAP, 2005. 448 p.

LIMONAD, Ester: Reflexões sobre o espaço urbano e a urbanização. **Revista GEOgraphia**, Ano 1, n° 1, 1999.

MAHMASSANI, H., WILLIAMS, J. C., HERMAN, R. *Performance of urban traffic networks*. In: *10th Int. Symp. on Transportation and Traffic Theory*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, 1987.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de Pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003

MARTINS, Paulo Emílio; PIERANTI, Octavio Penna. **Estado e gestão pública**: visões do Brasil contemporâneo. 2.ed. Rio de Janeiro. Editora FGV, 2007.

MEDEIROS, João Bosco. **Redação Científica**: A Prática de Fichamentos, Resumo, Resenha. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

MEIRELLES, A.A.C. Traffic Calming: Um conjunto de medidas para amenizar os impactos do tráfego em áreas urbanas. In: Congresso da Associação Nacional de Transportes Públicos. Anais, São Paulo, 1996.

MELLO. Jorge, M. H. P.; GAWRYSZEWSKI, V. P.; LATORRE, M. R. D. O., 1999. Análise dos dados de mortalidade. **Revista de Saúde Pública**, n. 31. p.5-25.

MITCHELL, W. J; CASALEGNO, F. *Connected Sustainable Cities*. 2008. Disponível em: <http://www.connectedsustainablecities.com/downloads/connected_sustainable_cities_chapte_2.pdf> Acesso em: 11 fev 2017

MONTE-MOR, R. L. **Outras fronteiras: novas espacialidades na urbanização brasileira.** Belo Horizonte: Editora C/ Arte, 2005.

MOURA, Rosa; CASTELLO BRANCO, Maria Luisa Gomes; FIRKOWSKI, Olga Lúcia C. de Freitas; Movimento pendular e perspectiva de pesquisas em aglomerados urbanos. **Revista São Paulo em Perspectiva**, Vol 19, publicado em dez 2005.

OJIMA, Ricardo. Dimensões da urbanização dispersa e proposta metodológica para estudos comparativos: uma abordagem socioespacial em aglomerações urbanas brasileiras. **Revista Brasileira de Estudos Populacionais.**, São Paulo, v. 24, n° 2, jul./dez. 2007.

OJIMA, Ricardo; SILVA Robson Bonifácio; PEREIRA, Rafael H. Moraes; **A Mobilidade Pendular na Definição das Cidades Dormitório:** caracterização sócio-demográfica e novas territorialidades no contexto da urbanização brasileira. Núcleo de Estudos de População (NEPO/Unicamp), Campinas, SP, 2010.

OLIVEIRA, D. P. R. **Sistema, Organização e Métodos:** uma abordagem gerencial. 14 ed. São Paulo: Atlas, 2004.

PEREIRA, Rafael Henrique Moraes. Estrutura Urbana e Deslocamentos Pendulares: localização relativa de empregos e trabalhadores na Região Metropolitana de Campinas. XVI Encontro Nacional de Estudos Populacionais, Caxambu, MG, 2008.

PEREIRA, Rafael Henrique Moraes. **Processos socioespaciais, reestruturação urbana e deslocamentos pendulares na Região Metropolitana de Campinas.** 2008. Dissertação (Mestrado em Demografia) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

PLANNING AND TRANSPORTATION COMMISSION; Transportation Division Staff Report: revisions to the neighborhood traffic calming program. 12 mai 2003.

PONTUAL, V.; LEITE, J. Da cidade real à digital: a *flânerie* como uma experiência espacial na metrópole do século XIX e no ciberespaço do século XXI. **Revista FAMECOS**, Porto Alegre, n.30, p.99-105, ago.2006

PORTLAND, *Electric vehicle infrastructure drives Portland's economy and environment*, 2011

PORTUGAL, Licínio Silva; GOLDNER, Lenise Grando, **Estudos de Polos Geradores de Tráfego e de Seus Impactos nos Sistemas Viário e de Transporte**. São Paulo; Blucher, 2003.

REZENDE, Denis Alcides. **Planejamento de estratégias e informação municipais para cidade digital**: Guia para projetos em prefeituras e organizações públicas. São Paulo: Atlas, 2012.

REZENDE, Denis Alcides. **Planejamento estratégico**: público ou privado. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2015. 178 p.

REZENDE, Denis Alcides; CASTOR, B. V. J. **Planejamento estratégico municipal**: empreendedorismo participativo nas cidades, Prefeituras e organizações públicas. 2. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2006.

SANTOS, Antonio Raimundo dos. **Metodologia científica**: a construção do conhecimento. 6 ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2004.

SANTOS, Milton. **Metrópole corporativa e fragmentada**: o caso de São Paulo. São Paulo, Nobel, 1990.

SÃO PAULO - CET SP. Companhia de Engenharia de Tráfego, **Relatório de Trânsito**: Diretoria de Planejamento, Projetos e Segurança no Trânsito, São Paulo, SP, 1983.

SÃO PAULO - CET SP. Companhia de Engenharia de Tráfego, **Segurança Viária e Redução de Velocidade**: Diretoria de Planejamento, Projetos e Segurança no Trânsito, São Paulo, SP, fev 2015.

SÃO PAULO - CET SP. Companhia de Engenharia de Tráfego, **Pesquisa de Monitoração da Mobilidade, 2013**: Diretoria de Planejamento, Projetos e Segurança no Trânsito, São Paulo, SP, ago 2014.

SÃO PAULO - CET SP. Companhia de Engenharia de Tráfego, **Pesquisa de Monitoração da Mobilidade, 2014**: Diretoria de Planejamento, Projetos e Segurança no Trânsito, São Paulo, SP, ago 2015.

SÃO PAULO - CET SP. Companhia de Engenharia de Tráfego, **Pesquisa de Monitoração da Mobilidade, 2015**: Diretoria de Planejamento, Projetos e Segurança no Trânsito, São Paulo, SP, set 2016.

SÃO PAULO - CET SP; **Portal de Informações da Companhia de Engenharia de Tráfego**: disponível em: <<http://www.cetsp.com.br/>>. Acesso em 13 abr 2017

SMEED, R. J. *Traffic Studies and Urban Congestion. Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 2, n. 1. 1968.

SOBREIRA, Daniel Pessini. **A metrópole e seus deslocamentos populacionais cotidianos: o caso do deslocamento pendular na Região Metropolitana de Campinas**. Dissertação (Mestrado) Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade de Campinas, Campinas, 2007

SOUTO, A. A.; DALL'ANTONIA, J. C.; HOLANDA, G. M. **As cidades digitais no mapa do Brasil: uma rota para a inclusão digital**. Brasília, DF: Ministério das Comunicações, 2006. P. 12-60.

SOUZA, D. B. **Globalização: a mão invisível do mercado mundializada nos bolsões da desigualdade social**. *Boletim Técnico do SENAC*, Rio de Janeiro, v. 22, n. 2, maio/ago. 1996.

THOMSON, J. M. *Speeds and Flows of Traffic in Central London: 1. Sunday Traffic Survey. Traffic Engineering and Control*, Vol. 8, n. 11, 1967.

TURBAN, Efrain; RAINER, Kelly Junior; POTTER, Richard E. **Administração de tecnologia da informação**. 4 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. 618 p.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara. **Transporte urbano, espaço e equidade: análise das políticas públicas**. São Paulo: Annablume, 2001.

VILAÇA, Flavio. **Espaço intra-urbano no Brasil**. São Paulo, Studio Nobel – FAPESP 1998.

VIRILIO, Paul. *La vitesse de libération*. Paris: Galilée, 1995.

WARDROP, J. G. *Some Theoretical Aspects of Road Traffic Research. Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, Vol. 1, Part 2, 1952.

WORLD HEALTH ORGANIZATION: *Global Status Report on Road Safety 2015*. website www.who.int, WHO Press, World Health Organization, 20 Avenue Appia, 1211 Geneva 27, Switzerland, 2016,

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

ZAHAVI, Y. *Traffic Performance Evaluation of Road Networks by the α -Relationship*. *Traffic Engineering and Control*, Vol. 14, n. 5, 1972