

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – UFPB
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DIOGO DE MEDEIROS GOUVEIA

**POLOS GERADORES DE TRÁFEGO:
ESTUDO DO IMPACTO DE UM EDIFÍCIO DE USO MISTO EM JOÃO PESSOA**

JOÃO PESSOA

2017

DIOGO DE MEDEIROS GOUVEIA

**POLOS GERADORES DE TRÁFEGO:
ESTUDO DO IMPACTO DE UM EDIFÍCIO DE USO MISTO EM JOÃO PESSOA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba como requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Pablo Brilhante de Sousa

JOÃO PESSOA

2017

G719p Gouveia, Diogo de Medeiros

Polos geradores de tráfego: estudo do impacto de um edifício de uso misto em João Pessoa./ Diogo de Medeiros Gouveia. – João Pessoa, 2017.

57f. il.:

Orientador: Prof. Dr. Pablo Brilhante de Sousa.

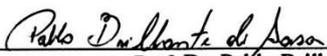
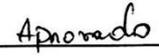
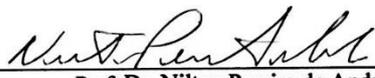
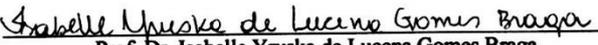
Monografia (Curso de Graduação em Engenharia Civil) Campus I - UFPB / Universidade Federal da Paraíba.

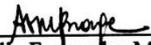
FOLHA DE APROVAÇÃO

DIOGO DE MEDEIROS GOUVEIA

**POLOS GERADORES DE TRÁFEGO:
ESTUDO DO IMPACTO DE UM EDIFÍCIO DE USO MISTO EM JOÃO PESSOA**

Trabalho de Conclusão de Curso em 06/06/2017 perante a seguinte Comissão Julgadora:

 _____ Prof. Dr. Pablo Brilhante de Sousa Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB	 _____ APROVADO
 _____ Prof. Dr. Nilton Pereira de Andrade Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB	 _____ APROVADO
 _____ Prof. Dr. Isabelle Yruska de Lucena Gomes Braga Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB	 _____ APROVADO



Profa. Ana Cláudia Fernandes Medeiros Braga
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

RESUMO

A proliferação de edifícios de uso misto (comercial e escritórios), conhecidos como polos geradores de tráfego, em meio urbano vem sendo um motivo de preocupação por parte dos órgãos de trânsito e de transportes e das empresas privadas que atuam no setor devido à grande quantidade de viagens que geram e atraem, causando assim impactos negativos no sistema viário e de transporte da cidade. Para evitar grandes impactos que os polos geradores de tráfego podem causar, as legislações de cidades brasileiras vêm ao longo dos anos dedicando atenção a esses empreendimentos, exigindo requisitos e estudos para os processos de licenciamento dos mesmos. A fim de ilustrar o impacto que um edifício misto pode causar sobre o tráfego no seu entorno, este estudo reúne dados de um empreendimento desse tipo em João Pessoa-PB e contagens de veículos em seu entorno antes dele estar funcionando. Em seguida, aplica-se a metodologia da CET-SP para estimar a demanda de carros do empreendimento quando ele estiver funcionando. A partir desses dados, simulam-se três cenários de tráfego no entorno do empreendimento com o *software* TSIS (*Traffic Software Integrated Simulation*). O primeiro cenário é composto de dados anteriores ao prédio estar funcionando, o segundo cenário é composto dos dados do primeiro cenário mais a demanda gerada pelo empreendimento estimada pela metodologia da CET-SP, e o terceiro cenário é composto dos dados do segundo cenário mais uma estimativa do aumento da frota de veículos baseada em dados do DETRAN-PB. Por fim, comparam-se os resultados dos três cenários através do *delay time* e da espera total para cada trecho da rede estudada. Desta forma, foi possível perceber o incremento da demanda no sistema viário causado pelo empreendimento e verificar a necessidade de alterações, seja de infraestrutura ou comportamentais para melhoria no deslocamento da população.

Palavras Chave: Polo gerador de tráfego, edifício de uso misto, congestionamento.

ABSTRACT

The fast increase in number of mixed use buildings (shopping and office), known as traffic generator poles, in urban areas has been a major of concern for traffic and transportation authorities and for private companies which work in transportation area. This concern is due to the high number of trips attracted and generated by those poles that causes negative impacts on city's road and transportation system. In order to avoid great impacts caused by traffic generator poles, some of Brazilian cities law have been dedicating its attention to those types of facilities and requiring some features and studies on its implementation. In order to illustrate the impact caused by a mixed building on its around traffic, this study reunion data of mixed use building located in João Pessoa-PB and vehicle counts on its around before it is built. On following, it is applied CET-SP methodology to estimate building's cars demand when it gets running. Based on these data, it is simulated three different traffic settings around this building using TSIS (Traffic Software Integrated Simulation). The first setting is based on counts performed before the facility is built. The second setting is based on first data setting plus facility's car demand. The third setting is based on the second setting plus an estimating increase of car fleet based on DENTRAN-PB's data. For last, results from simulation are compared using delay time and waiting time as the parameters. Therefore, it was possible to realize the additional demand on road's system due to the PGT and to verify necessary changes on road's infrastructure or on people's behavior in order to improve population's transportation.

Keywords: traffic generator poles, mixed use building, traffic jam.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Dimensões de produção de viagens por um PGT.	7
Figura 2 – Processo de Licenciamento em João Pessoa.....	10
Figura 3 – Sistemática de Aprovação em São Paulo.....	13
Figura 4 – Sistemática de Aprovação em Belo Horizonte.....	15
Figura 5 – Sistemática de Aprovação em Curitiba.....	16
Figura 6 – Processo de Licenciamento de PGTs em Fortaleza.	17
Figura 7 – Metodologia de Avaliação de Impactos de <i>Shopping Centers</i> no Sistema Viário..	20
Figura 8 – Fluxograma de análise de impacto no sistema viário devido a implantação de um PGT.....	23
Figura 9 – Acessos e saídas do empreendimento.	30
Figura 10 – Localização do empreendimento.....	31
Figura 11 – Localização do autor e parceiro na primera etapa da coleta de dados.	32
Figura 12 – Localização do autor e parceiro na segunda etapa da coleta de dados.....	34
Figura 13 – <i>Design</i> da malha viária.....	37
Figura 14 – Resultados da simulação 1º cenário.	39
Figura 15 – Resultados da simulação 2º cenário.	40
Figura 16 – Resultados da simulação 3º cenário,	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Sistema viário - Estacionamento	11
Tabela 2 – Parâmetros de classificação de PGV em São Paulo	12
Tabela 3 – Parâmetros de classificação de PGT em Belo Horizonte	14
Tabela 4 – Divisão modal de viagens por níveis de acessibilidade da região	24
Tabela 5 – Fator de pico de autos	24
Tabela 6 – Contagem de veículos da Rua José Alexandre de Lira.....	33
Tabela 7 – Contagem de veículos da Rua Empresário João Rodrigues Alves	33
Tabela 8 – Tempos de sinal	33
Tabela 9 – Contagem de veículos da Rua Antônio Miguel Duarte	35
Tabela 10 – Estimativa de veículos por dia	36
Tabela 11 – Equivalência em carros de passeio	38
Tabela 12 – Volume de veículos da Rua José Alexandre de Lira	38
Tabela 13 – Volume de veículos da Rua Empresário João Rodrigues Alves	38
Tabela 14 – Volume de veículos da Rua Antônio Miguel Duarte	39
Tabela 15 – Percentual de volumes demandados	39
Tabela 16 – Evolução da frota em 11 anos na Paraíba.....	40
Tabela 17 – <i>Delay time</i>	41
Tabela 18 – Percentuais de aumento do <i>delay time</i>	42
Tabela 19 – Quantidade total de veículos.....	42
Tabela 20 – Espera total de veículos	43
Tabela 21 – Aumento da espera total de veículos	43

LISTA DE SIGLAS

AC – Área Construída Computável
AOP – Análise de Orientação Prévia
AMC – Autarquia Municipal de Trânsito
BHTRANS – Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte S.A.
CNDU – Comissão Normativa de Desenvolvimento Urbano
CPPD – Comissão Permanente de Avaliação do Plano Diretor
CET – Companhia de Engenharia de Tráfego
COMAM – Conselho Municipal de Meio Ambiente
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
CORSIM – *Corridor Simulation*
CTB – Código de Trânsito Brasileiro
DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito
DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura e de Transportes
DSV – Departamento de Operações do Sistema Viário
EIA – Estudo de Impacto Ambiental
ITE – *Institute of Transportation Engineering*
PGV – Polo Gerador de Viagem
PGT – Polo Gerador de Tráfego
RIMA – Relatório de Impacto Ambiental
SEINF – Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Infraestrutura
SEPLAN – Secretaria de Planejamento
SEL – Secretaria Municipal de Licenciamento
SMT – Secretaria Municipal de Transportes
SEMAM – Secretaria Municipal de Meio Ambiente
STTRANS – Superintendência de Transportes e Trânsito
SEMOB – Superintendência Executiva de Mobilidade Urbana
TRAD – Termo de Recebimento e Aceitação Definitivo
TSIS – *Traffic Software Integrated Simulation*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos do Trabalho	2
1.1.1 Objetivo Principal	2
1.1.2 Objetivo Específico	2
1.3 Justificativa	3
1.4 Estrutura do Trabalho	3
2. POLOS GERADORES DE TRÁFEGO	5
2.1 Definição.....	5
2.2 Classificação	6
2.3 Área de influência.....	6
2.4 Geração de viagens	7
2.5 Impactos causados pelos polos geradores de tráfego.....	8
2.6 Legislação sobre polos geradores de tráfego	9
2.6.1 João Pessoa.....	9
2.6.2 São Paulo.....	12
2.6.3 Belo Horizonte	14
2.6.4 Curitiba.....	15
2.6.5 Fortaleza.....	16
3. METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO	18
3.1 Departamento de Transportes (EUA)	18
3.2 <i>Institute of Transportation Engineering (ITE)</i>	18
3.3 Metodologia de Grandó	19
3.4 Metodologia de Goldner	21
3.5 Metodologia da CET – SP (1983).....	22
3.6 Simulação de tráfego	25
3.6.1 Características do CORSIM	26
3.6.2 <i>Traffic Software Integrated Simulation (TSIS)</i>	26
4. MÉTODO DO TRABALHO	28
5. DADOS	30
5.1 Empreendimento	30
5.2 Coleta de dados	31

5.2.1 Primeira etapa da coleta	32
5.2.2 Segunda etapa da coleta	34
6. PROCESSAMENTO DE DADOS	36
6.1 Aplicação da metodologia CET-SP (1983)	36
6.2 Simulação dos cenários.....	37
6.2.1 Simulação 1º cenário	38
6.2.2 Simulação 2º cenário	39
6.2.3 Simulação 3º cenário	40
6.3 Análise de Resultados	41
7. CONCLUSÃO.....	44
8. BIBLIOGRAFIA	46

1. INTRODUÇÃO

O aumento significativo do número de veículos em circulação sem o devido planejamento urbano e de transporte, junto com o forte desenvolvimento de grandes cidades dos países, vêm resultando em uma série de problemas quanto à segurança e fluidez do tráfego. Atualmente, os congestionamentos de veículos são frequentes na maioria das grandes cidades brasileiras. Isso provoca, sem dúvida, grandes prejuízos à população usuária do sistema viário e do transporte coletivo, resultando em aumento nos tempos de viagem, maior conflito entre veículos e pedestres, e conseqüentemente aumentando a probabilidade de acidentes. Além disso, ocorre um aumento do consumo de combustível, da emissão de poluentes e das poluições visual e sonora (ARY, 2002).

Toda essa problemática existente tende a piorar com a implantação de novos empreendimentos de grande porte, que tendem a causar impactos no entorno do sistema viário existente em que, na maioria das vezes não foi planejado para suportar uma nova grande demanda de viagens atraídas por esses empreendimentos. Esses empreendimentos, conhecidos como polos geradores de viagem (PGV), são caracterizados por gerarem e atraírem um grande número de viagens devido as atividades neles desenvolvidas. Em algumas literaturas, também é encontrado a denominação de polo gerador de tráfego (PGT).

Podem ser citados como exemplos de PGVs: hospitais, supermercados, faculdades, escolas, *shopping centers*, edifícios comerciais etc. Neste trabalho, foi abordado especificamente o impacto de demanda de viagens atraídas por um edifício de uso misto, comercial e escritórios, sobre o tráfego e o sistema viário em João Pessoa-PB.

Atualmente, os edifícios de uso misto têm presença considerável nas grandes cidades brasileiras, pois geralmente oferecem salas, praça de alimentação e lojas comerciais. Apesar dos benefícios que esse tipo de empreendimento proporciona aos seus usuários fica claro que, por serem considerados como PGTs, causam impactos negativos no sistema de transporte como um todo.

Devido aos significativos impactos causados pelos PGVs no sistema viário e de transporte da cidade, aliado ao crescimento populacional de motorização e de tráfego das áreas urbanas, existe uma preocupação cada vez maior, por parte dos órgãos de trânsito e de transportes e das empresas privadas que atuam no setor com relação a esses impactos. (PORTUGAL GOLDNER, 2003).

Ainda segundo Portugal e Goldner (2003), esses polos vêm sendo inseridos num processo mais abrangente de avaliação de impactos ambientais, e o licenciamento para a construção desses empreendimentos está fundamentado em instrumentos legais. Nesse mesmo contexto de preocupação, segundo Ary (2002), os municípios vêm criando mecanismos legais para controlar a implantação de novos empreendimentos desse tipo, com o intuito de não sobrecarregar o sistema.

Por fim, existe uma grande importância no estudo de PGT dentro do contexto urbano devido ao crescimento acentuado de empreendimentos de grande porte nas áreas urbanas que, conjuntamente, podem provocar impactos negativos para a sociedade.

1.1 Objetivos do Trabalho

Os objetivos do trabalho foram classificados em principal e específico da seguinte forma:

1.1.1 Objetivo Principal

Este trabalho tem como objetivo principal analisar a geração das viagens atraídas por um empreendimento de uso misto na cidade de João Pessoa, de modo a avaliar seu impacto no sistema viário.

1.1.2 Objetivo Específico

Os objetivos específicos foram:

- a) Fazer o levantamento da bibliografia de metodologias estrangeiras e nacionais de avaliação dos impactos de polos geradores de tráfego;
- b) Definição do local de estudo;
- c) Realizar contagens do volume de veículos que passam na via em frente ao empreendimento durante horário de pico da manhã;
- d) Aplicar metodologia para estimativa de viagens do empreendimento;
- e) Simular situação atual do tráfego e situações futuras;

1.3 Justificativa

Atualmente, a maioria das grandes cidades brasileiras sofrem com grandes congestionamentos e segurança no trânsito devido ao grande número de veículos em circulação sem o devido planejamento.

A implantação de empreendimentos de grande porte na cidade de João Pessoa, mais conhecidos como polos geradores de viagens, tendem a piorar a fluidez e a segurança do trânsito, pois eles geram e atraem um grande número de viagens em seu entorno.

Além disso, esses empreendimentos podem causar grandes impactos ambientais como: aumento de poluição, obstrução de nascentes, poluição de recursos hídricos naturais, e poluição sonora e visual. Assim, o licenciamento desses empreendimentos está sujeito a leis e decretos de acordo com cada município, com o intuito de controlar sua implantação e seus impactos (MANFIO, 2015).

Dessa forma, estudos sobre polos geradores de tráfego são muito importantes devido ao crescente número desses empreendimentos implantados nas cidades, muitas vezes em áreas que já tem problemas de congestionamentos e segurança no sistema viário.

1.4 Estrutura do Trabalho

O trabalho está dividido em sete capítulos, dos quais o primeiro consiste na introdução ao tema escolhido, apresentação dos objetivos a serem alcançados neste trabalho, e uma justificativa para o estudo. Os demais capítulos são apresentados a seguir.

No Capítulo 2, trata-se da caracterização de polos geradores de tráfego, apresentando-se os conceitos principais sobre o assunto, os impactos causados por PGTs e a legislação sobre PGTs de algumas capitais brasileiras.

O Capítulo 3 tem como objetivo apresentar as principais metodologias nacionais e estrangeiras de avaliação de impactos no sistema de transportes, apresentando cada etapa envolvida no processo de análise. Também apresenta-se uma breve abordagem sobre simulação de tráfego.

No Capítulo 4, apresenta-se o método do trabalho.

No Capítulo 5, apresentam-se as características do empreendimento, sua localização, seus acessos, entre outras características. Além disso, a coleta de dados é descrita, apresentando-se como e quando foram realizadas as contagens e o quantitativo das contagens.

O Capítulo 6 consiste na aplicação da metodologia da CET-SP para estimar as viagens demandadas pelo polo gerador de tráfego em estudo, simulação do tráfego da vizinhança do prédio no *software* TSIS (*Traffic Software Integrated Simulation*) a partir dos dados coletados e estimados, apresentação e análise dos resultados dessas simulações.

No Capítulo 7, apresentam-se as conclusões obtidas a partir da revisão da literatura, dos dados do empreendimento, e da análise dos resultados das simulações. Por fim, diante das conclusões, apresenta-se as recomendações para trabalhos futuros.

2. POLOS GERADORES DE TRÁFEGO

Neste capítulo, apresentam-se inicialmente algumas definições sobre polo gerador de tráfego a partir de referências bibliográficas distintas. Além disso, classificam-se os PGTs, definem-se os conceitos de área de influência e geração de viagens, e apresentam-se possíveis impactos causados pela implantação desse tipo de empreendimento.

Em seguida, destacam-se os aspectos da legislação do município de João Pessoa no que se refere aos polos geradores de tráfego, da mesma forma é feito para as legislações de algumas capitais brasileiras que detém experiência e conhecimentos relevantes no tratamento do assunto, como São Paulo e Belo Horizonte, entre outras.

2.1 Definição

As referências bibliográficas possuem definições para polos geradores de tráfego. Segundo o Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN, 2001):

Os polos geradores de tráfego são empreendimentos de grande porte que atraem ou produzem grande número de viagens, causando reflexos negativos na circulação viária em seu entorno imediato e, em certos casos, prejudicando a acessibilidade de toda a região, além de agravar as condições de segurança de veículos e de pedestres.

De forma similar, para Grandó (1986), PGTs são aqueles empreendimentos que, mediante a oferta de bens e serviços, geram ou atraem um grande número de viagens, conseqüentemente, causam reflexos na circulação de tráfego no seu entorno, tanto em termos de acessibilidade e fluidez, muitas vezes com repercussões em toda uma região, quanto em termos da segurança de veículos e pedestres.

Segundo a Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo (CET – SP): “polos geradores de tráfego são definidos como empreendimentos de grande porte que atraem ou produzem grande número de viagens, causando reflexos negativos na circulação viária em seu entorno imediato e, em certos casos prejudicando a acessibilidade de toda a região ou agravando as condições de segurança de veículos e pedestres” (CET-SP, 1983). Essa definição está fundamentada no Decreto municipal nº 15.980/79, São Paulo, artigo 19 que diz: “Consideram-se polos geradores de tráfego as edificações ou instalações que exercem grande atratividade sobre a população, mediante a oferta de bens ou serviços, gerando elevado número de viagens, com substanciais interferências no tráfego do entorno e a necessidade de grandes espaços para estacionamento ou carga e descarga”.

Contudo, todas as definições culminam em problemas, citados anteriormente, que podem ocorrer devido a implantação de PGTs.

2.2 Classificação

Segundo o DENATRAN (2001), cada município define de acordo com suas peculiaridades, os parâmetros que devem ser considerados para a classificação de um empreendimento como polo gerador de viagem.

Os PGTs podem ser classificados de acordo com a natureza e a intensidade das atividades neles desenvolvidas (PORTUGAL e GOLDNER, 2003).

Em relação à natureza, os PGTs são classificados de acordo com o tipo de atividade neles desenvolvidas, a exemplo de: *shopping centers* e lojas de departamento; hipermercados e supermercados; estabelecimentos de ensino, hospitais, prontos socorros, maternidades e clínicas médicas; estádios, ginásios esportivos, autódromos, e academias; hotéis e motéis; restaurantes, cinemas e teatros, templos, igrejas e auditórios; indústrias e oficinas; prédios de escritórios; aeroportos, portos, rodoviárias, garagens, dentre outros. O *Institute of Transportation Engineers* (ITE, 1992) estabelece 10 categorias de empreendimento: portuário/terminal, industrial/agrícola, residencial, hotéis/motéis, recreacional, institucional, saúde, escritório, comércio e serviços, cada uma delas subdivididas em atividades que perfazem um total de 120 atividades com potencial de PGTs.

Em relação à intensidade, a CET – SP (1983) apresenta os PGVs classificados em duas categorias: os micropolos, que apresentam impactos que quando isolados são pequenos, mas quando são agrupados podem se tornar significativos (restaurantes, lojas, escritórios); e os macropolos, que são construções individuais que causam maiores impactos e mais expressivos, logo merecem maior atenção (*shopping centers*, universidades).

2.3 Área de influência

Grando (1986) define em seus estudos área de influência de um *shopping center*, também conhecida como área de mercado, como a área geográfica na qual o conjunto varejista atrai a maior parte de seus consumidores.

Segundo Silveira (1991): “a área de influência de um PGT representa a delimitação física do alcance do atendimento da maior parte de sua demanda”.

De acordo com Portugal e Goldner (2003) que trabalharam este assunto (abordando área de influência de *shopping centers*), área de influência representa a região física de alcance da maioria da demanda do empreendimento. Eles ainda dividem área de influência em três categorias: área primária, secundária, e terciária. Os limites dessas categorias são determinados de acordo com a distância de viagem, tempo de viagem, barreiras físicas, distância ao centro da cidade e aos principais competidores e atratividade do empreendimento.

2.4 Geração de viagens

A previsão da demanda gerada pelo empreendimento é fundamental tanto para estabelecer a sua viabilidade financeira e dimensionar suas instalações, quanto para definir as necessidades de espaço viário e de serviços de transportes, que são imprescindíveis para os deslocamentos e as novas viagens que surgirão.

Assim, a etapa de geração de viagens, que é a previsão do número de pessoas ou veículos que serão atraídos a determinado empreendimento, por unidade de tempo (hora, dia ou mês), pode ser considerado como a parte mais importante de um estudo de impacto de qualquer polo gerador de tráfego.

A produção de viagens depende do tamanho e da natureza do empreendimento, como também das características socioeconômicas e da infraestrutura das áreas de influência e adjacentes ao PGT (PORTUGAL E GOLDNER, 2003).

Ainda segundo Portugal e Goldner (2003), para dimensionar a produção de viagens, contemplam-se diferentes dimensões conforme mostrado esquematicamente na Figura 1, algumas delas serão comentadas a seguir.



Figura 1 – Dimensões de produção de viagens por um PGT.
Fonte: Portugal e Goldner (2003).

O padrão do PGV engloba o tipo e o porte, ou seja, engloba a atividade que será desenvolvida no empreendimento e o tamanho dele, que pode ser estabelecido pela área total construída ou grandezas não espaciais como: número de leitos, número de voos, números de atendimentos, etc (ANDRADE, 2005).

Quanto a dimensão espacial, a localização diz respeito a influência do padrão socioeconômico e demográfico na quantidade de viagens de um empreendimento. Já a área de influência está relacionado com o alcance e a distribuição espacial das origens e destinos das viagens geradas pelo empreendimento.

Em relação a dimensão temporal, o tempo de permanência do usuário no empreendimento pode definir o número de vagas de estacionamentos necessárias para atender a demanda, junto com a estimativa de volumes de veículos nos horários de pico.

Outro fator que influencia na geração de viagens é a dimensão da categoria das viagens. As viagens podem ser classificadas em diferentes categorias conforme os critérios adotados. De acordo com Portugal e Goldner (2003), as viagens podem ser divididas em primárias, desviadas e de passagem.

As viagens primárias são aquelas com o objetivo específico de ir ao empreendimento, ou seja, a razão da viagem é o empreendimento. Esse tipo de viagem caracteriza-se por ter o percurso, origem até o empreendimento e em seguida retornando à origem. Assim, essas viagens são acrescentadas ao sistema viário devido a implantação do empreendimento.

As viagens desviadas são aquelas que já aconteciam em vias do entorno e que exigem um desvio para outra via com objetivo de chegar ao local.

As de passagem são viagens já existentes no sistema viário, que têm o empreendimento como parada intermediária no caminho entre a origem e o destino principal, sem desvio da rota.

Dependendo da metodologia de estimativa de viagens, uma ou mais dimensões são consideradas na previsão de demanda de viagens atraídas pelo empreendimento.

2.5 Impactos causados pelos polos geradores de tráfego

Segundo Cunha (2009), a implantação de PGTs causa impactos negativos no sistema viário do entorno do empreendimento, afetando não só os novos usuários, como também os residentes da área de influência do empreendimento.

Para o DENATRAN (2001), esses impactos negativos como a falta de segurança e a diminuição no nível de serviço são devido ao aumento significativo no volume de veículos nas

vias, consequência da atração de viagens por PGTs. Esses impactos são classificados como: congestionamentos (aumento nos tempos de viagens nas vias do entorno); problemas ambientais (aumento da poluição); e conflitos entre viagens e o acesso ao empreendimento.

Além disso, ocorrem impactos causados pelo mal dimensionamento das vagas de estacionamento ou pela ausência de área de carga e descarga e área de embarque e desembarque. Quando isso acontece, os novos usuários passam a utilizar as vias do entorno do empreendimento como estacionamento, diminuindo a capacidade dessas vias e piorando a fluidez do tráfego de passagem.

2.6 Legislação sobre polos geradores de tráfego

A fim de evitar grandes impactos que um polo gerador de tráfego pode causar, as cidades brasileiras são dotadas de legislação própria que guia os processos de licenciamento desses empreendimentos. Além da legislação local, serão apresentadas as legislações de São Paulo, Belo Horizonte e Curitiba devido à relevante experiência de seus órgãos municipais de trânsito no tratamento dos PGTs. A legislação de Fortaleza também será apresentada por fazer parte da região Nordeste.

2.6.1 João Pessoa

Em João Pessoa, a Lei do Plano Diretor da Cidade (1992) definiu como polo gerador de tráfego o empreendimento público ou privado que, quando implantado, sobrecarrega a infraestrutura básica, a rede viária e de transporte ou provoca danos ao meio ambiente natural ou construído. Assim, são considerados PGTs, empreendimentos que devem apresentar o relatório de Impacto Ambiental (RIMA) ou com capacidade para mais de 300 pessoas sentadas.

Segundo o Código Municipal de Meio Ambiente (2002) de João Pessoa, é exigido a concessão de licenças ambientais para a implantação de empreendimentos potencialmente causadores de impactos ambientais, que é o caso do empreendimento estudado neste trabalho, a ser emitida pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMAM). Vale salientar que a SEMAM exige o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA).

De acordo com Almeida (2012), no município de João Pessoa, o processo de caracterização e licenciamento de PGVs é realizado pela Secretaria de Planejamento (SEPLAN)

da prefeitura junto a Superintendência Executiva de Mobilidade Urbana (SEMOB) de João Pessoa, órgão fiscalizador de trânsito e transporte, que originou-se da transformação da Superintendência de Transportes e Trânsito (STTRANS) de acordo com a Lei nº 1261, assim assumindo todas as atribuições do órgão anterior. A SEPLAN também é encarregada de expedir alvarás de construção, ampliação, reforma, demolição, loteamentos, remembramentos e desmembramentos.

Em João Pessoa, todos os empreendimentos não residenciais ou de uso misto são analisados como potenciais PGTs. O processo de licenciamento inicia quando um empreendedor solicita um alvará de algum projeto na SEPLAN. Assim, o projeto arquitetônico do empreendimento é encaminhado para o setor de análises da SEMOB caso o mesmo seja classificado como PGT. A análise é realizada de acordo com a portaria nº 47/2002 expedida pela STTRANS. A Figura 2 ilustra resumidamente o processo de licenciamento.

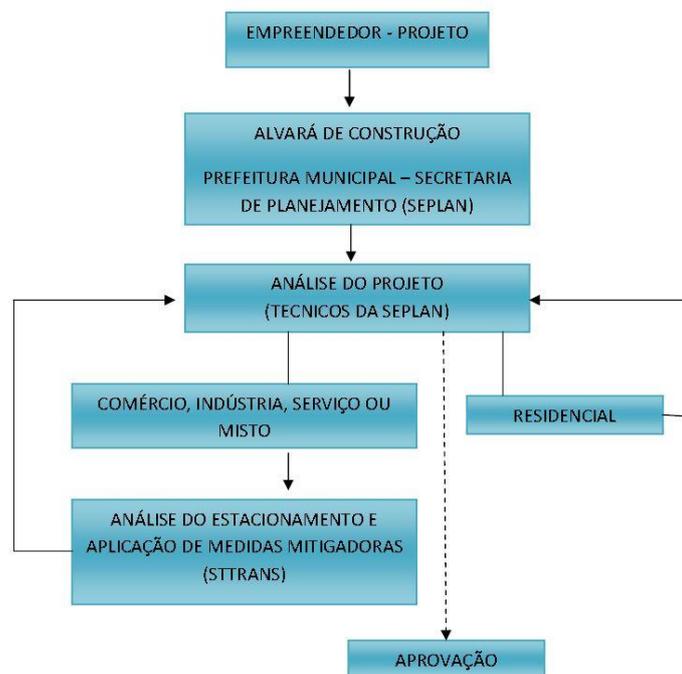


Figura 2 – Processo de Licenciamento em João Pessoa.
Fonte: Almeida, 2012.

A portaria nº 47/2002 estabelece os critérios para anuência da STTRANS de projetos de edificações ou empreendimentos que possam transforma-se em polos atrativos de trânsito e dá outras providências.

No seu artigo segundo é apresentado uma tabela com empreendimentos que são considerados pelos geradores de viagens e as respectivas relações do número de vagas para o estacionamento de veículos. Assim, uma vez encaminhado o projeto arquitetônico ao setor da SEMOB responsável pela avaliação, os critérios de número de vagas de estacionamento são analisados de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 – Sistema viário - Estacionamento

TIPO DE EDIFICAÇÃO	Nº DE VAGAS	TERMO DE RELAÇÃO		
		Resumo	Unidade	
Bares, restaurantes, churrascarias, lanchonetes, sorveterias	01	08	Lugares	
Boites	01	04		
Igrejas e velórios	01	10		
Capelas	01	20		
Teatro auditório	01	08		
TIPO DE EDIFICAÇÃO	Nº DE VAGAS	TERMO DE RELAÇÃO		
		Resumo	Unidade	
Edificações de ordem administrativa, repartições públicas, sindicatos e associações de classe.	01	40		
Supermercados, shopping centers, centros comerciais.	01	20		
Bancos e congêneres	01	20		
Indústrias	01	200		
Comércio varejista	De acordo com estudos específicos para cada caso			
Comércio atacadista, depósitos, armazéns e outros.	01	100		
TIPO DE EDIFICAÇÃO	Nº DE VAGAS	TERMO DE RELAÇÃO		
		Resumo	Unidade	
Hotéis	01	04	Aparto.	
Motéis	01	01	Aparto. ou quarto	
TIPO DE EDIFICAÇÃO	Nº DE VAGAS	TERMO DE RELAÇÃO		
		Resumo	Unidade	
Cinemas, ginásio/ esporte.	01	12	Alunos	
Biblioteca	01	10		
Estádios e praças de esportes descobertas	01	20		
ESCOLAS	1º grau	01		50
	2º grau	01		20
	Técnicas de ensino básico	01	20	
	Pré-vestibulares	01	15	
Superiores	01	10		
Hospitais, maternidades, casas de saúde, sanatórios.	01	08	Leitos	
Clínicas, consultórios, laboratórios, escritórios e salas de prestação de serviços.	01	50	M² de área construída	
Museus, galerias	01	50		
Clubes sociais e esportivos	01	50		

Fonte: Portaria da STTRANS nº 047/2002.

No artigo quinto são apresentadas áreas que a STTRANS poderá apontar como necessidade de inserção no projeto, de acordo com a natureza e porte do estabelecimento e das características da via onde o mesmo vai funcionar, com o objetivo de minimizar o impacto no trânsito e na via. Essas áreas são apresentadas a seguir:

- 1) Pista(s) de aceleração e/ou desaceleração;
- 2) Pista(s) de acumulação de veículos;
- 3) Áreas para estacionamento de motocicletas;
- 4) Áreas exclusivas para pedestres;
- 5) Áreas para estacionamento de táxis;
- 6) Acessos, pistas e pontos de paradas exclusivas de ônibus;
- 7) Áreas de embarques e desembarques;
- 8) Áreas de carga e descarga.

2.6.2 São Paulo

A regulamentação de São Paulo referente aos polos geradores de viagens foi reavaliada ao longo dos anos em decorrência do crescimento da cidade, do aumento da frota de veículos, das modificações no uso do solo, do maior adensamento verificado na cidade e da experiência adquirida pelos órgãos que lidam com o assunto.

Atualmente, a legislação da capital paulista define que PGTs são empreendimentos que seguem os parâmetros apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Parâmetros de classificação de PGV em São Paulo

TIPO	PARÂMETRO
Edificações residenciais	500 vagas de estacionamento ou mais
Edificações não residenciais localizadas nas Áreas Especiais de Tráfego	120 vagas de estacionamento ou mais
Edificações não residenciais localizadas nas demais áreas do município	280 vagas de estacionamento ou mais
Serviços socioculturais, de lazer e de educação	Superior a 2.500,00 m ² de área construída
Locais destinados a prática de exercício físico	Superior a 2.500,00 m ² de área construída
Serviços de saúde	Superior a 7.500,00 m ² de área
Locais de reunião ou eventos	Capacidade para 500 pessoas ou mais
Atividades e serviços públicos de caráter especial	Capacidade para 500 pessoas ou mais

Fonte: Lei nº 15150 do município de São Paulo, 2010.

O processo de aprovação de PGTs é dividido em duas fases de acordo com a CET-SP. Na primeira fase, a CET elabora estudos para quantificar a atração e geração de viagens do polo e identificar seu impacto no sistema viário de acesso; analisa as condições de segurança dos pedestres; avalia as condições das áreas de estacionamentos, embarque, desembarque e pátios

de carga e descarga; e aprecia a suficiência de vagas propostas. Caso seja necessário, indicará medidas mitigatórias e possíveis modificações do projeto do empreendimento.

Após esses estudos, a CET encaminha relatório técnico para Secretaria Municipal de Transportes (SMT) que emite a Certidão de Diretrizes. Nessa certidão consta os parâmetros a serem seguidos no projeto do empreendimento e as melhorias viárias necessárias. As melhorias são fixadas a fim de mitigar possíveis danos ao fluxo de veículos e pedestres nas vias e são executadas e custeadas pelo empreendedor.

A Certidão de Diretrizes é também exigida pela Secretaria Municipal de Licenciamento (SEL) para a aprovação do projeto do empreendimento. Assim, o interessado na aprovação, reforma, mudança de uso do solo ou regularização de um polo gerador de tráfego, deverá protocolar o processo na SEL e na SMT.

Na segunda fase, a CET supervisiona tecnicamente o cumprimento da Certidão de Diretrizes quanto às melhorias viárias nela fixadas; acompanha as etapas de elaboração e aprovação dos projetos executivos, de execução de obras civis, de fornecimento de equipamentos e de implantação dos dispositivos de sinalização viária.

Após a constatação e verificação in loco do cumprimento das melhorias viárias fixadas, a CET encaminha relatório técnico para o Departamento de Operações do Sistema Viário (DSV) que emite o Termo de Recebimento e Aceitação Definitivo (TRAD). O TRAD é exigido para que o empreendimento obtenha o Certificado de Conclusão do Imóvel (HABITE-SE). A figura a seguir apresenta resumidamente o processo de licenciamento de PGTs em São Paulo.

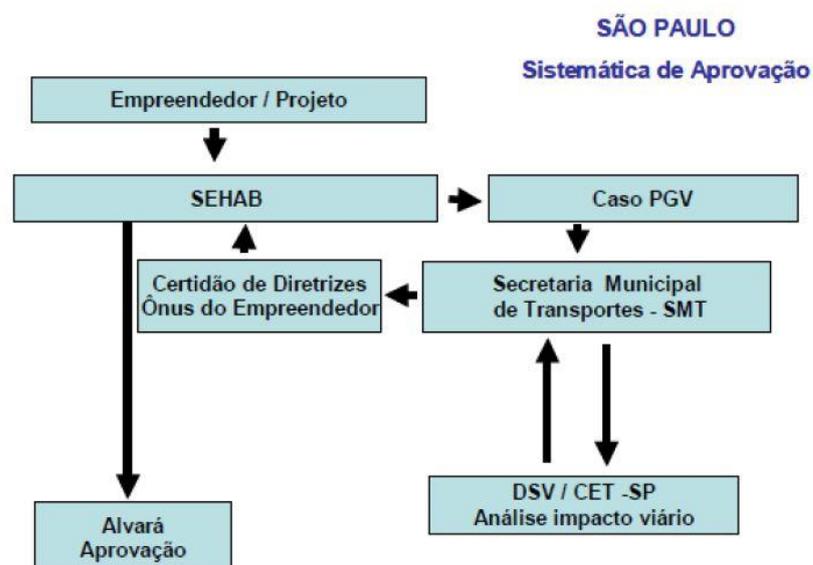


Figura 3 – Sistemática de Aprovação em São Paulo
Fonte: Cunha, 2009.

2.6.3 Belo Horizonte

O processo de licenciamento de polos geradores de viagens no município de Belo Horizonte ampara-se na legislação federal, com base nas resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), no Código de Trânsito Brasileiro (CTB) e na legislação urbanística e ambiental do município.

Em Belo Horizonte, a caracterização de empreendimentos de impacto é realizada a partir da Lei nº 7277/1997. A Lei define empreendimentos como PGTs de acordo com os parâmetros da Tabela 3.

Tabela 3 – Parâmetros de classificação de PGT em Belo Horizonte

TIPO	PARÂMETRO
Edificações residenciais	Área igual ou superior a 6000m ²
Edificações não residenciais	Acima de 150 unidades
Edificações de uso misto	A razão entre o número de unidades residenciais e 150 e da razão entre a área não residencial e 6000m ² seja igual ou maior a 1

Fonte: Lei nº 7277 do município de Belo Horizonte, 1997.

O processo de licenciamento inicia-se quando o projeto é submetido à avaliação da Secretaria Municipal de Regulação Urbana e, caso este seja considerado de impacto, o processo é encaminhado à Secretaria do Meio Ambiente para possibilitar o licenciamento ambiental. O licenciamento ambiental é fiscalizado pelo Conselho Municipal de Meio Ambiente (COMAM) e pela Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte S.A. (BHTRANS).

Além de fiscalizar o licenciamento ambiental, a BHTRANS fornece ao empreendedor um roteiro e algumas orientações para o estudo de impacto da circulação viária, analisa os relatórios produzidos nas etapas anteriores, e fiscaliza as obras e os serviços necessários a minimização dos impactos no trânsito. A figura a seguir apresenta resumidamente o processo de licenciamento de PGTs em Belo Horizonte.

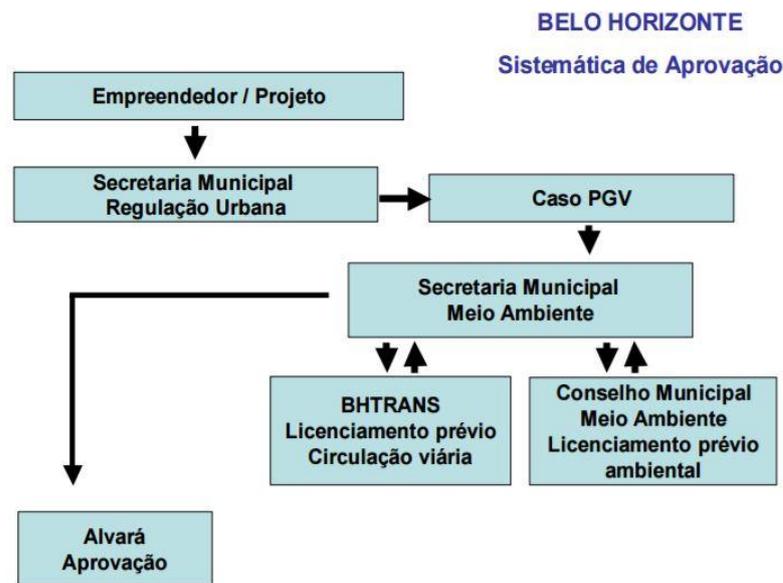


Figura 4 – Sistemática de Aprovação em Belo Horizonte.
Fonte: Cunha, 2009.

2.6.4 Curitiba

O processo de licenciamento ambiental de PGTs em Curitiba encontra-se de acordo com as resoluções do CONAMA, além de apresentar regulamentação municipal. Segundo o Decreto nº188 do ano de 2000, todo empreendimento que apresente área de construção igual ou superior a 5.000 m² é classificado como PGT.

Além disso, no ano 2000, a cidade de Curitiba recebeu a Lei Municipal nº 9800 que estabeleceu zonas e setores de uso e ocupação do solo, tornando as atividades urbanas classificadas em permitidas, toleradas, permissíveis ou proibidas. Assim, as exigências para aprovação da instalação de um PGT são requisitadas de acordo com a classificação da área prevista de instalação do mesmo.

O processo de licenciamento de PGT inicia e termina na Secretaria Municipal de Urbanismo, onde o empreendedor protocola os projetos arquitetônicos para obter a expedição da licença prévia e alvará de construção. Primeiramente, a secretaria faz uma análise preliminar para obter informação das atividades permitidas e toleradas para o lote onde o empreendimento está previsto para ser instalado. Caso a atividade seja apropriada para a zona e o lote, e a área construída seja menor que 5000m², a licença prévia é liberada e posteriormente, também o alvará de construção.

Caso o projeto seja classificado como PGT, o Conselho Municipal de Urbanismo (CMU) estabelece as exigências para a aprovação. Além disso, quando a instalação está prevista para área de uso permissível ou proibida, as exigências são maiores e mais estritas, além de que é solicitado na maioria das vezes o relatório ambiental prévio.

O CMU é composto por integrantes da Secretaria Municipal de Urbanismo, da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba. A Figura 5 demonstra resumidamente o processo de licenciamento em Curitiba.

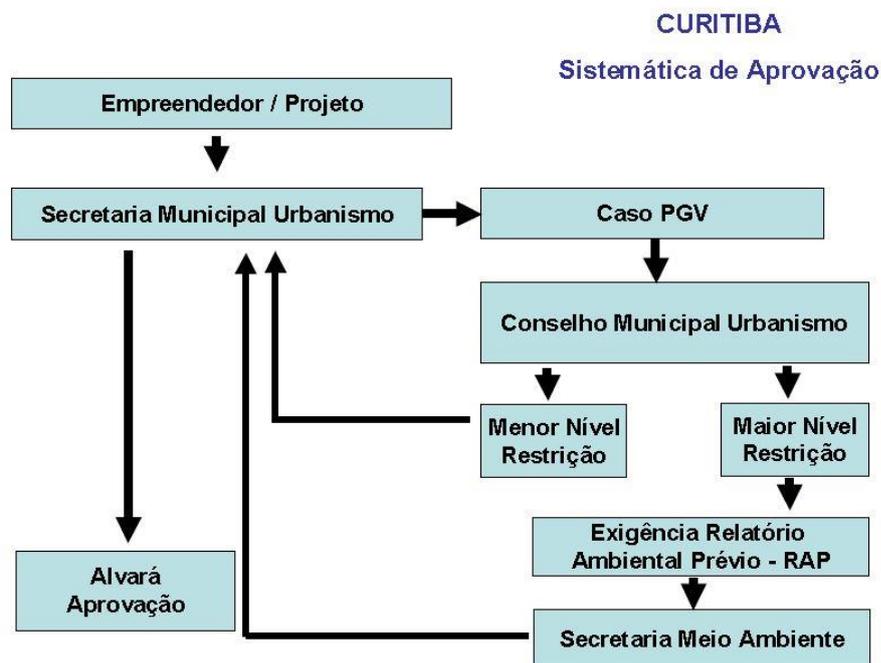


Figura 5 – Sistemática de Aprovação em Curitiba.
Fonte: Cunha, 2009.

2.6.5 Fortaleza

De acordo com a Lei de Uso e Ocupação do Solo do município de Fortaleza, polos geradores de tráfego são definidos como edificações onde se desenvolvem atividades que geram um grande número de viagens e que sua implantação causa impacto em relação a saturação da capacidade viária do seu entorno, na segurança de veículos e pedestres e na capacidade da infraestrutura existente. Além disso, a Lei definiu que para o processo de licenciamento de PGT, o empreendedor deve apresentar um estudo de avaliação de impacto desses empreendimentos sobre o tráfego. Esse estudo é denominado Relatório de Impacto no Sistema de Trânsito (RIST).

Segundo Ary (2002), o processo de licenciamento de polos geradores de viagens inicia quando o empreendedor submete o projeto a Secretaria de Desenvolvimento Urbano e

Infraestrutura (SEINF). Esse órgão tem a responsabilidade pelo processo de avaliação de impactos de PGTs relativos ao sistema de transportes e solicita a Análise de Orientação Prévia (AOP) à Comissão Normativa de Desenvolvimento Urbano (CNDU). A CNDU aprecia a solicitação e fornece diretrizes para elaboração de estudos de viabilidade de implantação do projeto. A SEINF encaminha o RIST para o órgão municipal de trânsito, Autarquia Municipal de Trânsito, Serviços Públicos e de Cidadania (AMC).

Caso o projetista seja convocado para maiores esclarecimentos, a CNDU pode ainda submeter o seu parecer à apreciação da Comissão Permanente de Avaliação do Plano Diretor (CPPD). Para concluir o processo de licenciamento, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMAM) exige do empreendedor a AOP e apreciação da CPPD, se for o caso. A Figura 6 ilustra o processo de licenciamento em Fortaleza.

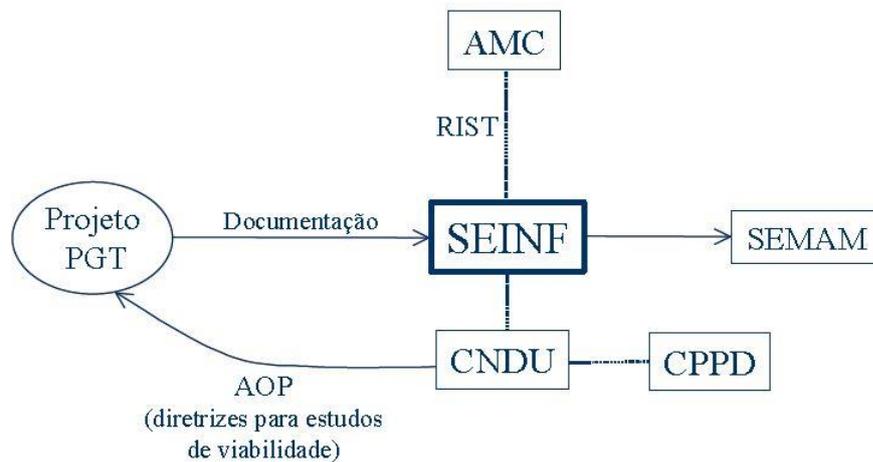


Figura 6 – Processo de Licenciamento de PGTs em Fortaleza.

Fonte: Ary, 2002.

3. METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO

Existem vários métodos de avaliação dos impactos causados por polos geradores de tráfego no sistema viário e de transportes, cada um busca se adequar à sua realidade local. Segundo Portugal e Goldner (2003), algumas metodologias americanas e brasileiras são resumidamente apresentadas a seguir. Além disso, apresenta-se uma breve abordagem sobre simulação de tráfego.

3.1 Departamento de Transportes (EUA)

A metodologia do Departamento de Transportes dos EUA (U.S. Department of Transportation and Institute of Transportation Engineering, 1985) é considerada a mais completa e permite a análise de impactos por polos geradores de tráfego em geral. As fases de análises são descritas resumidamente a seguir:

- a) Fase 1 – estudo do projeto baseado na discussão e concordância dos órgãos locais;
- b) Fase 2 – estimativa da futura situação do tráfego sem o PGT;
- c) Fase 3 – análise exclusiva do PGT, do tráfego por ele gerado e da organização de dados para ser combinado com o da fase 2;
- d) Fase 4 – estabelece o tráfego total com o PGT em pleno funcionamento e ocupado;
- e) Fase 5 – processo criativo visando identificar e analisar alternativas de acessos ao PGT, sugerindo possíveis melhoramentos;
- f) Fase 6 – negociação entre órgãos locais e planejadores;
- g) Fase 7 – implementação dos melhoramentos.

3.2 *Institute of Transportation Engineering (ITE)*

Da mesma forma que o Departamento de Transportes americano, a metodologia do ITE foi desenvolvida em 1991 para PGTs em geral. No caso de estudos de impacto de tráfego, a metodologia tem dois enfoques principais. São eles:

- a previsão do tráfego não local;
- a previsão do tráfego gerado pelo PGT (tráfego local).

O tráfego não local é definido como aquele fluxo de passagem que atravessa a área de estudo e não tem origem ou destino na mesma, assim como o tráfego gerado por outros empreendimentos da área de estudo, com origem ou destino nessa área. A projeção desse tráfego pode ser feito por três métodos:

- a) Método de Agregação ou *Build-up*: utiliza-se para áreas com crescimento moderado, quando os projetos tem horizonte de 10 anos ou menos. O método consiste em estimar o horário de pico a ser gerado pelo empreendimento;
- b) Método do uso da área ou subárea do plano de transportes: trata-se de utilizar resultados dos estudos de planejamento de transportes para grandes projetos ou de impactos regionais;
- c) Método da taxa de crescimento: utiliza-se em pequenos projetos que serão construídos em um ou dois anos e quando as taxas dos cinco anos passados forem estáveis.

Segundo sugestão do ITE, o tráfego local, tráfego que tem origem e destino na área de estudo do PGT, tem a geração de viagens calculada a partir das taxas e equações presentes no livro *Trip Generation* (ITE, 1986) que as fornece para diferentes usos do solo. Além disso, deve-se:

- observar características locais e peculiares de cada caso;
- escolher adequadamente os horários de pico, e variações horárias e sazonais;
- não utilizar dados muito antigos para previsões;
- observar a escolha modal e as categorias de viagens.

De acordo com o ITE, estimar a distribuição de viagens pode ser feito por três métodos: método por analogia, modelos de distribuição, e dados circunvizinhos. Quanto a alocação do tráfego, essa pode ser feita manualmente ou pela aplicação de modelos computacionais.

3.3 Metodologia de Grand

A metodologia de Grand desenvolvida em 1986, envolve alguns procedimentos principais, conforme apresentado resumidamente a seguir:

- a) Conhecimento do problema local;
- b) Delimitação da área de influência;
- c) Aspectos gerais do sistema viário e de transportes;
- d) Escolha modal;
- e) Geração de viagens;
- f) Distribuição de viagens;
- g) Delimitação da área crítica;
- h) Estudo dos pontos críticos;
- i) Alocação do tráfego gerado aos pontos críticos;
- j) Levantamento da situação atual e cálculo da capacidade;
- k) Determinação dos volumes totais de tráfego, definição dos níveis de desempenho e análise dos resultados;
- l) Dimensionamento do estacionamento.

Para um melhor entendimento da metodologia de Grandó, a Figura 7 apresenta as sete etapas que compreende os procedimentos citados anteriormente.

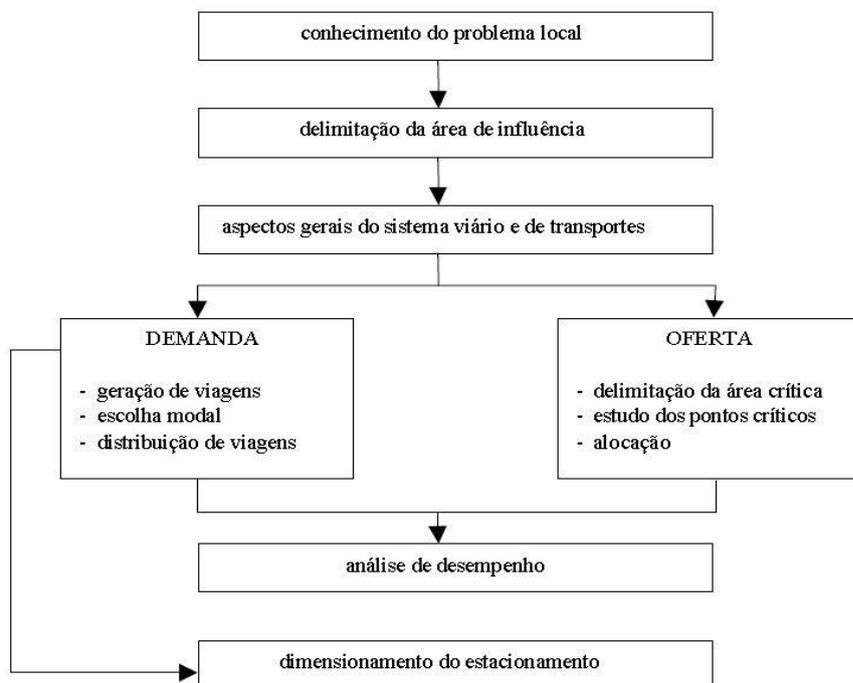


Figura 7 – Metodologia de Avaliação de Impactos de *Shopping Centers* no Sistema Viário.
Fonte: Grandó, 1986.

De acordo com Grandó (1986), a primeira etapa consiste no conhecimento do problema, ou seja, a localização do empreendimento, porte, número de vagas de estacionamento entre outros aspectos. A delimitação da área de influência é baseada no tempo de viagem e a distância da viagem, associadas ao levantamento do mercado competitivo.

Em seguida, são analisados aspectos gerais do sistema viário e de transportes que envolvem a classificação do sistema viário e análise do sistema de transportes que serve ao *shopping center*. A escolha modal é feita a partir de um estudo qualitativo, analisando-se os diferentes meios de transporte que dão acesso ao polo.

Para a geração de viagens, Grandó (1986) sugere modelos econométricos de geração de viagens, para o dia típico considerado. No caso de *shopping centers*, considera-se o sábado como dia típico de projeto e faz-se uma relação desse com a sexta-feira. As categorias de viagens também devem ser consideradas.

A distribuição de viagens é estimada a partir de modelo empírico, subdividindo-se a área de influência em quadrantes e definindo-se os percentuais de viagens por zona de tráfego. A área crítica é a região das proximidades do PGT, onde se realiza os movimentos para acessar o polo.

Em seguida faz-se a identificação dos pontos críticos com seleção dos trechos de vias, interseções e demais componentes que sofrem impacto direto das viagens atraídas pelo PGV. A alocação do tráfego gerado nos pontos críticos é feita pelo método do “tudo ou nada”.

A metodologia ainda sugere que seja feito o levantamento do volume de tráfego existente e o cálculo da capacidade de vias e interseções. Assim, deve-se obter o volume total de tráfego, adicionando-se os volumes gerados pelo PGV.

Por fim, o dimensionamento do estacionamento é feito multiplicando-se o volume horário de projeto pelo tempo médio de permanência dos veículos estacionados.

3.4 Metodologia de Goldner

A metodologia de Goldner desenvolvida em 1994, avalia o impacto de *shopping centers* no sistema viário, procurando contemplar não só as viagens por automóvel, mas também as por ônibus e a pé. Esta proposição de procedimento foi resultado da análise de metodologias já existentes sobre o assunto e do aprimoramento do trabalho de Grandó (1986), juntamente com a metodologia do Departamento de Transportes dos EUA.

O estudo é baseado na ideia de que as metodologias brasileiras necessitavam de aperfeiçoamentos e a metodologia americana, apesar de ser mais completa, não é específica para *shopping centers* e não se adequa à realidade brasileira.

Goldner (1994) aperfeiçoou as etapas de geração e de distribuição de viagens. Em relação a geração, a autora apresentou as seguintes sugestões:

- novos modelos para diferentes modelos de *shopping centers*, com supermercado e dentro da área urbana para a sexta-feira e o sábado;
- novos valores para a percentagem de pico horário, procurando diferenciar os valores de sexta-feira e sábado;
- novos valores para o estudo da categoria das viagens a fim de mostrar as diferenças entre os *shoppings centers* dentro e fora da área urbana.

Assim, Goldner (1994) calibrou diferentes modelos de acordo com a localização do *shopping center* e a presença ou não de supermercado, usando a área bruta locável como variável explicativa. Foram encontradas equações para estimar o volume médio de automóveis atraídos por dia. Elas são usadas de acordo com a presença ou não de supermercado dentro do *shopping center*, localização do *shopping center* dentro ou fora da área urbana, e com o dia da semana ser sexta-feira ou sábado.

Quanto a distribuição de viagens, recomenda-se a utilização do modelo gravitacional e a adoção de novos valores para a distribuição de viagens por isócronas, a fim de encontrar diferenças entre os *shoppings centers* dentro e fora da área urbana.

Além dessas etapas, a escolha modal, etapa não muito aprofundada em outras metodologias, foi amplamente estudada. Para isso, modelos agregados considerando os meios de transporte por automóvel e por ônibus foram sugeridos e modelos desagregados também foram desenvolvidos para viagens por automóvel, ônibus e a pé.

3.5 Metodologia da CET – SP (1983)

A metodologia de avaliação de impacto de PGT no sistema viário sistematizada pela Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo é baseada em modelos de geração de viagens, ou seja, na estimativa de número de viagens atraídas pelo empreendimento. A Figura 8 ilustra resumidamente a metodologia.

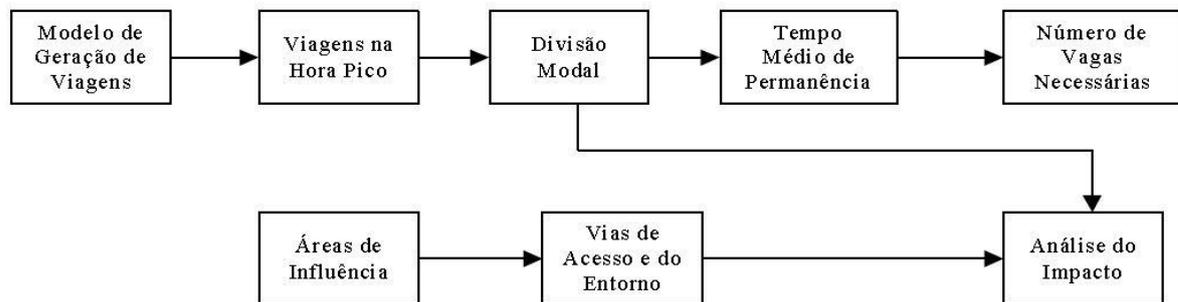


Figura 8 – Fluxograma de análise de impacto no sistema viário devido a implantação de um PGT.
Fonte: CET-SP, 1983.

A Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo desenvolveu três modelos de atração de viagens, esses são para prédios de escritórios, *shopping centers*, e escolas de educação infantil 1 e 2 graus da rede particular de ensino. Apenas o modelo de atração para prédios de escritórios será apresentado a seguir, uma vez que este estudo é sobre um prédio de uso misto predominantemente de escritórios.

Esse modelo parte do princípio que as taxas de atração de viagens resultantes de atividades desenvolvidas em escritórios podem ser expressas em função da Área Construída Computável (AC). Entende-se como AC, a área construída total menos as garagens, áticos e caixas d'água. O modelo está expresso pelas seguintes equações:

$$V = 257,5 + 0.0387AC \quad \text{Para } 10.800\text{m}^2 < AC < 28.800\text{m}^2 \quad \text{Equação 3.1}$$

$$V = \frac{AC}{16} \quad \text{Para } AC \leq 10.800\text{m}^2 \quad \text{Equação 3.2}$$

$$V = \frac{AC}{22} \quad \text{Para } AC \geq 28.800\text{m}^2 \quad \text{Equação 3.3}$$

Onde:

V= viagens por dia

AC = área construída computável em metros quadrados

Para calcular o número de automóveis atraídos, deve-se aplicar o percentual relativo à divisão modal conforme a Tabela 4. A divisão modal está de acordo com o nível de acessibilidade do local do prédio, que poder ter três níveis de acessibilidade:

- I. Área de alta acessibilidade: escritórios localizados em áreas com acesso via metrô e sistema significativo sobre pneus;
- II. Área de média acessibilidade: escritórios localizados em áreas com acesso significativo sobre pneus;
- III. Área de baixa acessibilidade: escritórios localizados em áreas que não apresentam acesso significativo sobre pneus.

Tabela 4 – Divisão modal de viagens por níveis de acessibilidade da região

MÉDIA DIVISÃO MODAL DE VIAGENS %			
NÍVEL DE ACESSIBILIDADE	AUTOMÓVEIS	COLETIVO	OUTROS
Alta e Média	28	66	6
Baixa	61	36	3

Outros = Carona, a pé e táxi
 Fonte: CET-SP, 2000.

Para dimensionar o fluxo de automóveis que carregará as vias de acesso ao edifício, deve-se aplicar o fator de pico da Tabela 5 ao número total de automóveis atraídos.

Tabela 5 – Fator de pico de autos

PERÍODO	HORÁRIO	FATOR DE PICO %
½ hora	8:30 – 9:00	43
1 hora	8:00 – 9:00	70

Fonte: CET-SP (2000).

O dimensionamento da quantidade de vagas de estacionamento necessárias para os automóveis será a soma da quantidade de vagas para a população fixa com a quantidade de vagas para a população variável.

Em relação a área de influência, essa é traçada em função da distância. Obtido o contorno da área de influência, define-se as vias de acesso. Assim, a alocação do volume gerado é feita para cada rota de acesso ao edifício e com esse volume somado ao tráfego existente obtém-se o volume do tráfego resultante. Por fim, a análise de impacto é feita em três níveis: impacto na área do entorno; impacto nas vias do entorno; impacto na área.

A metodologia da CET-SP foi utilizada neste estudo para estimar as viagens atraídas pelo empreendimento estudado devido a sua facilidade de aplicação.

3.6 Simulação de tráfego

A partir da diminuição dos custos e da popularização dos equipamentos de microinformática, o uso de softwares que implementam modelos para a simulação de tráfego, tem se tornado cada vez mais comuns, possibilitando a representação adequada de situações complexas de tráfego e interfaces gráficas que facilitam ainda mais a avaliação do impacto causado por PGTs.

Segundo Portugal (2005), os modelos de simulação de tráfego podem contemplar três tipos de abordagens: macroscópicos, mesoscópicos e microscópicos.

- a) Modelos macroscópicos: tratam o fluxo de tráfego da mesma forma que um fluido contínuo. A individualidade dos veículos é desprezada. Esses modelos são menos flexíveis e pouco detalhados.
- b) Modelos mesoscópicos: formam uma classe intermediária quanto ao realismo e detalhamento. Os veículos são agrupados em pelotões e tratados desta forma em relação a localização, tamanho, velocidade e aceleração. Esses modelos são geralmente utilizados em redes semaforizadas e buscam explicar a deformação desses pelotões ao longo do tempo e do espaço. A principal aplicação destes modelos é no estudo e elaboração das políticas de controle de tráfego.
- c) Modelos microscópicos: os veículos são tratados individualmente, ou seja, para cada veículo são conhecidas todas as variáveis de interesse para o sistema. Posição, velocidade e aceleração de cada veículo, a cada instante, podem ser uma dessas variáveis.

Segundo Moreira (2005), como os modelos de microsimulação têm se tornado cada vez mais fáceis de usar e resolvem problemas complexos de tráfego em áreas urbanas, em que muitas vezes não existem soluções analíticas, os mesmos têm se tornado uma ferramenta indispensável aos engenheiros para solução de problemas de tráfego. Atualmente, existem vários modelos de microsimulação de tráfego como: INTEGRATION, PARAMICS, VISIM e

CORSIM. O CORSIM vai ser detalhado a seguir, uma vez que é o modelo utilizado nesse estudo.

3.6.1 Características do CORSIM

O CORSIM (*CORridor SIMulation*) começou a ser desenvolvido na década de 70 pelo FHWA (*Federal Highway Administration*), sob sua responsabilidade foram produzidos os principais desenvolvimentos de software e lógica de simulação. Os engenheiros de software introduziram o TSIS (*Traffic Software Integrated Simulation*) que é um pacote de programas para ambiente Windows que integra os vários componentes do modelo.

O CORSIM é um modelo projetado para análise de vias expressas, vias urbanas e corredores ou redes de tráfego, simulando os movimentos dos veículos de acordo com as Leis de Perseguição, modelando assim o escoamento das filas, mudanças de faixa e a determinação da velocidade, aceleração e posição de cada veículo da rede (MOREIRA, 2005).

Segundo Bloomberg e Dale (2000), o modelo *Car Following* ou Leis de Perseguição, ou ainda leis de sequência implementado no CORSIM simula em pequenos intervalos de tempo, limitando os movimentos dos veículos através dos dispositivos de controle de tráfego e outros elementos do sistema, que por sua vez procuram manter a distância mínima entre os veículos, enquanto não excedam a velocidade máxima permitida.

A rede do modelo CORSIM é representada em arcos e nós, ou seja, os arcos são os trechos de via e os nós as interseções.

O CORSIM viabiliza a representação de interseções com diferentes tipos de controle (controle por prioridade, preferência e semafórica de tempo fixo ou atuado), vias com faixas exclusivas para giros, estacionamentos, operação de ônibus com pontos abrigados em baias ou dispostos diretamente na via, levando-se também em consideração a interação com pedestres. Assim, consegue-se uma representação detalhada da realidade (MOREIRA, 2005).

3.6.2 *Traffic Software Integrated Simulation* (TSIS)

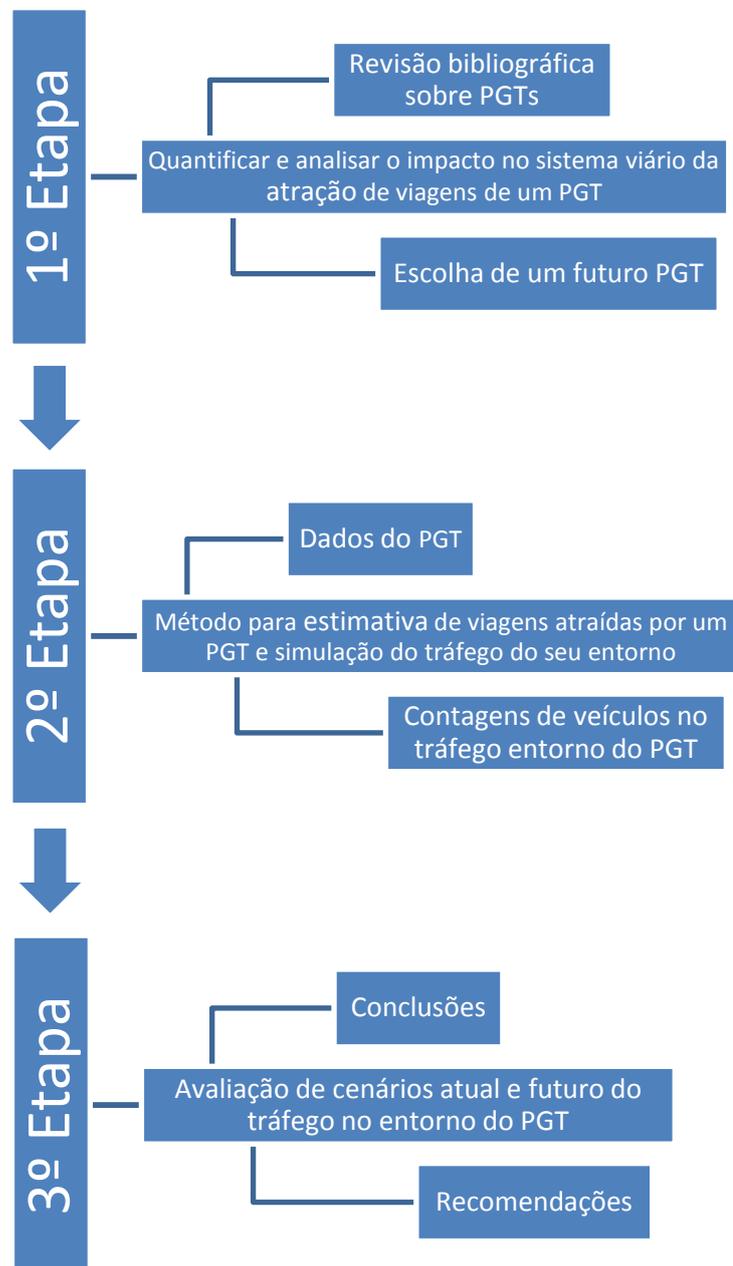
Segundo Moreira (2005), o TSIS (*Traffic Software Integrated Simulation*) é um *software* integrado que engloba:

- a) TRAFED – módulo para editoração gráfica das redes viárias e todas as suas características físicas e operacionais;
- b) TRANSLATOR - codificador dos arquivos gráficos em arquivos de entrada do CORSIM;
- c) CORSIM – simulação dos dados fornecidos;
- d) TextEditor – visualização do relatório com os resultados das simulações;
- e) TRAFVU – animação da simulação para permitir a análise detalhada.

TSIS é um *software* microsimulador de tráfego para sistemas semaforicos, vias expressas, ou vias expressas combinadas com sistemas semaforicos. A versão TSIS 5.1 foi utilizada neste estudo. Essa versão foi lançada em fevereiro de 2003.

4. MÉTODO DO TRABALHO

Segue o Fluxograma 1 que demonstra resumidamente as três etapas deste estudo.



Fluxograma 1: Método deste estudo.

Fonte: Autor.

Na 1ª etapa, apresenta-se o objetivo deste estudo que é quantificar e analisar o impacto de um PGT. Para isso, seleciona-se um futuro PGT em João Pessoa-PB para ser estudado e realiza-se uma revisão bibliográfica envolvendo:

- conceitos de PGT;
- classificação de PGT;
- impactos causados por PGTs;
- legislações sobre PGTs de algumas capitais brasileiras;
- metodologias estrangeiras e nacionais de avaliação dos impactos causados por PGTs;
- simulação de tráfego.

Na 2ª etapa, seleciona-se o método da Companhia de Engenharia de Tráfego (1983) para estimar as viagens atraídas pelo PGT em estudo através de seus dados. Em seguida, simula-se o tráfego no entorno do PGT através do *software* TSIS 5.1 (*Traffic Software Integrated System*), usando as contagens de veículos no entorno do PGT, a estimativa de demanda atraída pelo PGT, e uma estimativa de aumento da frota de veículos baseada no crescimento da frota de veículos de anos anteriores (DETRAN-PB, 2015).

Na 3ª etapa, comparam-se três cenários de simulação. O primeiro cenário representa a condição atual do tráfego no entorno do PGT. O segundo cenário representa uma condição futura do tráfego, incluindo a condição do cenário anterior mais a demanda estimada pelo PGT. O terceiro cenário representa outra condição futura do tráfego, incluindo a condição do cenário anterior acrescido da estimativa do aumento de 6% da frota de veículos baseado em DENTRAN-PB (2015). A partir dessa comparação e da revisão da literatura, apresentam-se as conclusões e recomendações.

5. DADOS

Neste capítulo, o empreendimento em estudo é caracterizado, apresentando-se sua localização, sua composição, seus acessos e saídas, e seu estacionamento. Também é descrito como foi realizado a coleta de dados.

5.1 Empreendimento

O empreendimento escolhido para a realização do estudo foi um edifício de uso misto (comercial e escritórios), localizado na zona sul da cidade de João Pessoa, na principal avenida do bairro dos bancários, Rua Empresário João Rodrigues Alves. O local, em construção com estimativa de entrega em 2019, será composto por: 32 lojas comerciais entre térreo e primeiro pavimento, sendo estas exclusivas para locação; 174 salas; duas salas corporativas; e cinco praças de alimentação. O empreendimento terá 22000 m² de área total, 650 m² de coberta, e 9400 m² de garagem. O estacionamento oferecerá 374 vagas de garagem (localizado nos três pavimentos subsolos e térreo), que terá acesso pela Rua Empresário João Rodrigues Alves como ilustrado na Figura 9.



Figura 9 – Acessos e saídas do empreendimento.
Fonte: Adaptado pelo autor de Delta Engenharia LTDA, 2017.

Como visto na Figura 9, a Rua Empresário João Rodrigues Alves é a única via de acesso para o PGV e também é a umas das principais rotas de acesso à zona Sul de João Pessoa. A localização do PGV é apresentado na Figura 10.



Figura 10 – Localização do empreendimento.

Fonte: www.maps.google.com, último acesso em 15/05/2017.

5.2 Coleta de dados

A coleta de dados foi feita através de contagens de veículos realizadas por dois observadores. As contagens de veículos foram feitas manualmente, anotando-se em um caderno a quantidade de veículos. Os veículos foram agrupados em cinco categorias: carro, moto, caminhão 2C, caminhão 3C, ônibus 2C e ônibus 3C.

As contagens foram realizadas em quatro intervalos de 15 minutos, totalizando uma hora para cada contagem. A coleta de dados foi dividida em dois dias, obtendo duas contagens no primeiro dia de coleta e uma contagem no segundo dia de coleta. As contagens serão mais detalhadas a seguir.

5.2.1 Primeira etapa da coleta

A primeira etapa da coleta foi realizada no horário de pico da manhã, das 7:30 às 8:30, no dia 20 de outubro de 2016 (quinta-feira). As contagens foram realizadas em um dia útil, não considerando segunda-feira e sexta-feira, por serem dias nos quais muitas pessoas saem ou chegam na cidade, podendo isso interferir na realidade do tráfego.

Os dois observadores realizaram duas contagens. Os dois localizaram-se na interseção da Rua Empresário João Rodrigues Alves com a Rua José Alexandre de Lira como ilustrado na Figura 11.

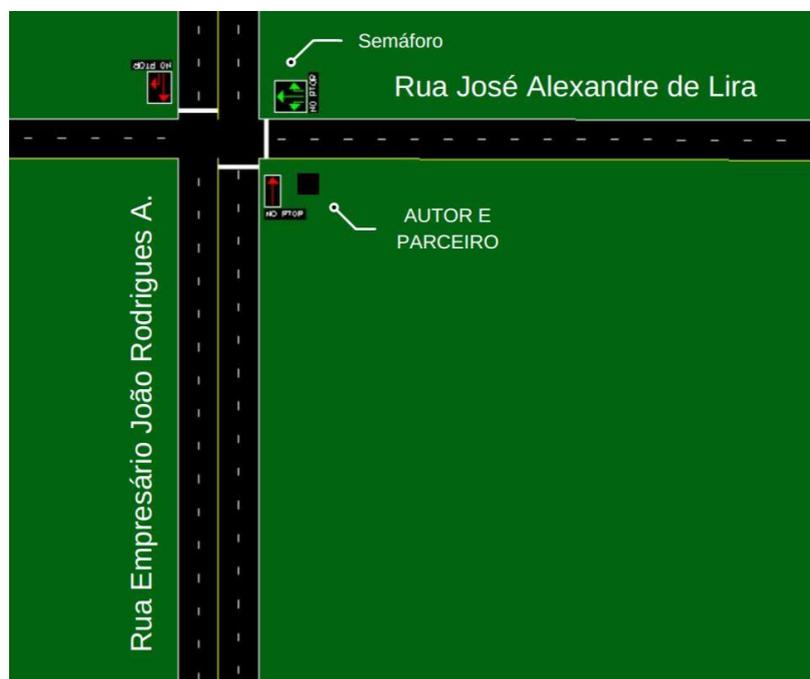


Figura 11 – Localização do autor e parceiro na primeira etapa da coleta de dados.
Fonte: Autor.

A primeira contagem foi realizada na Rua José Alexandre de Lira, quando o semáforo da interseção encontrava-se verde para a rua citada, um dos observadores contabilizou os veículos que dobravam a esquerda e seguiam na Rua Empresário João Rodrigues Alves e o outro observador contabilizou os veículos que atravessavam o cruzamento e os que dobravam a direita. Esses números foram importantes para saber a quantidade de veículos que seguiam para a Rua Empresário João Rodrigues Alves e que, posteriormente, passariam pela frente do empreendimento em estudo. A Tabela 6 apresenta os dados dessa contagem.

Tabela 6 – Contagem de veículos da Rua José Alexandre de Lira

Horário	Esquerda			Cruzamento			Direita		
	Carros	Moto	Caminhão 2C	Carros	Moto	Ônibus 2C	Carros	Moto	Caminhão 2C
7:30-7:45	161	49	4	28	11	0	4	0	0
7:45-8:00	154	68	1	29	7	2	7	1	1
8:00-8:15	120	35	0	25	5	1	8	4	1
8:15-8:30	124	26	1	26	12	1	10	4	1

Fonte: Autor.

A segunda contagem foi realizada na Rua Empresário João Rodrigues Alves quando o semáforo da interseção encontrava-se verde para a rua citada, um dos pesquisadores contabilizou os carros que atravessavam o cruzamento e o outro contabilizou as motos, caminhões e ônibus que atravessavam o mesmo. Da mesma forma da primeira contagem, esses números foram importantes para saber a quantidade de veículos que seguiam a avenida Rua Empresário João Rodrigues Alves e que, posteriormente passariam pela frente do empreendimento em estudo. A Tabela 7 apresenta os dados dessa contagem.

Tabela 7 – Contagem de veículos da Rua Empresário João Rodrigues Alves

Horário	Cruzamento					
	Carros	Moto	Ônibus 2C	Ônibus 3C	Caminhão 2C	Caminhão 3C
7:30-7:45	403	175	9	4	2	1
7:45-8:00	426	153	9	6	1	2
8:00-8:15	281	126	8	3	1	1
8:15-8:30	313	132	7	3	3	1

Fonte: Autor.

Também foi cronometrado o tempo de sinal verde e amarelo do semáforo da interseção, para as Ruas Empresário João Rodrigues Alves e José Alexandre de Lira, e o tempo em que o semáforo encontrava-se vermelho, para as duas ruas ao mesmo tempo conforme ilustrado na tabela abaixo.

Tabela 8 – Tempos de sinal

Semáforo	Sinal verde (s)	Sinal Amarelo (s)	Sinal Vermelho para as duas ruas (s)
Rua Empresário J R Alves	75	3	1
Rua José Alexandre de Lira	32	3	1

Fonte: Autor.

5.2.2 Segunda etapa da coleta

A segunda parte da coleta foi realizada no horário de pico da manhã, das 7:30 às 8:30, no dia 10 de novembro de 2016, quinta-feira. Da mesma forma como na primeira coleta, a segunda coleta foi realizada em um dia útil, não considerando segunda-feira e sexta-feira, por serem dias nos quais muitas pessoas saem ou chegam na cidade, podendo isso interferir na realidade do tráfego.

Os dois observadores localizaram-se no começo da Rua Antônio Miguel Duarte como ilustrado na Figura 12 e realizaram a contagem da rua citada.

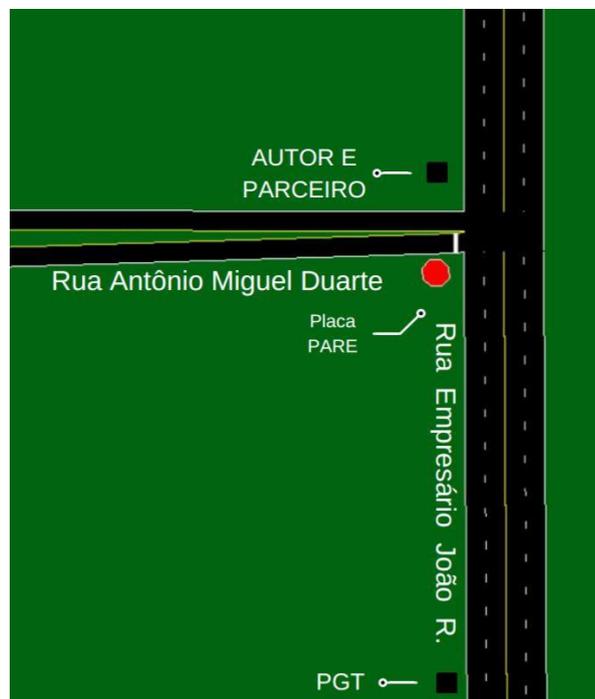


Figura 12 – Localização do autor e parceiro na segunda etapa da coleta de dados.

Fonte: Autor.

Foram contabilizados os carros que dobravam a direita, entrando na Rua Empresário João Rodrigues Alves, e os veículos que saíam da mesma e entravam na Rua Antônio Miguel Duarte. Também foram contadas as motos e caminhões que dobravam a direita, entrando na Rua Empresário João Rodrigues Alves. Esses números foram importantes para saber a quantidade de veículos que entraram na Rua Empresário João Rodrigues Alves e que posteriormente passariam pela frente do empreendimento em estudo e os que saíam da avenida principal. A Tabela 9 apresenta os dados dessa contagem.

Tabela 9 – Contagem de veículos da Rua Antônio Miguel Duarte

Horário	Entrada Rua Empresário João R. Alves			Saída Rua Empresário João R. Alves
	Carros	Moto	Caminhão 2C	Carros
7:30-7:45	195	50	1	4
7:45-8:00	200	39	1	5
8:00-8:15	195	44	0	10
8:15-8:30	182	35	0	8

Fonte: Autor.

6. PROCESSAMENTO DE DADOS

Neste capítulo, aplica-se a metodologia da CET-SP para estimar as viagens demandadas pelo PGT em estudo no futuro, simula-se o tráfego no programa TSIS (*Traffic Software Integrated System*) a partir dos dados coletados e estimados, apresentam-se e analisam-se os resultados dessas simulações.

6.1 Aplicação da metodologia CET-SP (1983)

O empreendimento em estudo é de uso misto, mas tem a maior parte de sua área voltada para escritórios, então aplica-se a metodologia CET-SP usada em prédios de escritórios para estimar as viagens do prédio em estudo.

Segundo a metodologia CET, o modelo parte do princípio que as taxas de atração de viagens resultantes de atividades desenvolvidas em escritórios podem ser expressas em função da Área Construída Computável (AC). A AC do empreendimento em estudo é de 11950 m², assim deve-se usar a Equação 3.1, pois a área segue o intervalo de 10800 m²<AC<28800 m². Obteve-se os seguintes resultados:

$$V = 257,5 + 0,0387AC$$

$$V = 719,96 \text{ viagens por dia}$$

Assim, o prédio em estudo atrairá aproximadamente 720 viagens por dia. Para calcular o número de veículos atraídos no dia, deve-se aplicar o percentual relativo à divisão modal conforme a Tabela 4. Como o empreendimento está localizado em uma área de média acessibilidade, deve-se aplicar o percentual de 28% para obter o número de automóveis e 66% para obter número de coletivos, no caso em estudo, são os ônibus. Obteve-se os seguintes resultados:

Tabela 10 – Estimativa de veículos por dia

Automóveis (und/dia)	Ônibus (und/dia)
202	476

Fonte: Autor.

Para calcular o fluxo de carros no pico horário, deve-se aplicar conforme a Tabela 5, o fator de 70% ao número total de carros atraídos no dia. Assim, obteve-se 142 automóveis atraídos pelo empreendimento em uma hora no horário de pico.

6.2 Simulação dos cenários

A simulação do tráfego foi realizada através do *software* TSIS 5.1. Para isso, a malha viária foi construída no software. A malha viária é composta por um trecho da Rua Antônio Miguel Duarte, um trecho da Rua Empresário João Rodrigues Alves, um trecho da Rua José Alexandre de Lira, do semáforo da interseção das últimas duas ruas, duas paradas de ônibus localizadas na Rua Empresário João Rodrigues, uma placa de Pare localizada na saída da Rua Antônio Miguel Duarte para entrar na Rua Empresário João Rodrigues Alves, e uma impedância como ilustrado na Figura 13.



Figura 13 – Design da malha viária.
Fonte: Autor.

Devido à restrição de fluidez de fluxo de tráfego causado pela rotatória localizada na Rua Empresário João Rodrigues e a dificuldade de alocar o dispositivo viário no simulador, foi adotado a impedância de curta duração para substituir os efeitos da rotatória. Essa impedância tem duração média de 10 segundos e acontece com a frequência média de 300 vezes em uma hora e está localizada no trecho que antecipa a rotatória, como ilustrado na Figura 13.

A simulação foi dividida em três cenários, um do tráfego atual, outro do tráfego atual acrescido da futura demanda do PGT, e o último do tráfego atual acrescido da demanda do PGT e de um aumento de 6% da frota de veículos. Esses cenários são mais detalhados a seguir.

6.2.1 Simulação 1º cenário

A simulação do primeiro cenário foi para o fluxos de veículos atuais. Para encontrar os volumes de carros, foi utilizado o fator de equivalência de acordo com o tipo do veículo como ilustrado na Tabela 11, com exceção do ônibus que foi utilizado seu próprio volume. Assim, obteve-se os volumes ilustrados nas Tabelas 12, 13, 14.

Tabela 11 – Equivalência em carros de passeio

Carros	Ônibus	Caminhão	Moto
1	1,5	1,5	1

Fonte: DNIT, 2006.

Tabela 12 – Volume de veículos da Rua José Alexandre de Lira

Horário	Esquerda	Cruzamento		Direita
	Carros (und)	Carros (und)	Ônibus (und)	Carros (und)
7:30-7:45	216	39	0	4
7:45-8:00	224	36	2	10
8:00-8:15	155	30	1	14
8:15-8:30	152	38	1	16

Fonte: Autor.

Tabela 13 – Volume de veículos da Rua Empresário João Rodrigues Alves

Horário	Cruzando	
	Carros (und)	Ônibus (und)
7:30-7:45	583	13
7:45-8:00	584	15
8:00-8:15	410	11
8:15-8:30	451	10

Fonte: Autor.

Tabela 14 – Volume de veículos da Rua Antônio Miguel Duarte

Horário	Entrada Rua Empresário João Rodrigues	Saída Rua Empresário João Rodrigues
	Carros (und)	Carros (und)
7:30-7:45	247	4
7:45-8:00	241	5
8:00-8:15	239	10
8:15-8:30	217	8

Fonte: Autor.

A partir dos volumes de veículos das Tabelas 12, 13 e 14, dos tempos de sinal da Tabela 8 e da malha viária construída, o simulador fornece os resultados ilustrados na Figura 14.

LINK	VEHICLE		VEHICLE MINUTES				RATIO		MINUTES/MILE		SECONDS / VEHICLE					AVERAGE VALUES	
	MILE	TRIPS	MOVE TIME	DELAY TIME	TOTAL TIME	MOVE/TOTAL	TOTAL	DELAY	TOTAL TIME	DELAY TIME	TOTAL TIME	DELAY TIME	CONTROL DELAY	QUEUE DELAY	STOP* TIME	STOPS (%)	VOL VPH
(4, 6)	75.5	1049	151.0	1.5	152.5	0.99	2.02	0.02	8.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0	1049	29.7
(6, 4)	195.4	2710	390.1	344.0	734.1	0.53	3.76	1.76	16.2	7.6	0.0	3.1	2.5	21	2710	15.9	
(6, 5)	87.42	1049	144.8	185.7	360.6	0.48	4.12	2.12	20.6	10.6	8.9	7.5	7.5	39	1049	14.5	
(5, 6)	218.17	2618	436.3	291.6	727.9	0.60	3.34	1.34	16.7	6.7	2.4	1.2	1.0	11	2618	18.0	
(5, 3)	49.68	1093	99.4	18.3	117.7	0.84	2.37	0.37	6.7	1.0	0.0	0.0	0.0	0	1093	25.3	
(3, 5)	94.68	2083	181.4	454.6	643.9	0.29	6.80	4.80	18.1	13.1	0.6	9.0	8.3	37	2083	8.8	
(5, 1)	4.29	123	32.6	2.8	15.3	0.82	2.44	0.44	7.1	1.3	0.0	0.0	0.0	0	123	24.6	
(2, 5)	52.88	698	166.8	2141.1	2246.8	0.05	42.49	40.49	190.1	181.2	15.1	165.7	157.1	71	698	1.4	
(8001, 4)		1048													1048		
(8004, 3)		2075													2075		
(8005, 2)		723													723		
(7, 6)	8.09	122	16.2	1066.9	1083.1	0.01	133.93	131.93	498.7	491.4	68.0	465.1	451.4	100	122	0.4	
(6, 7)	1.33	122	2.7	0.4	3.0	0.87	2.30	0.30	9.1	1.2	0.0	0.0	0.0	0	20	26.1	
(8002, 7)		122													122		
0SUBNETWORK=	789.06	3946	26.30	75.11	101.42	0.26	7.71	5.71	1.55	1.16	0.88	0.93	0.89	68.3		7.8	
			-- VEHICLE - HOURS --							--- MINUTES / VEHICLE-TRIP ---							PER TRIP

Figura 14 – Resultados da simulação 1º cenário.

Fonte: Autor.

6.2.2 Simulação 2º cenário

A simulação do segundo cenário foi realizada para o fluxo atual de veículos acrescido da futura demanda do PGT, ou seja, quando o empreendimento estiver funcionando. A futura demanda do PGT foi estimada a partir da metodologia CET, obtendo-se a previsão de 142 carros calculados anteriormente. O volume de 142 carros foram inseridos proporcionalmente na malha em estudo, de acordo com Tabela 15.

Tabela 15 – Percentual de volumes demandados

Rua	Empresário João R.	José Alexandre de Lira	Antônio Miguel D.
Percentagem (%)	54,54%	20,07%	25,37%
Carros (und/h)	78	28	36

Fonte: Autor.

Em relação a demanda de ônibus prevista pela metodologia, o estudo em questão supõe que a frota de ônibus não irá aumentar devido ao empreendimento. Logo, apenas o volume de carros é considerado na simulação.

A partir dos volumes de veículos atuais acrescidos do volume demandado pelo PGT da Tabela 15, dos tempos de sinal da Tabela 8 e da malha viária construída, o simulador fornece os resultados ilustrados na Figura 15.

LINK	VEHICLE		VEHICLE MINUTES				RATIO		MINUTES/MILE		SECONDS / VEHICLE				- AVERAGE VALUES -		
	MILES	TRIPS	MOVE TIME	DELAY TIME	TOTAL MOVE/TIME	TOTAL DELAY/TIME	TOTAL MOVE/TIME	TOTAL DELAY/TIME	TOTAL TIME	DELAY TIME	CONTROL DELAY	QUEUE DELAY	STOP* TIME	STOPS (*)	VPH	SPEED MPH	
(4, 6)	75.42	1048	150.8	1.4	152.3	0.99	2.02	0.02	8.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0	1048	29.7	
(6, 4)	199.8	2777	99.7	364.8	764.5	0.52	3.83	1.83	16.5	7.9	0.0	3.0	2.5	21	2777	15.7	
(6, 5)	87.2	1049	104.8	188.9	363.7	0.48	4.16	2.16	20.1	10.8	9.1	7.6	7.6	39	1049	14.4	
(5, 6)	223.33	2680	45.7	361.5	808.2	0.55	3.62	1.62	18.1	8.1	2.6	1.7	1.4	13	2680	16.6	
(5, 3)	49.18	1082	9.4	18.6	117.0	0.84	2.38	0.38	6.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0	1082	25.2	
(3, 5)	98.41	2165	19.8	507.9	704.7	0.28	7.16	5.16	19.5	14.1	0.0	9.3	8.6	39	2165	8.4	
(5, 1)	6.75	132	1.5	3.0	16.5	0.82	2.45	0.45	7.5	1.4	0.0	0.0	0.0	0	132	24.5	
(2, 5)	52.35	691	10.7	2172.9	2277.6	0.05	43.51	41.51	192.3	183.5	152.5	168.0	160.0	71	691	1.4	
(8001, 4)		1048													1048		
(8004, 3)		2153													2153		
(8005, 2)		713													713		
(7, 6)	8.0	122	16.2	1037.6	1053.8	0.02	130.30	128.30	505.2	497.8	474.2	470.4	456.9	100	122	0.5	
(6, 7)	1.26	19	2.5	0.3	2.8	0.89	2.25	0.25	8.9	1.0	0.0	0.0	0.0	0	19	26.7	
(8002, 7)		122													122		
OSUBNETWORK=	802.07	4010	26.74	77.62	104.35	0.26	7.81	5.81	1.57	1.18	0.88	0.93	0.89	70.9		7.7	
			-- VEHICLE - HOURS --							--- MINUTES / VEHICLE-TRIP ---							PER TRIP

Figura 15 – Resultados da simulação 2º cenário.

Fonte: Autor.

6.2.3 Simulação 3º cenário

A simulação do terceiro cenário foi realizada a partir da soma do fluxo atual de carros, com a futura demanda do PGT e a estimativa do aumento de 6% da frota de veículos para o ano de entrega do empreendimento. A estimativa de 6% foi baseada no mesmo crescimento da frota de 2013 para 2014 ilustrado na Tabela 16.

Tabela 16 – Evolução da frota em 11 anos na Paraíba

MUNICÍPIO	ANO												EVOLUÇÃO %
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
João Pessoa	124.884	131.573	139.650	151.805	167.336	186.896	207.868	234.014	259.797	281.830	302.123	320.339	157%
C. Grande	61.509	66.173	71.154	77.881	85.423	94.968	104.274	115.014	125.834	135.558	144.337	151.924	147%
Guarabira	5.452	5.840	6.339	7.077	8.175	9.442	10.668	12.018	13.415	14.608	15.633	16.600	204%
Patos	14.641	15.420	16.201	17.652	19.464	22.081	25.271	29.388	33.590	36.350	39.145	41.269	182%
Sousa	8.522	9.320	10.068	11.005	12.143	14.223	16.165	18.084	19.724	21.509	23.481	25.373	198%
Cajazeiras	9.565	10.172	10.922	11.909	13.094	14.645	16.441	18.433	20.385	22.314	24.243	26.286	175%
ESTADO	336.333	361.573	390.967	434.681	487.763	553.945	623.737	709.628	805.055	889.655	970.140	1.046.484	211%

Fonte: DETRAN-PB, 2015.

A partir dos volumes de veículos atuais acrescidos do volume demandado pelo PGT e do aumento de 6% da frota de veículos, dos tempos de sinal da Tabela 8 e da malha viária construída, o simulador fornece os resultados ilustrados na Figura 16.

LINK	VEHICLE		VEHICLE MINUTES				RATIO		MINUTES/MILE		SECONDS / VEHICLE					AVERAGE VALUES		
	MILES	TRIPS	MOVE TIME	DELAY TIME	TOTAL MOVE/TIME	MOVE/TOTAL	TOTAL TIME	DELAY TIME	TOTAL TIME	DELAY TIME	CONTROL DELAY	QUEUE DELAY	STOP* TIME	STOPS (*)	VOL VPH	SPEED MPH		
(4, 6)	75.47	1048	150.8	1.5	152.3	0.99	2.02	0.02	8.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0	1048	29.7		
(6, 4)	206.74	2867	12.7	370.0	782.7	0.53	3.79	1.79	16.7	7.7	0.0	3.1	2.6	19	2867	15.8		
(6, 5)	87.42	1049	14.8	189.2	364.0	0.48	4.16	2.16	20.8	10.8	9.1	7.6	7.6	39	1049	14.4		
(5, 6)	232.50	2790	46.0	432.8	897.8	0.52	3.86	1.86	19.3	9.3	3.0	1.8	1.5	13	2790	15.5		
(5, 3)	48.82	1074	9.6	18.3	115.9	0.84	2.37	0.37	6.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0	1074	25.3		
(3, 5)	104.00	2288	20.0	566.2	774.2	0.27	7.44	5.44	26.3	14.8	10.2	9.5	8.8	35	2288	8.1		
(5, 1)	7.16	140	1.3	3.0	17.4	0.82	2.43	0.43	7.4	1.3	0.0	0.0	0.0	0	140	24.7		
(2, 5)	50.53	667	10.1	2200.1	2301.2	0.04	45.54	43.54	200.7	191.9	140.1	176.1	167.2	73	667	1.3		
(8001, 4)		1048													1048			
(8004, 3)		2275													2275			
(8005, 2)		688													688			
(7, 6)	7.16	108	14.3	1071.1	1085.4	0.01	151.62	149.62	563.1	555.8	530.9	526.5	513.8	100	108	0.4		
(6, 7)	1.59	24	3.2	0.4	3.6	0.88	2.26	0.26	9.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0	24	26.5		
(8002, 7)		108													108			
OSUBNETWORK=	820.94	4105	27.36	80.88	108.24	0.25	7.91	5.91	1.59	1.20	0.88	0.94	0.89	67.6		7.6		
			-- VEHICLE - HOURS --							--- MINUTES / VEHICLE-TRIP ---								
																	PER TRIP	

Figura 16 – Resultados da simulação 3º cenário,
Fonte: Autor.

6.3 Análise de Resultados

A partir dos resultados dos 1º, 2º, e 3º cenários ilustrados nas Figuras 14, 15, e 16 respectivamente, este estudo compara os *delay time* (segundos/veículo) de alguns trechos das Ruas Empresário João Rodrigues Alves, Antônio Miguel Duarte e José Alexandre de Lira dos três cenários como ilustrado na Tabela 17.

Tabela 17 – Delay time

Rua	Trechos	Delay time (s/veículo)		
		1º cenário	2º cenário	3º cenário
Empresário João Rodrigues Alves	3-5	13,1	14,1	14,8
	5-6	6,7	8,1	9,3
	6-4	7,6	7,9	7,7
José Alexandre de Lira	2-5	181,2	183,5	191,9
Antônio Miguel Duarte	7-6	491,4	497,8	555,8

Fonte: Autor.

Destacam-se os trechos 3-5, 5-6 e 6-4 da Rua Empresário João Rodrigues Alves, o trecho 2-5 da Rua José Alexandre de Lira, e o trecho 7-6 da Rua Antônio Miguel Duarte. Esses trechos são destacados, pois apresentam congestionamentos e são trechos próximos do empreendimento em estudo pelos quais os veículos podem trafegar para chegar ao mesmo.

A partir da análise da Tabela 17, encontrou-se um aumento no *delay time* em todos os trechos entre 1º e 2º cenário e entre 1º e 3º cenário. Os percentuais de aumento foram ilustrados na Tabela 18.

Tabela 18 – Percentuais de aumento do *delay time*

Rua	Trecos	Percentuais (%)	
		1º e 2º cenário	1º e 3º cenário
Empresário João Rodrigues Alves	3-5	7,63	12,98
	5-6	20,90	38,81
	6-4	3,95	1,32
José Alexandre de lira	2-5	1,27	5,91
Antônio Miguel Duarte	7-6	1,30	13,11
	TOTAL	35,05	72,11

Fonte: Autor.

A Tabela 19 ilustra a quantidade total de veículos em cada trecho e em cada cenário com base nas Figuras 14, 15, e 16.

Tabela 19 – Quantidade total de veículos

Rua	Trecos	Veículos (und)		
		1º cenário	2º cenário	3º cenário
Empresário João Rodrigues Alves	3-5	2083	2165	2288
	5-6	2618	2680	2790
	6-4	2710	2777	2867
José Alexandre de lira	2-5	698	691	667
Antônio Miguel Duarte	7-6	122	122	108

Fonte: Autor.

A partir das Tabelas 17 e 19, obtém-se a espera total de veículos causada pela instalação do PGT (2º cenário) e pela instalação do PGT mais o aumento de 6% da frota de veículos (3º cenário) ilustrada na Tabela 20.

Tabela 20 – Espera total de veículos

Rua	Trechos	Espera total (horas)		
		1º cenário	2º cenário	3º cenário
Empresário João Rodrigues Alves	3-5	7,57	8,47	9,40
	5-6	4,87	6,03	7,20
	6-4	5,72	6,09	6,13
José Alexandre de lira	2-5	35,13	35,22	35,55
Antônio Miguel Duarte	7-6	16,65	16,86	16,67

Fonte: Autor.

A partir da análise da Tabela 20, obtém-se o aumento da espera total de veículos entre 1º e 2º cenário e entre 1º e 3º cenário como ilustrado na Tabela 21.

Tabela 21 – Aumento da espera total de veículos

Rua	Trechos	Espera total (horas)	
		1º e 2º cenário	1º e 3º cenário
Empresário João Rodrigues Alves	3-5	0,90	1,83
	5-6	1,16	2,34
	6-4	0,37	0,41
José Alexandre de lira	2-5	0,09	0,42
Antônio Miguel Duarte	7-6	0,22	0,02
	TOTAL	2,74	5,02

Fonte: Autor.

7. CONCLUSÃO

Polo gerador de tráfego é um tema amplamente abordado e estudado quando se trata de *shopping centers*, no entanto quando se trata de edifícios de uso misto (comercial e escritórios), existem pouquíssimos estudos. Apesar disso, esses empreendimentos não deixam de ser um tipo de polo gerador de tráfego, que têm seus impactos negativos sobre o sistema viário e de transporte.

Diante de poucos estudos sobre edifícios de uso misto e do crescente número desses empreendimentos em João Pessoa, este trabalho analisou o impacto de um empreendimento de uso misto na cidade de João Pessoa, simulando três cenários de tráfego através do simulador TSIS (*Traffic Software Integrated System*).

O primeiro cenário representou a condição atual do tráfego. O segundo cenário representou a condição futura do tráfego, quando o empreendimento estiver funcionando com a frota atual de carros. O terceiro cenário representou a condição futura do tráfego, quando o empreendimento estiver funcionando acrescido da estimativa do aumento de 6% da frota atual de veículos.

A partir dos resultados das simulações, conclui-se que a implantação do empreendimento em estudo (2º cenário) aumentará o congestionamento atual, ou seja, aumentará o *delay time* (segundos/veículo) da Rua Empresário João Rodrigues Alves em 32,47%, da Rua José Alexandre de Lira em 1,27%, e da rua Antônio Miguel Duarte em 1,37%. Além disso, a implantação do empreendimento acrescida da estimativa 6% do aumento da frota de veículos (3º cenário) causará ainda mais congestionamento que a situação anterior, ou seja, aumentará o *delay time* da Rua Empresário João Rodrigues Alves em 53,09%, da Rua José Alexandre de Lira em 5,91%, e da rua Antônio Miguel Duarte em 13,11%. Assim, totalizando-se um aumento no *delay time* de 35,05% no 2º cenário e de 72,11% no 3º cenário.

A partir também dos resultados das simulações, conclui-se que a implantação do PGT (2º cenário) aumentará a espera total de veículos em 2,43 horas, 0,09 horas, 0,22 horas respectivamente nas ruas Empresário João Rodrigues Alves, José Alexandre de Lira, Antônio Miguel Duarte. A implantação do PGT acrescida da estimativa 6% do aumento da frota de veículos (3º cenário) aumentará a espera total em 4,57 horas, 0,42 horas, 0,02 horas respectivamente nas ruas Empresário João Rodrigues Alves, José Alexandre de Lira, Antônio Miguel Duarte. Assim, totalizando-se um aumento na espera total de veículos de 2,74 horas no 2º cenário e de 5,02 horas no 3º cenário.

A partir de informações do empreendimento e da revisão da literatura, conclui-se que o estacionamento do mesmo estará em acordo com a legislação municipal, uma vez que o estacionamento oferecerá 374 vagas quando a legislação exige apenas 1 vaga para cada 50 m² de área construída do empreendimento, totalizando 239 vagas requeridas pela legislação.

Diante das conclusões, recomenda-se o melhoramento da infraestrutura viária do entorno do empreendimento, sendo a ligação da Rua Bancário Waldemar de Mesquita Accioly, conhecida como “três ruas”, com a avenida Contorno das Cidades uma medida que ajudaria a diminuir o congestionamento da região estudada. Uma outra recomendação é o maior uso do transporte coletivo no lugar do transporte individual (carro), medida que também ajudaria a diminuir o congestionamento da região estudada.

8. BIBLIOGRAFIA

ARY, M.B. (2002). **Análise da Demanda e Viagens Atraídas por Shopping Centers em Fortaleza**. Dissertação de Mestrado, Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

ALMEIDA, B. L. (2012). **Processos de Licenciamento de Polos Geradores de Viagens: uma visão mais sustentável ao município de João Pessoa**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental, UFPB – João Pessoa, PB.

ANDRADE, E. P. (2005). **Análise de Métodos de Estimativa de Produção de Viagens em Polos Geradores de Tráfego**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Transportes, COPPE/UFRJ – Rio de Janeiro, RJ.

BELO HORIZONTE, **Lei nº 7277, de 17 de janeiro de 1997**. Institui a licença ambiental e dá outras providências.

BLOONBERG, L., DALE, J. (2000). **A Comparison of the VISSIM and CORSIM Traffic Simulation Models On A Congested Network**, Transportation Research Record, March, 2000.

CET-SP - Companhia de Engenharia de Tráfego (1983). **Boletim Técnico N. 32 Polos Geradores de Tráfego** – São Paulo, SP.

CET-SP - Companhia de Engenharia de Tráfego (1983). **Boletim Técnico N. 36 Polos Geradores de Tráfego** – São Paulo, SP.

CUNHA, Regina Fátima de Faria (2009). **Uma sistemática de avaliação e aprovação de projetos de Pólos Geradores de Viagens (PGV's)** - Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

CURITIBA. **Decreto nº188, 3 de abril do ano de 2000**. Dispõe sobre os Setores Especiais do Sistema Viário Básico e dá outras providências.

CURITIBA. **Lei nº9800, 3 de janeiro de 2000**. Dispõe sobre o Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo no Município de Curitiba e dá outras providências.

DELTA ENGENHARIA LTDA. (2017). www.deltaenge.com.br/site/, último acesso em 15/05/2017.

DENATRAN - Departamento Nacional de Trânsito (2001). **Manual de Procedimentos para o Tratamento de Polos Geradores de Tráfego**. Ministério da Justiça - Brasília, DF.

DETRAN-PB – Departamento Estadual de Trânsito da Paraíba (2015). www.detran.pb.gov.br, último acesso em 15/05/2017.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2006). **Manual de Estudos de Tráfego**. Rio de Janeiro, RJ.

FORTALEZA. **Lei nº 7.987, 20 de dezembro de 1996.** Lei de Uso e Ocupação do Solo do Município de Fortaleza.

GOLDNER, L.G. (1994). **Uma Metodologia de Avaliação de Impactos de Shopping Centers sobre o Sistema Urbano.** Tese de Doutorado em Engenharia de Transportes, COPPE/UFRJ – Rio de Janeiro, RJ.

GRANDO, L. (1986). **A interferência dos Pólos Geradores de Tráfego no Sistema Viário: Análise e Contribuição Metodológica para Shopping Centers.** Dissertação de Mestrado, PET/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

ITE – Institute of Transportation Engineers (1986). **Trip Generation.** Washington.

MANFIO, V. (2015). **Polos Geradores de Tráfego: Uma Análise da Legislação Vigente e a Cidade de Santa Maria.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

Moreira, R. B. (2005). **Uma Contribuição para Avaliação do Modelo “CORSIM” em Simulações de Tráfego Urbano no Rio de Janeiro.** Tese de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

PORTUGAL, L. DA S.; GOLDNER L, G. (2003). **Estudo de Polos Geradores de Tráfego e de Seus Impactos nos Sistemas Viários e de Transporte.** 1. Ed. São Paulo: Edgar Blucher

PORTUGAL, L. S. (2005). **Simulação de tráfego – Conceitos e Técnicas de Modelagem,** Ed. Interciência, Rio de Janeiro.

PMJP – Prefeitura Municipal do João Pessoa (1992). **Plano Diretor da Cidade de João Pessoa** – João Pessoa, PB.

PMJP – Prefeitura Municipal do João Pessoa (2002). **Código Municipal de Meio Ambiente** – João Pessoa, PB

PMJP – Prefeitura Municipal do João Pessoa. Superintendência de Transportes e Trânsito. Estabelece os critérios para anuência da STTRANS de projetos de edificações ou empreendimentos que possam transformar-se em polos atrativos de transito e da outras providências. **Portaria nº47, de 7 de agosto de 2002** – João Pessoa, PB

SÃO PAULO. **Lei nº15150, de 6 de maio de 2010.** Dispõe sobre os procedimentos para a aprovação de projetos arquitetônicos e para a execução de obras e serviços necessários para a minimização de impacto no Sistema Viário decorrente da implantação ou reforma de edificações e da instalação de atividades – Polo Gerador de Tráfego.

SILVEIRA, I.T. (1991). **Análise de Pólos Geradores de Tráfego Segundo sua Classificação, Área de Influência e Padrões de Viagem.** Dissertação de mestrado - COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.