



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL



Matheus Ribeiro Panobianco

## **TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

DESENVOLVIMENTO DE TAXAS DE GERAÇÃO DE  
VIAGENS E COMPARAÇÃO DE DOIS POLOS  
GERADORES COM A UTILIZAÇÃO DO MÉTODO  
“SMART GROWTH TRIP GENERATION”

Uberlândia, novembro de 2018.

**MATHEUS RIBEIRO PANOBIANCO**

**DESENVOLVIMENTO DE TAXAS DE GERAÇÃO  
DE VIAGENS E COMPARAÇÃO DE DOIS POLOS  
GERADORES COM A UTILIZAÇÃO DO MÉTODO  
“SMART GROWTH TRIP GENERATION”**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Faculdade de Engenharia Civil da Universidade  
Federal de Uberlândia como parte dos requisitos  
para a obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. José Aparecido Sorratini

Uberlândia, novembro de 2018.

## RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso teve como objetivo estimar o número de viagens produzidas por dois polos geradores com a utilização de métodos tradicionais de geração e do método *Smart Growth Trip Generation* desenvolvido na Universidade da Califórnia, EUA, em Davis. Neste trabalho foi feita, não só a comparação de métodos de estimativa de viagens geradas por automóveis, mas também simuladas alterações nas características dos locais analisados. Inicialmente foi testada a possibilidade de estudo no bairro Granja Marileusa, em Uberlândia, MG, um polo gerador classificado como de multiuso, por agregar vários setores, como residências, comércio, escolas e serviços, mas que não se enquadrou nos requisitos de área da metodologia desenvolvida em Davis. Portanto, foram escolhidos dois edifícios residenciais na cidade de Jaboticabal, SP. Com a utilização de programas computacionais, pesquisas na *internet* e ferramentas digitais foi realizada a coleta dos dados necessários para utilizar o método proposto em Davis. Os resultados, ao comparar os métodos tradicionais com o desenvolvido em Davis, foram de uma redução média de 22,3% e 34,1% nos horários de pico da manhã e da tarde, respectivamente. Em uma análise de sensibilidade, quando modificados alguns parâmetros, foram encontradas maneiras de diminuir a demanda de viagens por veículos particulares. Dentre essas maneiras estão ações como: adicionar mais paradas de ônibus e inserção de parquímetros nas ruas próximas aos empreendimentos analisados. Em suma, houve a possibilidade de geração de viagens sustentáveis, que permitem aumentar a utilização de outros modos de transporte como, por exemplo, o transporte coletivo, e diminuir a utilização de veículos particulares, no caso da utilização dos parquímetros.

**Palavras-chave:** Crescimento inteligente; Viagens sustentáveis; Geração de viagens; Polos Geradores de Viagens; Edifícios residenciais; *Smart Growth Trip Generation*.

## ABSTRACT

This final course work aimed to estimate the number of trips produced by two generator hubs by using a traditional trip generation methodology and the Smart Growth Trip Generation method developed at the University of California, Davis, USA. In this work it was done not only the comparison of estimation methods of private vehicle trips, but also simulated changes in the characteristics of the analyzed sites. Initially, it was tested the possibility of studying the Granja Marileusa neighborhood, in Uberlândia, MG, a generator hub classified as multi use, for aggregating several generators, such as residences, retail, schools and services, but not meeting the requirements of the methodology developed in Davis. Therefore, two residential buildings were chosen in the city of Jaboticabal, SP. By using software, internet search and digital tools, the data required to use the method proposed in Davis were collected. The results, when comparing the traditional methodology with the one developed in Davis, were of an average reduction of 22.3% and 34.1% in the peak hours of morning and afternoon, respectively. In a sensitivity analysis, when modifying some parameters, there were found ways to reduce the demand for travel by private vehicles. Among these ways are actions such as: adding more bus stops and introducing parking meters in the streets near the developments analyzed. In conclusion, there was the possibility of generating sustainable trips, which would increase the use of other modes of transportation, such as the transit mode, and to reduce the use of private vehicles in the case of the parking meters.

**Keywords:** Smart growth; Sustainable trips; Trip generation; Generator Hubs; Residential buildings; Smart Growth Trip Generation.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Planilha de verificação para aplicação do método Smart Growth .....	28
Figura 2 – Planilha de introdução e análise de dados.....	28
Figura 3 – Requisitos de desenvolvimento atendido (a) e não atendido (b) .....	29
Figura 4 – Áreas desenvolvidas e não desenvolvidas (coloridas) na região do bairro Granja Marileusa .....	30
Figura 5 – Edifícios Florença (a) e Vienna Residencial (b) .....	31
Figura 6 – Tabela da verificação de aplicação do método Smart Growth.....	32
Figura 7 – Círculos com raio de 800 m a partir dos edifícios Florença (a) e Vienna Residencial (b).....	33
Figura 8 – Usos do solo próximos aos edifícios Florença (a) e ao Vienna Residencial (b) .....	34
Figura 9 – Mapa interativo de densidade populacional – IBGE .....	34
Figura 10 – Quantificação da população na região dos edifícios Florença (a) e Vienna Residencial (b).....	35
Figura 11 – Composição da população de 18 anos ou mais – 2010.....	36
Figura 12 – Trajeto (a) e horários (b) da Linha 1 .....	37
Figura 13 – Calçadas próximas aos edifícios Florença (a) e Vienna Residencial (b) ....	39
Figura 14 – Aplicabilidade do modelo para os edifícios Florença (a) e Vienna Residencial (b).....	40
Figura 15 – Tabela para inserção das características do local.....	41
Figura 16 – Taxas e quantidade de viagens calculadas pelo ITE para o edifício Vienna com 18 apartamentos .....	42
Figura 17 – Taxas e quantidade de viagens calculadas pelo ITE para o edifício Florença com 58 apartamentos .....	43
Figura 18 – Taxas e quantidade de viagens calculadas pelo ITE para o edifício Florença com 174 moradores .....	43
Figura 19 – Tabela de dados de entrada no modelo .....	44
Figura 20 – Distância ao centro para o edifício Florença.....	44
Figura 21 – Distância ao centro para o edifício Vienna Residencial.....	44
Figura 22 – Distância média de recuo para o edifício Florença .....	45
Figura 23 – Distância da UNESP aos edifícios Florença (a) e Vienna Residencial (b) .	46
Figura 24 – Resultados para o edifício Florença com 58 apartamentos .....	47
Figura 25 – Resultados para o edifício Florença com 174 moradores .....	47
Figura 26 – Resultados para o edifício Vienna Residencial com 18 apartamentos.....	48
Figura 27 – Smart Growth Factor para o edifício Florença.....	49
Figura 28 – Smart Growth Factor para o edifício Vienna Residencial .....	49

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores recomendados e que definem um PGV na cidade de São Paulo, SP .....	11
Tabela 2 – Estudos sobre o impacto de PGV .....	13
Tabela 3 – Comparação entre espalhamento e crescimento inteligente .....	17
Tabela 4 – TDM na demanda por estacionamento .....	25
Tabela 5 – População e empregos na região delimitada.....	36
Tabela 6 – Paradas de ônibus na hora de pico da tarde no caso do edifício Florença....	38
Tabela 7 – Paradas de ônibus na hora de pico da tarde no caso do edifício Vienna .....	38
Tabela 8 – Aproximação na quantidade de viagens calculadas no Smart Growth Trip Generation .....	50
Tabela 9 – Comparação entre a quantidade de viagens geradas pelo ITE e pelo Smart Growth Trip Generation .....	51
Tabela 10 – Quantidade de viagens simuladas com a ausência de parquímetro .....	52
Tabela 11 – Quantidade de viagens simuladas com o aumento de paradas de ônibus...	52
Tabela 12 – Quantidade de viagens simuladas com a inserção de estacionamento externo à estrutura dos edifícios .....	53
Tabela 13 – Quantidade de viagens simuladas com a aproximação de campus universitário .....	53
Tabela 14 – Quantidade de viagens simuladas com a introdução de um campus universitário e alteração das paradas de ônibus.....	54

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>1.1 OBJETIVOS.....</b>	<b>9</b>
<b>1.2 JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>10</b>
<b>2 POLO GERADOR DE VIAGENS.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 CLASSIFICAÇÃO DOS PGV .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2 IMPACTOS CAUSADOS PELOS PGV.....</b>	<b>12</b>
<b>3 ITE TRIP GENERATION.....</b>	<b>13</b>
<b>4 CRESCIMENTO INTELIGENTE (SMART GROWTH).....</b>	<b>14</b>
<b>4.1 DEFINIÇÃO DE CRESCIMENTO INTELIGENTE .....</b>	<b>14</b>
4.1.1 <i>Quatro princípios de crescimento inteligente .....</i>	<i>15</i>
4.1.2 <i>Definição estudada por Litman (2009) .....</i>	<i>16</i>
<b>4.2 ANÁLISE DE GERAÇÃO DE VIAGENS: FATORES D .....</b>	<b>18</b>
4.2.1 <i>Diversidade (diversity).....</i>	<i>19</i>
4.2.2 <i>Densidade (density).....</i>	<i>20</i>
4.2.3 <i>Desenho (design).....</i>	<i>21</i>
4.2.4 <i>Acessibilidade do destino (destination).....</i>	<i>22</i>
4.2.5 <i>Distância ao transporte coletivo (distance) .....</i>	<i>22</i>
4.2.6 <i>Escala de desenvolvimento (development).....</i>	<i>24</i>
4.2.7 <i>Gerenciamento de demanda (demand) .....</i>	<i>24</i>
4.2.8 <i>Demografia (demographics) .....</i>	<i>25</i>
<b>4.3 SMART GROWTH: SÍNTESE.....</b>	<b>25</b>
<b>4.4 COMPARAÇÃO: SMART GROWTH E ITE .....</b>	<b>26</b>
<b>4.5 SMART GROWTH TRIP GENERATION.....</b>	<b>26</b>
<b>5 DESENVOLVIMENTO DE TAXAS E COMPARAÇÃO DOS PGV .....</b>	<b>29</b>
<b>5.1 VERIFICAÇÃO DOS CRITÉRIOS.....</b>	<b>31</b>
5.1.1 <i>ITE – Código de uso do solo .....</i>	<i>32</i>
5.1.2 <i>Área desenvolvida .....</i>	<i>32</i>
5.1.3 <i>Outros usos do solo.....</i>	<i>33</i>
5.1.4 <i>População.....</i>	<i>34</i>
5.1.5 <i>Empregos.....</i>	<i>35</i>
5.1.6 <i>Atratores especiais .....</i>	<i>37</i>
5.1.7 <i>Paradas de ônibus na hora de pico da tarde .....</i>	<i>37</i>
5.1.8 <i>Paradas de trem na hora de pico da tarde .....</i>	<i>38</i>
5.1.9 <i>Instalações para bicicletas.....</i>	<i>38</i>
5.1.10 <i>Calçadas.....</i>	<i>39</i>
5.1.11 <i>Aplicabilidade do método.....</i>	<i>40</i>
<b>5.2 CARACTERÍSTICAS DO SOLO E VIAGENS ESTIMADAS PELO ITE .....</b>	<b>40</b>
5.2.1 <i>Unidades de habitação.....</i>	<i>41</i>
5.2.2 <i>Área bruta .....</i>	<i>41</i>

5.2.3	<i>Proporção ocupada</i> .....	41
5.2.4	<i>Viagens nos horários de pico – ITE</i> .....	42
<b>5.3</b>	<b>DADOS DE ENTRADA NO MODELO (MODEL INPUTS)</b> .....	<b>43</b>
5.3.1	<i>Distância ao centro</i> .....	44
5.3.2	<i>Distância média de recuo do PGV</i> .....	45
5.3.3	<i>Parquímetros</i> .....	45
5.3.4	<i>Proporção de estacionamento</i> .....	45
5.3.5	<i>Campus Universitário</i> .....	46
5.3.6	<i>Planilhas preenchidas</i> .....	46
<b>5.4</b>	<b>ANÁLISES</b> .....	<b>48</b>
5.4.1	<i>Análise dos resultados</i> .....	49
5.4.2	<i>Análise de sensibilidade</i> .....	51
5.4.2.1	<i>Parquímetros</i> .....	52
5.4.2.2	<i>Paradas de ônibus</i> .....	52
5.4.2.3	<i>Área para estacionamento</i> .....	53
5.4.2.4	<i>Distância de campus universitário</i> .....	53
5.4.2.5	<i>Alterações simultâneas</i> .....	54
	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>55</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>56</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Um polo gerador de viagens pode exercer grande influência sobre as atividades diárias da população, gerar um número significativo de viagens, necessitar de grandes espaços para carga e descarga, embarque e desembarque e promover, assim, potenciais impactos ao seu entorno. Como a análise de impacto de transporte em área urbana é feita pela estimativa de viagens e, como muitas vezes essa estimativa não existe em nível nacional, são usadas taxas de geração desenvolvidas no exterior, como as do Instituto de Engenheiros de Transportes dos EUA (ITE, 2006), que são exclusivamente para determinar viagens por automóveis. Por serem desenvolvidas para condições estrangeiras, essas taxas acabam por superestimar o número de viagens, além de não considerarem os meios de transportes ditos ativos, como pedestres e ciclistas, e o transporte coletivo em geral.

A fim de incluir o transporte ativo e atualizar as taxas de geração, a Universidade da Califórnia, em Davis, EUA, desenvolveu um método denominado *Smart Growth Trip Generation* (UC-DAVIS, 2013), ou taxas de geração de viagens sustentáveis, que leva em consideração viagens sustentáveis. Assim, o método utiliza dados de viagens por outras modalidades de transporte, como transporte coletivo, de bicicleta e viagens a pé. A influência no tráfego, para mais ou para menos, dessas outras modalidades pode ser avaliada, fazendo com que medidas mais realistas possam ser propostas e implementadas.

### 1.1 Objetivos

Esta proposta propõe o estudo e análise das taxas de geração de viagens relativas a dois polos geradores distintos com uso do método *Smart Growth Trip Generation* (UC-DAVIS, 2013) e comparação do resultado com o método convencional do Instituto de Engenheiros de Transportes (ITE, 2006). Posteriormente, foi feita uma comparação dos resultados dos dois polos. Além disso, o projeto avaliou os possíveis impactos relacionados ao transporte e influenciados pelos polos geradores. Uma análise de sensibilidade foi feita para transformar as viagens dos dois polos geradores como viagens sustentáveis.

Inicialmente, os polos geradores usados como objeto de estudo foram: condomínios residenciais; prédios empresariais; restaurantes; centros ou galerias comerciais. Os polos geradores objetos deste estudo estariam localizados na cidade de Uberlândia, MG, mais precisamente no bairro Granja Marileusa. Porém, como o polo gerador escolhido não se enquadrou nos requisitos de área da metodologia desenvolvida em Davis, foi decidida a mudança de local. Como o autor deste trabalho reside na cidade de Jaboticabal, SP, e isso facilitaria a coleta de dados de campo, foram escolhidos dois edifícios residenciais nessa cidade.

## **1.2 Justificativa**

A justificativa para a realização deste trabalho é a aplicação e análise, no Brasil, dos métodos do ITE e da Universidade da Califórnia (UC-DAVIS), ambos planejados e estruturados para o exterior. Esses métodos avaliam a geração de viagens para automóveis sem a preocupação com viagens tidas como sustentáveis e com a sustentabilidade urbana. Com a análise espera-se que problemas como: congestionamentos, acidentes, alto consumo de combustível, poluição e dificuldades de acesso possam ser estudados. Posteriormente, podem ser propostas soluções e, conseqüentemente, o impacto negativo possa ser amenizado.

## **2 POLO GERADOR DE VIAGENS**

É visível a capacidade que um empreendimento tem de causar impactos ao seu entorno, não somente no comércio e na valorização da região e atração de outras instalações, mas também alterações no tráfego decorrente da atração de pessoas para a atividade que é desenvolvida ali. Um empreendimento capaz de modificar o tráfego foi denominado, inicialmente, de Polo Gerador de Tráfego (PGT). Levando em consideração conjuntamente as alterações na estrutura da cidade pode-se denominar o uso do solo especificado como um Polo Gerador de Viagens (PGV) (REDPGV, 2010). A utilização da palavra “viagens” no lugar de “tráfego” consiste no entendimento de que as viagens não só incluem vários modos motorizados, mas também os não motorizados (SOUZA, 2007).

O polo gerador de viagens pode ser de diversos usos de solo e envolver empreendimentos de diferentes tipos e finalidades. Cada PGV, por si só, é capaz de atrair um número significativo de viagens quando presente em uma região. Essas viagens são capazes de criar impactos no tráfego e no transporte (PORTUGAL; GOLDNER, 2003).

De acordo com CET-SP (1983), os polos geradores são instalações capazes de atrair viagens a ponto de causarem aspectos negativos em relação à circulação de veículos na região e prejudicar a acessibilidade. Porém, nem sempre os impactos causados pelo PGV são negativos. Um empreendimento novo pode gerar benefícios econômicos e sociais na região em que é inserido.

A definição do que é um PGV depende das características de cada local e deve ser estabelecida por cada prefeitura. Na Tabela 1 é inserido um exemplo adotado na cidade de São Paulo, SP.

Tabela 1 – Valores recomendados e que definem um PGV na cidade de São Paulo, SP

<b>Atividade</b>	<b>Área computável (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Capacidade</b>
Habitação	-----	500 vagas
Qualquer uso não residencial	-----	200 vagas
Qualquer uso não residencial localizado em Área Especial de Tráfego – AET	-----	80 vagas
Prestação de serviço de saúde	7.500	-----
Prestação de serviço de educação	2.500	-----
Locais de reunião	-----	500 pessoas
Prática de exercício físico ou esporte	2.500	-----

Fonte: Adaptado de REDPGV (2010).

Ao concentrar atividades são provocados ganhos que favorecem clientes interessados nos empreendimentos. Porém, é imprescindível que os locais sejam estudados antes da sua concentração e que também seja feita a locação consciente para não provocar a saturação de atividades. Logicamente, os estudos devem ter por base o Plano Diretor da cidade a ser instalado o PGV, preservando tanto os interesses do empreendedor quanto os da sociedade formando, assim, um sistema autossustentável (REDPGV, 2010).

## **2.1 Classificação dos PGV**

Existem diversas classificações adotadas de polos geradores. De acordo com REDPGV (2010), o PGV pode ser classificado a partir da intensidade dos possíveis impactos causados:

- I. Micropolos: com impactos isolados e pequenos, porém, quando unidos, podem se tornar significativos;
- II. Macropolos: construção individualizada, cujos impactos causados são maiores e expressivos merecendo, conseqüentemente, atenção especial.

Ou ainda, com base nos fluxos veiculares (CET-SP, 1983; ITE, 2006):

- I. Baixo: menos que 500 viagens veiculares na hora de pico;
- II. Moderado: de 500 a 1.000 viagens na hora de pico;
- III. Alto: mais de 1.000 viagens na hora de pico.

## **2.2 Impactos causados pelos PGV**

Os polos geradores de viagens facilmente causam impactos na circulação viária, fazendo com que deva ser realizada uma análise dos efeitos maléficos à mobilidade e à acessibilidade de pessoas e veículos, além da demanda de vagas de estacionamento nas áreas próximas (DENATRAN, 2001).

Segundo REDPGV (2010), os impactos causados pela implementação de um polo gerador necessitam de estudo e posteriormente um tratamento, levando em consideração os causadores e os interesses da sociedade que reside ao redor do PGV. Esses impactos podem ter como causa diferentes fatores e atingir setores distintos, como: infraestrutura viária, uso do solo, questões ambientais e culturais e desenvolvimento socioeconômico.

Os estudos que avaliam os impactos dos polos geradores de viagem nos sistemas viário e de transportes foram separados e listados por Portugal e Goldner (2003), que os classificam por metodologia, tipo de polo e etapas. A classificação é mostrada na Tabela 2.

Tabela 2 – Estudos sobre o impacto de PGV

Metodologia	Tipo de PGV	Etapas
Consultores (1984)	Shopping centers	Avaliação do sistema viário, coleta do índice de desempenho e dimensionamento do estacionamento
Norte-Americana do Departamento de Transportes (1985)	Empreendimentos novos	Estimativa de viagens futuras sem o PGV e fator hora-pico já com o polo funcionando; análise de alternativas de acesso ao PGV; planejamento e implementação de melhorias
Grando (1986)	Diversos	Diferenciação do problema; oferta; escolha do modo; análise do ambiente e do desempenho; soluções alternativas; decisão
ITE (1991)	Diversos	Modelos de distribuição (gravitacional) e dados da vizinhança (dados socioeconômicos e demográficos classificados por zonas).
Espanhola (década de 1990)	<i>Shopping centers</i>	Análise do ambiente; demanda de veículos; dimensionamento do estacionamento; análise e proposições
Cybis <i>et al.</i> (1991)	Diversos	Avaliar crescimento do tráfego; diferenciação por demanda e sistema viário utilizado; avaliação dos diferentes cenários.
Cavalcante (2000)	Uso misto	Definição do modelo; coleta de dado; validação do modelo; aplicação
Menezes (2000)	Diversos	Determinação do fluxo de veículos; análise da capacidade viária e da ambiental; coleta do número de viagens geradas pelo PGV; verificação, por completo, da situação anteriormente à aplicação do PGV; viagens geradas pelo PGV; verificação, por completo, da situação posteriormente à aplicação do PGV
Vargas (2005)	-	Identificar a necessidade; planejamento; execução; controle e monitoramento; avaliação final

Fonte: Adaptado de REDPGV, 2010.

### 3 ITE TRIP GENERATION

O Instituto de Engenheiros de Transporte dos EUA (Institute of Transportation Engineers – ITE) informa alguns procedimentos para encontrar as taxas e modelos de geração de viagens. O ITE elaborou o *Trip Generation User's Guide* com o propósito de estimar a geração de viagens de diversos usos do solo, como: terminais de transporte, áreas residenciais, comerciais, institucionais e de serviços. Os dados foram coletados e reunidos a partir de pesquisas em alguns estados norte-americanos e canadenses e agências governamentais, universidades e pesquisadores. Os dados, em sua totalidade, têm o intuito de aumentar o banco de dados para cada tipo de uso do solo em cada período.

As taxas e equações de geração de viagem foram formuladas para os horários de pico de dias úteis, sábado e domingo. Essas taxas são médias ponderadas de estudos feitos, desde a década de 1960, nos EUA e no Canadá. Os estudos foram feitos em locais suburbanos com baixo volume de tráfego e segundo a realidade norte-americana, então, a utilização do método para o caso brasileiro deve ser feita com cuidado, podendo o usuário modificar as equações utilizadas no guia para se adequar à realidade desejada. Como exemplo pode-se imaginar uma situação em que haja serviço de transporte público e atividade de pedestres.

#### **4 CRESCIMENTO INTELIGENTE (SMART GROWTH)**

Nesta seção são definidos crescimento inteligente, os quatro princípios de crescimento inteligente, a visão e o estudo de Litman (2009) e feita a análise detalhada dos fatores D.

##### **4.1 Definição de crescimento inteligente**

Em uma junção da Agência de Proteção Ambiental dos EUA (Environmental Protection Agency – EPA) e várias outras agências governamentais norte-americanas sem fins lucrativos foi formada a *Smart Growth Network*, que nada mais é do que uma rede de crescimento inteligente. Essa rede classificou dez itens principais para o crescimento inteligente de uma região. Nos últimos anos esse conceito de crescimento inteligente ganhou ampla circulação e foi reconhecido e definido como um projeto de uso inteligente do solo, compatível com os dez itens citados a seguir (MAISS; LEE; HANDY, 2009):

1. Múltiplos usos do solo;
2. Aproveitamento da compactação do desenho (design) do local;
3. Criar oportunidades e escolhas de moradia;
4. Criar bairros onde é possível ir aos locais caminhando;
5. Promover comunidades diferentes e atraentes;
6. Preservar espaços abertos, beleza natural e áreas ambientais críticas;
7. Melhorar e direcionar o desenvolvimento às comunidades existentes;
8. Prover uma variedade de opções de transporte;
9. Tornar as decisões de desenvolvimento previsíveis, justas e econômicas;

10. Incentivar a colaboração da comunidade e das partes interessadas nas decisões de crescimento.

É perceptível que, entre os dez itens, são encontrados objetivos não somente focados nos transportes, como o incentivo para a comunidade colaborar nas decisões relacionadas à região. Porém, esses itens não tão focados nos transportes trazem consigo benefícios à sociedade envolvida na questão. Além disso, os itens que focam prioritariamente no transporte também têm interferência na sociedade, como misturar residências e comércio, ou seja, fazendo um uso múltiplo do solo faz com que a vida dos moradores fique mais fácil (MAISS; LEE; HANDY, 2009).

#### 4.1.1 Quatro princípios de crescimento inteligente

Segundo a Universidade da Califórnia, ao avaliar os dez princípios do *Smart Growth*, quatro deles destacam-se dos demais. Mesmo os princípios sendo aparentemente divergentes, se analisado no âmbito de viagens, eles causam, juntos, alterações consideráveis. A seguir constam os quatro princípios de transporte de crescimento inteligente:

1. Desenho (design) compacto: sinônimo de densidade de desenvolvimento que, por décadas de estudo, mostrou estar positivamente relacionada aos modos de transporte que não sejam por automóveis.
2. Múltiplos usos do solo: é importante levando em conta sua estimativa de geração de viagens. Adequando a multifuncionalidade do solo em questão, esse solo tende a gerar viagens internas e até reduzir viagens por veículos.
3. Criar bairros onde é possível caminhar: incentiva viagens não motorizadas, reduzindo as viagens totais de veículos. Densidade e mistura de usos do solo desempenham papel fundamental na criação de ambientes acessíveis (encurtando viagens e fornecendo destinos próximos), mas a presença de calçadas e ciclovias também é um componente essencial, pois fornece caminhos entre os usos do solo relacionados.
4. Prover uma variedade de opções de transporte: oferecer várias opções de transporte e alternativas ao automóvel pode incentivar a redução de viagens de veículos. A possibilidade de caminhar representa um passo essencial para fornecer

outra escolha de transporte. As passarelas são um elemento de crescimento inteligente que o projeto de desenvolvimento deve se preparar para fornecer, independentemente da amplitude que se deseja alcançar.

A diversidade das opções de transporte pode ser resumida em “multimodalidade”. O termo “multimodal” implica na disponibilidade e uso de uma variedade de modos de viagem. Essa variedade inclui viagens por veículos pessoais (veículos de ocupação única e veículos de maior ocupação), veículos de transporte coletivo (ferroviário, por ônibus) e não motorizados (bicicleta, caminhada). A utilização da multimodalidade é pertinente para os projetos de crescimento inteligente, pois visam promover um grau relativamente elevado de diferentes usos e, assim, reduzir as viagens totais de veículos.

Embora a facilidade para caminhadas e para prática do ciclismo possam e devam ser oferecidas, muitas opções de transporte exigem financiamento, coordenação e implementação governamentais em escala regional. Projetos de desenvolvimento podem prever opções não automobilísticas, mas não podem, por si só, fornecê-las (MAISS; LEE; HANDY, 2009).

#### 4.1.2 Definição estudada por Litman (2009)

Para Litman (2009), o crescimento inteligente consiste no desenvolvimento do uso do solo que enfatiza a acessibilidade sobre a mobilidade. O crescimento inteligente também promove a diversidade modal, ao contrário do desenvolvimento dependente do automóvel, o qual Litman (2009) nomeia de espalhamento (urban sprawl). Na Tabela 3 são comparados esses dois paradigmas de desenvolvimento.

Tabela 3 – Comparação entre espalhamento e crescimento inteligente

<b>Variável</b>	<b>Espalhamento (sprawl)</b>	<b>Crescimento inteligente</b>
<b>Densidade</b>	Baixa - atividades dispersas	Alta – atividades conjuntas
<b>Padrão de crescimento</b>	Desenvolvimento de franja urbana (crescimento desordenador ao redor de um núcleo)	Desenvolvimento de preenchimento dos espaços planejados
<b>Uso misto do solo</b>	Homogêneo (uso único)	Uso misto
<b>Escala</b>	Grande escala. Blocos grandes e ruas largas. Menos detalhes, fazendo com que as pessoas experimentem a paisagem de longe como motoristas	Escala humana. Blocos e ruas menores. Detalhista, permitindo as pessoas experimentarem a paisagem de perto como pedestres
<b>Serviços públicos</b>	Regional, consolidado e maior. Necessita de acesso por automóveis	Local, bem distribuído e menor. Aceita acesso por pedestres
<b>Transporte</b>	Orientado por automóveis. Não adequado para caminhadas, ciclismo e transportes públicos	Multimodal. Suporta pedestres, ciclismo e transporte público
<b>Conectividade</b>	Rede rodoviária com numerosas ruas sem saída e com instalações limitadas de ciclismo e caminhadas	Altamente conectada e possui redes não motorizadas
<b>Projeto da rua</b>	Ruas projetadas para maximizar o volume de tráfego de veículos	Ruas projetadas para acomodar várias atividades. Tráfego moderado
<b>Processo de planejamento</b>	Não planejado, com pouca coordenação entre as partes interessadas	Planejado e coordenado entre as partes interessadas

Fonte: Adaptado de Litman (2009).

Litman (2009) vê o crescimento inteligente como aplicável a vários contextos, mas observa que facilidades de transportes e desempenho serão diferentes em diferentes ambientes:

- Crescimento urbano inteligente: pode implicar em um desenvolvimento de uso misto de média e alta densidades, concentrado em torno de estações de transporte. Por exemplo, desenvolvimento orientado para o transporte público.
- O crescimento inteligente suburbano: normalmente envolve pequenos lotes e baixo crescimento. Possui uso misto, bairros tranquilos e é frequentemente chamado de novo urbanismo.

- Crescimento inteligente rural: implica desenvolvimento agrupado em vilarejos, conectados por caronas e transportes públicos, e estradas com acostamentos para acomodar bicicletas.

Assim, enquanto todo desenvolvimento de crescimento inteligente é, por definição, multimodal, os modos disponíveis e a sua utilização variará.

#### **4.2 Análise de geração de viagens: Fatores D**

Segundo a Universidade da Califórnia, tanto estudos acadêmicos quanto a prática profissional têm tentado isolar e medir os componentes do crescimento inteligente que reduzem as taxas de viagem de veículos e os impactos relacionados a essas viagens. Esses estudos, juntos, foram nomeadas de “pesquisa D”, devido ao fato de que muitas variáveis podem ser descritas com termos começando com a consoante D. As mais conhecidas são:

- Densidade (density);
- Diversidade nos usos do solo (diversity);
- Desenho de escala de pedestres (design);
- Acesso a destinos próximos (destination);
- Distância para o transporte coletivo (distance).

Outras variáveis:

- Escala de desenvolvimento (development);
- Demografia (demographics);
- Gerenciamento da demanda de viagem (demand).

Uma pesquisa liderada por Robert Cervero (CERVERO; KOCKELMAN, 1997) concluiu que certas características dos bairros afetaram a quantidade e o modo utilizado para viagem (medido por viagens de veículos e milhas percorridas). O efeito foi independente das características demográficas (renda, quantidade de membros na família e número de trabalhadores) tipicamente usadas nas equações de geração de viagens de veículos. Pesquisas relacionadas descobriram que os fatores D (fatores de pesquisa D) também afetam o número de passageiros em transporte público e viagens não motorizadas quando ocorrem perto de estações de transporte ferroviário.

A pesquisa D constatou que a análise de geração de viagens para estudos de impacto de tráfego deve incluir ajustes nas taxas de geração de viagens para refletir as características da área em torno da residência familiar. O manual do ITE (Trip Generation) tem recomendado tal ajustamento nas últimas três edições. No entanto, um processo aceito na operacionalização da análise de geração de viagens de crescimento inteligente ainda está em desenvolvimento. O SB 375 (explicado pelo San Joaquin Council of Governments como o Projeto de Lei do Senado 375 dos EUA, que tem o objetivo de reduzir emissões de gases do efeito estufa de automóveis e caminhões leves por meio de transporte integrado, uso da terra, habitação e planejamento ambiental) determina que as Organizações de Planejamento Metropolitano da Califórnia (Metropolitan Planning Organizations – MPO) modifiquem o planejamento de transporte regional para ser sensível aos fatores locais de uso do solo.

Segundo a Universidade da Califórnia, os “fatores D” representam uma boa base para justificar a atuação do crescimento inteligente na geração de viagem, cujos fatores são mensuráveis e afetam a geração de viagens e o modo utilizado. Dito isto, as variáveis descritas a seguir definem as principais características de uso do solo que podem ser um projeto específico de desenvolvimento. Esses fatores são, portanto, candidatos prováveis para inclusão em uma ferramenta de geração de viagens de crescimento inteligente em escala de projeto. Os sete “fatores D” que parecem altamente relevantes para o projeto são:

#### 4.2.1 Diversidade (diversity)

O aumento da diversidade de usos do solo pode aumentar a quantidade de viagens internas e não motorizadas (MAISS; LEE; HANDY, 2009).

Uma definição de desenvolvimento de uso misto que abrange muitas áreas existentes com padrões de uso do solo interconectados e mistos foi desenvolvida por Ewing *et al.* (2008). Esta definição é baseada no termo “desenvolvimento multiuso” usado no Manual de Geração de Viagens do Instituto de Engenheiros de Transporte dos EUA (Institute of Transportation Engineers – ITE, 2006), que classifica um empreendimento de uso misto quando são realizados dois ou mais usos do solo, em que as viagens podem ser feitas

utilizando vias locais, sem ter que usar vias principais. Os usos podem ser: residencial, varejo, escritório e/ou entretenimento. Podem haver viagens de pedestres entre os usos.

A Associação Norte-Americana de Planejamento (American Planning Association – APA) define o uso misto como “objetivo de criar ambientes favoráveis a pedestres, um desenvolvimento de maior densidade e uma variedade de usos que permitam que as pessoas vivam, trabalhem, brinquem e comprem em um só lugar”. A Universidade da Califórnia menciona dois tipos de uso misto:

- Empregos/habitação ou equilíbrio: pesquisas sugerem que residências e empregos próximos podem reduzir o número ou a distância das viagens geradas de veículos, permitindo que algumas viagens de trabalho sejam feitas a pé ou de bicicleta e reduzindo as distâncias de viagem por automóveis ou transporte público. Essa variável é encontrada medindo o quão próximo um projeto corresponde à combinação “ideal” de empregos e domicílios. Por exemplo, numa região com três milhões de empregos e dois milhões de habitações familiares, a proporção trabalho/habitação seria de 1,5.
- Diversidade de emprego: a pesquisa também sugere que uma mistura de atividades básicas de emprego (escritórios) e empregos de varejo e serviços (lojas e restaurantes) podem reduzir o uso de veículos para viagens que se originam ou terminam em um local de trabalho. Essa variável mede a proximidade de uma vizinhança com a combinação “ideal” de empregos e domicílios, que geralmente é considerada a proporção de empregos/empregos não comerciais, medidos em toda a região. Em outras palavras, um projeto com a mesma proporção de empregos de varejo/não varejo como a região “ideal”, seria considerado um objetivo alcançado em termos de internalização de viagens e redução de viagens de veículos.

#### 4.2.2 Densidade (density)

Segundo a Universidade da Califórnia, uma maior densidade tende a render menos viagens de veículo por unidade de medida. É mensurada pela quantidade de habitações ou empregados por milha quadrada (e por outras medidas de área).

A densidade residencial líquida é medida em unidades de moradia por acre (unidade de medida: 1 acre = 0,0015625 milhas quadradas). A área tratada deve ser uma que realmente seja desenvolvida para usos residenciais, excluindo estradas, espaços abertos e outros terrenos não desenvolvidos. Considerando todas as demais características semelhantes, desenvolvimentos mais densos geram menos viagens de veículos por unidade de habitação.

Similarmente, a densidade de emprego é medida em termos de empregados ou área de construção dedicada ao emprego por acre de terra. Enquanto as pesquisas sobre a relação entre a densidade de emprego e a redução da viagem de veículos são menos claras do que para a densidade residencial, analistas de transportes acreditam que tal relação existe.

#### 4.2.3 Desenho (design)

*Design* nada mais é do que o desenho das redes de transporte do local, considerando a conectividade e a acessibilidade, com potencial de reduzir viagens de veículos (MAISS; LEE; HANDY, 2009).

Muitos projetos de melhoria para pedestres e bicicletas baseiam-se na suposição que a melhoria do ambiente de caminhada/ciclismo resulta em mais viagens não automobilísticas. A dificuldade é que existem muitas variáveis que influenciam a experiência do pedestre e é difícil identificar uma única definição que englobe todas elas. O desenvolvimento de vias para pedestres, usado em algumas aplicações, concentra-se no porte, densidade e direcionalidade dos percursos para pedestres.

Cervero e Gorham (1995), refletindo sobre a dificuldade de capturar todos os aspectos relevantes da capacidade de locomoção constataram que a variável de projeto “caminhada”, quando isolada, geralmente tem a influência mais fraca sobre a trajetória das variáveis D. Com isso, o *design* para o transporte não motorizado parece ter efeitos importantes em conjunto com a densidade e a diversidade.

#### 4.2.4 Acessibilidade do destino (destination)

Os usos do solo próximos a outros usos compatíveis tendem a gerar menos viagens de veículos e taxas mais baixas de milhas de veículos percorridas. Densidade e a diversidade contribuem para a proximidade do destino (MAISS; LEE; HANDY, 2009).

Segundo a Universidade da Califórnia (UC-DAVIS, 2013), as residências situadas perto de centros regionais de atividades geram menos viagens de carro e distância percorrida do que as localizadas longe dos centros. Ao comparar diferentes locais para o mesmo tipo de projeto, a variável acessibilidade é muito importante. Ela pode ser quantificada estimando-se o tempo total de viagem para todos os destinos.

A sensibilidade às variações na acessibilidade regional é característica dos mais bem elaborados e balanceados projetos e, portanto, a modelagem pode ser usada para estimar essa variável D. O modelo calcula o tempo (ou custo) total de viagem de uma zona para todos os destinos de interesse em uma região (empregos ou oportunidades de varejo). Intervalos de tempo de viagem por modo (por exemplo, o número de empregos dentro de 20 minutos de um uso do solo utilizando um carro) são exemplos de medidas de acessibilidade de destino.

Segundo Handy (1996), embora os modelos de demanda de viagens forneçam uma estimativa da acessibilidade regional, eles tratam a acessibilidade local (dentro ou próximo de um bairro) de uma maneira superficial. Examinar tanto a acessibilidade local, que é influenciada pela diversidade e o *design* próximo ao projeto de desenvolvimento, quanto a acessibilidade regional, refletindo padrões de uso do solo e conexões de transporte em toda a região, é importante para estimar a geração de viagens de veículos e a distância percorrida.

#### 4.2.5 Distância ao transporte coletivo (distance)

De acordo com a Universidade da Califórnia (UC-DAVIS, 2013), a distância implica na proximidade do solo às estações de transporte coletivo. A proximidade aumenta a viabilidade do uso do transporte público reduzindo, assim, as viagens de veículos

particulares. Densidades maiores sustentam um serviço de transporte coletivo mais intenso, potencialmente aumentando a quantidade de pessoas usando esse transporte.

Quando o projeto tem maior densidade e possui diversidade adequada de usos do solo em um ambiente projetado para facilitar a caminhada e o ciclismo, o uso de automóveis por vários motivos é reduzido, pois:

- Melhora a acessibilidade regional, principalmente por meio de transporte de alta capacidade, reduz o deslocamento de automóveis;
- A oferta de mais oportunidades locais diminui a necessidade de uso do automóvel;
- A diversidade de usos próximos a estações de transporte coletivo encoraja os residentes da área a viajarem de transporte público, permitindo o “encadeamento da viagem” (caminhar para lojas próximas a caminho do seu destino a partir das estações).

Pode haver, também, viagens e milhas de veículos reduzidas devido a:

- Menos automóveis próprios;
- Mais viagens a pé;
- Viagens mais curtas.

Segundo a Universidade da Califórnia (UC-DAVIS, 2013) uma análise detalhada feita pela Comissão Metropolitana de Transportes da Califórnia (Metropolitan Transportation Commission – MTC) de seus 15.000 domicílios da *Bay Area* (base de dados de pesquisa de viagens do ano 2000) confirma os efeitos da proximidade aos serviços de transporte de alta qualidade, mesmo quando se contabilizam outras variáveis D, como densidade. A MTC descobriu que os moradores que moram a menos de 800 m de uma estação de transporte ferroviário têm quatro vezes mais probabilidade de usar o transporte coletivo do que aqueles que moram a mais de 800 m de uma estação. Os resultados da pesquisa da *Bay Area* mostram que os residentes que vivem e trabalham dentro de 800 m de estações de transporte coletivo têm, em média, 42% de suas viagens diárias em transporte público, caminhada ou bicicleta. Quase um terço dos domicílios em um raio de 800 m de uma estação ferroviária não tem veículo. Famílias dentro de 800 m de distância de estações geram metade do volume médio diário de tráfego de residentes suburbanos e rurais.

#### 4.2.6 Escala de desenvolvimento (development)

A escala, de acordo com a Universidade da Califórnia, é o tamanho de um projeto de desenvolvimento. Segundo Walters (2009), uma “massa crítica” de acres, população e empregos oferece uma variedade suficiente de opções e equilíbrio de oportunidades. Quanto maior o projeto, maior a internalização das viagens realizadas, embora a internalização da viagem dependa da densidade e diversidade de usos do solo.

A escala de desenvolvimento afeta as viagens devido ao fato de que, quanto maior a escala de um desenvolvimento, maior a porcentagem de viagens que podem ser internas. O grau em que isso ocorre depende da: densidade, diversidade, *design* e acessibilidade ao destino. Além disso, quanto menor a escala do desenvolvimento, as viagens internalizadas são mais prováveis de serem feitas por automóveis, ao invés de não motorizadas, dado o aumento da distância percorrida.

#### 4.2.7 Gerenciamento de demanda (demand)

Alteração de preços e incentivos para não usar o automóvel podem, nas condições certas, reduzir drasticamente o seu uso. Diversidade, densidade, *design* e proximidade de destino contribuem para as condições desejadas (MAISS; LEE; HANDY, 2009).

A dificuldade em incorporar o Gerenciamento de Demanda de Viagens (Travel Demand Management – TDM) na análise de geração de viagens surge do fato de que, a menos que as medidas sejam estabelecidas por lei ou contrato, a implementação não é certa, portanto, os efeitos são incertos. Em suma, o TDM pode alterar significativamente o comportamento, mas, sem um acordo jurídico, muitos analistas não aceitariam reduções de viagens de veículos com base no TDM. Na Tabela 4 é tratada a demanda de estacionamento como exemplo e mostrado que a eficácia do gerenciamento da demanda é significativa.

Tabela 4 – TDM na demanda por estacionamento

<b>Estratégia de gerenciamento de demanda</b>	<b>Redução potencial de estacionamento</b>	<b>Custo a implementar para o desenvolvedor</b>
Estacionamento compartilhado	10 – 20%	Análise mais detalhada do estacionamento durante as etapas de planejamento
Compra do passe de transporte	5 – 20%	O desenvolvedor inclui no preço da construção, redução no custo devido ao menor número de vagas de estacionamento
Cobrança para estacionar	5 – 20%	Tarifa relacionada ao uso do estacionamento
Estacionamento não integrado (aluguel)	5 – 10%	Nenhum
Partilha de carros (caronas)	2 – 5%	Dedicação ao desenvolvedor de vagas de estacionamento para operações de compartilhamento de carros

Fonte: Adaptado de Fehr e Peers, 2009.

#### 4.2.8 Demografia (demographics)

Fatores como ciclo de vida familiar, renda e automóveis próprios afetam as opções de viagem, embora a demografia não esteja ligada diretamente ao uso do solo (MAISS; LEE; HANDY, 2009).

A questão principal para a análise de geração de viagens deriva do fato de que, com algumas exceções notáveis (por exemplo, habitação restrita à idade e com restrição de renda), é extremamente difícil prever características demográficas de moradores e usuários de novos projetos de desenvolvimento. Assim, enquanto o valor predisposto da variável demográfica pode ser estatisticamente válido, o desafio de prevê-los com precisão pode diminuir o valor desse fator na prática.

#### 4.3 *Smart Growth*: síntese

Na literatura são encontrados vários indicadores e influenciadores para análise e desenvolvimento de um projeto de crescimento inteligente. Porém, observando a relevância de cada um e a possibilidade de mensurá-los, oito deles se destacam como base para o estudo dos projetos de crescimento inteligente, os anteriormente citados fatores D.

Esses fatores fazem com que o *Smart Growth* se torne uma ferramenta com embasamento teórico capaz de analisar com maior precisão as características de geração de viagens de projetos de desenvolvimento de uso do solo de crescimento inteligente.

#### **4.4 Comparação: *Smart Growth* e ITE**

Em locais de crescimento inteligente, estudos atuais indicam que o método do ITE superestima a geração de viagens. Segundo Arrington e Cervero (2008), uma amostra de 17 empreendimentos residenciais orientados ao transporte coletivo (Transit Oriented Developments – TOD) obteve uma média de 44% menos viagens diárias em veículos do que a estimada pelo ITE. O estudo também mostrou que a densidade residencial dentro de 800 metros da estação de transporte coletivo foi a variável que mais se relacionou com as taxas de geração de viagens.

KIMLEY HORN & ASSOCIATES (2009), em outro estudo, analisando apartamentos de porte médio, edifícios de escritórios e restaurantes, em locais de preenchimento urbano, as taxas reais de viagem no horário de pico da manhã estão entre 27% e 50% mais baixas e as de pico da tarde entre 26% e 50% inferiores às do método do ITE.

Segundo a Universidade da Califórnia (UC-DAVIS, 2013), o número de estudos que comparam as viagens geradas utilizando o método ITE com os dados reais de viagens coletados ainda não é expressivo, e a combinação de dados desses estudos produz uma amostra geral limitada para a realização de análises estatísticas. Portanto, é necessária uma quantidade maior de amostras e de dados para quantificar os ajustes que podem ser realizados na geração de viagem em áreas de crescimento inteligente fornecida pelo ITE.

#### **4.5 *Smart Growth Trip Generation***

A Universidade da Califórnia criou um método para a geração de viagens de crescimento inteligente, o *Smart Growth Trip Generation*. A equipe responsável coletou dados de 30 locais de estudo, onde as contagens e pesquisas foram coletadas pela equipe de pesquisa da UC-Davis (2013). O método consiste na utilização de uma planilha eletrônica, que faz a adaptação dos dados do ITE, mas aplicados à um ambiente de crescimento inteligente.

A planilha é composta de duas abas para inserção e análise dos dados requeridos e fornece, também, as recomendações para que o método seja aplicado:

- Códigos de uso do solo (ITE Trip Generation) que podem ser utilizados: residencial (220, 222, 223, 230 e 232), escritório (710), comércio (813, 814, 815, 820, 867 e 868) e restaurantes e cafés (925, 931 e 936);
- Em um raio de meia milha (800 m) do local a área deve ser desenvolvida (80%, pelo menos);
- Em um raio de um quarto de milha (400 m) do local deve haver diversidade de uso do solo (ou seja, devem existir, no mínimo, duas categorias diferentes de uso do solo, como: residencial, escritório, varejo, industrial etc.);
- Em um raio de meia milha (800 m) do local deve haver mais de 4.000 empregos e o número de moradores deve ser maior que  $6.900 - (0,1 \cdot \text{quantidade de empregos})$ ;
- Em um raio de um quarto de milha (400 m) do local não pode haver atrativos especiais como: estádios, aeroportos, grandes atrações turísticas etc.;
- Deve haver um total de 10 ou mais locais de parada de ônibus dentro de um quarto de milha (400 m) ao redor do local durante uma hora pico de um dia da semana ou um total de 5 ou mais pontos de parada de trem em todas as linhas de trem que passam em um raio de meia milha (800 m);
- Deve haver, no mínimo, uma instalação para bicicletas (incluem trilhas multiuso, ciclofaixas e ciclovias) a dois quarteirões do local ou mais de 50% de calçada (calçada em um lado da pista) em ruas dentro de um raio de um quarto de milha (400 m).

São apresentadas, nas Figuras 1 e 2, as tabelas a serem preenchidas pelo usuário da planilha do método *Smart Growth Trip Generation*, a primeira para verificar a aplicabilidade do método e a segunda para introduzir e analisar os dados. Se a resposta ao final da Figura 1 for “NO”, a metodologia do *Smart Growth* não pode ser aplicada.

Figura 1 – Planilha de verificação para aplicação do método Smart Growth

Site Characteristics		
Name		
Address		
City		Site Meets Criteria <sup>1,2,3,4</sup>
ITE Land Use Code <sup>5</sup>		No
The area within a 0.5-mile radius of the site is >80% developed (1=yes, 0=no) <sup>6</sup>		
There are at least two different land uses within a 0.25-mile radius of the site (1=yes, 0=no) <sup>7</sup>		
Residential population within a 0.5-mile, straight-line radius <sup>8</sup>		No
Jobs within a 0.5-mile, straight-line radius <sup>9</sup>		
There are no special attractors within a 0.25-mile, straight-line radius (1=yes, 0=no) <sup>10</sup>		
Individual PM peak-hour bus line stops within a 0.25-mile, straight-line radius <sup>11</sup>		No
Individual PM peak-hour train line stops within a 0.5-mile, straight-line radius <sup>12</sup>		
There is at least one designated bicycle facility within 2 blocks of the edge of the site (1=yes, 0=no) <sup>13</sup>		No
There is >50% sidewalk coverage on streets within a 0.25-mile radius of the site (1=yes, 0=no) <sup>14</sup>		
Model Applicability		
Is the Smart Growth Trip Generation Model Application Tool appropriate for this site?	No	

Fonte: Autor (2018).

Figura 2 – Planilha de introdução e análise de dados

Site Characteristics & ITE-Estimated Trips		
Name		
Address		
City		
ITE Land Use Code		
Dwelling Units (Residential) <sup>1</sup>		
Gross Square Feet (Retail, Office) <sup>2</sup>		
Proportion Occupied (0.00 to 1.00) <sup>3</sup>		
ITE-Estimated AM Peak-Hour Vehicle-Trips (from ITE Trip Generation Manual) <sup>4</sup>		
ITE-Estimated PM Peak-Hour Vehicle-Trips (from ITE Trip Generation Manual) <sup>4</sup>		
Model Inputs		
Smart Growth Factor	Residential population within a 0.5-mile, straight-line radius	
	Jobs within a 0.5-mile, straight-line radius	
	Straight-line distance to center of central business district (CBD) (miles) <sup>5</sup>	
	Average building setback distance from sidewalk (feet) <sup>5</sup>	
	Metered on-street parking within a 0.1-mile, straight-line radius (1=yes, 0=no) <sup>7</sup>	
	Individual PM peak-hour bus line stops within a 0.25-mile, straight-line radius	
	Individual PM peak-hour train line stops within a 0.5-mile, straight-line radius	
General L	Proportion of site area covered by surface parking lots (0.00 to 1.00) <sup>8</sup>	
	Study land use is an office (1=yes, 0=no)	
	Study land use is a coffee/donut shop (1=yes, 0=no)	
	Site is within 1 mile (straight-line distance) of a college campus (1=yes, 0=no) <sup>9</sup>	
Model Outputs <sup>10</sup>		
Smart Growth Factor		
Actual/ITE-Estimated AM Peak Hour Vehicle Trips		
Actual/ITE-Estimated PM Peak Hour Vehicle Trips		
Estimated AM Peak Hour Vehicle Trips		
Estimated PM Peak Hour Vehicle Trips		

Fonte: Autor (2018).

## 5 DESENVOLVIMENTO DE TAXAS E COMPARAÇÃO DOS PGV

Inicialmente, a área escolhida para o estudo foi o bairro Granja Marileusa em Uberlândia, MG e nessa área seriam definidos os polos geradores e futuramente analisados e comparados. Porém, um dos principais requisitos para o funcionamento do método *Smart Growth Trip Generation* é, a partir do PGV escolhido, dentro de um raio de meia milha (800 m), a área deve estar 80% desenvolvida, assim como mostrado na Figura 3 (a). Esse parâmetro funciona muito bem para a Califórnia, pois os terrenos possuem área maior do que os do Brasil, ou seja, a densidade lá é menor. Portanto, há uma maior facilidade em possuir uma área tão grande com 80% de desenvolvimento.

Figura 3 – Requisitos de desenvolvimento atendido (a) e não atendido (b)

Site Characteristics	
Name	
Address	
City	
ITE Land Use Code <sup>5</sup>	220
The area within a 0.5-mile radius of the site is >80% developed (1=yes, 0=no) <sup>6</sup>	1
There are at least two different land uses within a 0.25-mile radius of the site (1=yes, 0=no) <sup>7</sup>	1
Residential population within a 0.5-mile, straight-line radius <sup>8</sup>	7000
Jobs within a 0.5-mile, straight-line radius <sup>9</sup>	4001
There are no special attractors within a 0.25-mile, straight-line radius (1=yes, 0=no) <sup>10</sup>	1
Individual PM peak-hour bus line stops within a 0.25-mile, straight-line radius <sup>11</sup>	20
Individual PM peak-hour train line stops within a 0.5-mile, straight-line radius <sup>12</sup>	0
There is at least one designated bicycle facility within 2 blocks of the edge of the site (1=yes, 0=no) <sup>13</sup>	1
There is >50% sidewalk coverage on streets within a 0.25-mile radius of the site (1=yes, 0=no) <sup>14</sup>	1
Model Applicability	
Is the Smart Growth Trip Generation Model Application Tool appropriate for this site?	<b>Yes</b>

(a)

Site Characteristics	
Name	
Address	
City	
ITE Land Use Code <sup>5</sup>	220
The area within a 0.5-mile radius of the site is >80% developed (1=yes, 0=no) <sup>6</sup>	0
There are at least two different land uses within a 0.25-mile radius of the site (1=yes, 0=no) <sup>7</sup>	1
Residential population within a 0.5-mile, straight-line radius <sup>8</sup>	7000
Jobs within a 0.5-mile, straight-line radius <sup>9</sup>	4001
There are no special attractors within a 0.25-mile, straight-line radius (1=yes, 0=no) <sup>10</sup>	1
Individual PM peak-hour bus line stops within a 0.25-mile, straight-line radius <sup>11</sup>	20
Individual PM peak-hour train line stops within a 0.5-mile, straight-line radius <sup>12</sup>	0
There is at least one designated bicycle facility within 2 blocks of the edge of the site (1=yes, 0=no) <sup>13</sup>	1
There is >50% sidewalk coverage on streets within a 0.25-mile radius of the site (1=yes, 0=no) <sup>14</sup>	1
Model Applicability	
Is the Smart Growth Trip Generation Model Application Tool appropriate for this site?	<b>No</b>

(b)

Fonte: Autor (2018).

Sendo assim, surgiu um problema na análise do bairro Granja Marileusa, pois, como ilustrado na Figura 4, a área não possui 80% de desenvolvimento em um raio de 800 m. A área total é de 2.009.600 m<sup>2</sup> e a soma das áreas nas cores vermelha e amarela (áreas não desenvolvidas) é de 1.105.421 m<sup>2</sup>, resultando em somente 45% de desenvolvimento da área limitada pelo círculo azul. Portanto, a resposta obtida para o bairro foi como a mostrada na Figura 3 (b). Isso ocorreu, principalmente, pelo fato do Granja Marileusa ser muito recente e ainda não possuir uma grande quantidade de empreendimentos. Porém, futuramente, poderá ser possível aplicar o método do *Smart Growth*, desde que o requisito de desenvolvimento seja atendido.

Figura 4 – Áreas desenvolvidas e não desenvolvidas (coloridas) na região do bairro Granja Marileusa



Fonte: Autor (2018).

Com a constatação do não atendimento da porcentagem de desenvolvimento e a consequente inviabilização da utilização do método do *Smart Growth* foi necessária a mudança do local de estudo. Assim, optou-se por fazer a pesquisa em outra cidade, pois em Uberlândia já foram feitos trabalhos com uso do método. A cidade escolhida foi a de residência do autor pela facilidade na coleta de dados.

O novo local escolhido se encontra na cidade de Jaboticabal, SP, e, para que o método do *Smart Growth* fosse aplicado, decidiu-se analisar empreendimentos que estivessem no

bairro central da cidade, onde a possibilidade de não haver 80% de desenvolvimento era mínima.

Sendo assim, foram escolhidos dois edifícios residenciais localizados no centro da cidade, porém, cada um em uma extremidade do bairro, para que o atendimento por linhas de ônibus, por exemplo, não fosse idêntico. Além disso, foram escolhidas classificações diferentes de edifícios para uma melhor aplicação do método.

Os edifícios escolhidos foram o Florença (Figura 5 (a)), de porte grande, com 14 andares e o Vienna Residencial (Figura 5 (b)), de porte médio, com 5 andares. O primeiro se encontra na Av. General Glicério, 360 e o segundo na Av. Major Novaes, 31, ambos no bairro Centro.

Figura 5 – Edifícios Florença (a) e Vienna Residencial (b)



Fonte: Autor (2018).

### 5.1 Verificação dos critérios

Os dados inseridos no método *Smart Growth* da Universidade da Califórnia são de grande importância e relevância para o projeto em questão. Foram utilizadas ferramentas eletrônicas, pesquisa de campo e dados fornecidos por empresas para o preenchimento das planilhas e, assim, testar a possibilidade de utilização desses empreendimentos na metodologia (Figura 6).

Figura 6 – Tabela da verificação de aplicação do método *Smart Growth*

Site Characteristics		
Name		
Address		
City		Site Meets Criteria <sup>1,2,3,4</sup>
ITE Land Use Code <sup>5</sup>		No
The area within a 0.5-mile radius of the site is >80% developed (1=yes, 0=no) <sup>6</sup>		
There are at least two different land uses within a 0.25-mile radius of the site (1=yes, 0=no) <sup>7</sup>		
Residential population within a 0.5-mile, straight-line radius <sup>8</sup>		No
Jobs within a 0.5-mile, straight-line radius <sup>9</sup>		
There are no special attractors within a 0.25-mile, straight-line radius (1=yes, 0=no) <sup>10</sup>		
Individual PM peak-hour bus line stops within a 0.25-mile, straight-line radius <sup>11</sup>		No
Individual PM peak-hour train line stops within a 0.5-mile, straight-line radius <sup>12</sup>		
There is at least one designated bicycle facility within 2 blocks of the edge of the site (1=yes, 0=no) <sup>13</sup>		No
There is >50% sidewalk coverage on streets within a 0.25-mile radius of the site (1=yes, 0=no) <sup>14</sup>		
Model Applicability		
Is the Smart Growth Trip Generation Model Application Tool appropriate for this site?	No	

Fonte: Autor (2018).

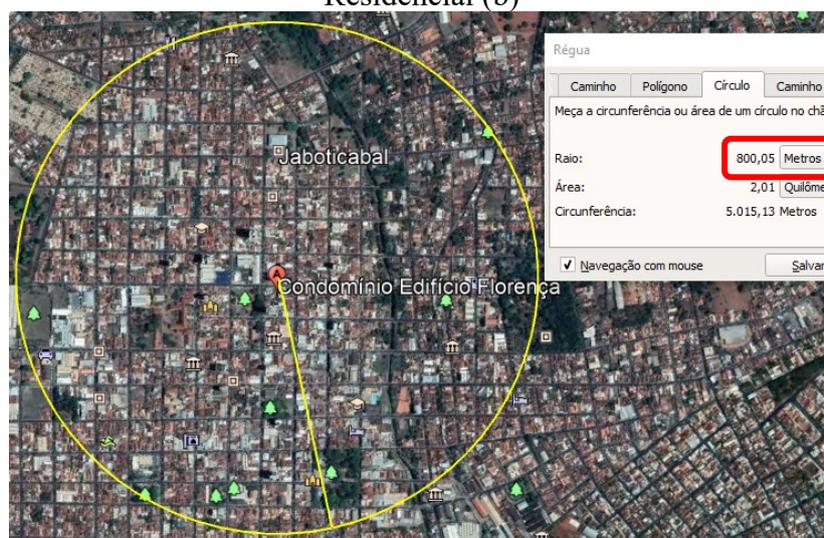
### 5.1.1 ITE – Código de uso do solo

O primeiro critério de análise do método do *Smart Growth Trip Generation* é o código de uso do solo do ITE (ITE Land Use Code). Nesse critério é avaliado se o empreendimento se adequa nos listados pelo método. Os códigos utilizados na quarta linha da Figura 6 foram o 222 e 223, que ilustram o *High-Rise Apartment* (edifícios residenciais acima de 10 pavimentos) e *Mid-Rise Apartment* (edifícios residenciais de 3 a 10 pavimentos), respectivamente, e se enquadram nos citados na seção 4.5 deste trabalho.

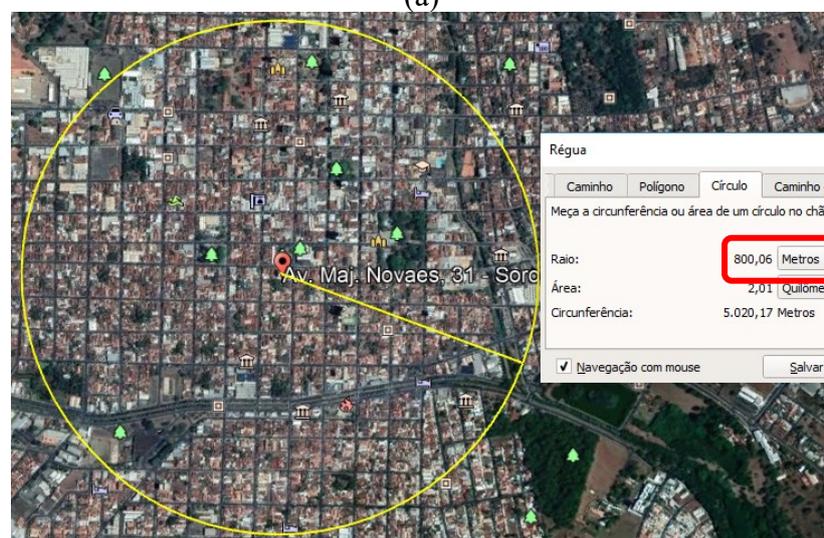
### 5.1.2 Área desenvolvida

Dentro de um raio de 800 m, levando em consideração a localização do empreendimento analisado como centro, o local observado deve ter uma área desenvolvida maior que 80%. Com auxílio do pacote computacional *Google Earth* foi possível verificar esse critério para os dois edifícios. Sendo assim, foi inserido o valor 1 (1 = yes) na quinta linha da Figura 6, simbolizando o desenvolvimento em quase a totalidade da área, como é possível visualizar na Figura 7.

Figura 7 – Círculos com raio de 800 m a partir dos edifícios Florença (a) e Vienna Residencial (b)



(a)



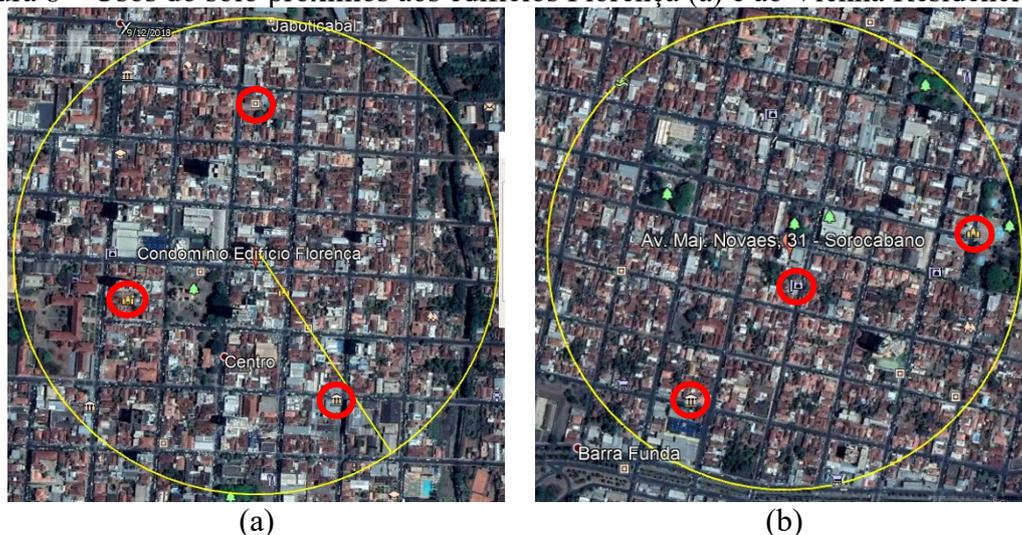
(b)

Fonte: Google Earth (2018).

### 5.1.3 Outros usos do solo

Outro critério é o de outros usos do solo em uma área dentro de um raio de 400 m, a partir dos edifícios. Com uso do *Google Earth* foi possível observar vários outros usos nas regiões, como instituições de ensino, *shopping*, igrejas, bares e lojas. Na Figura 8, circulos em vermelho, há ícones que simbolizam esses diferentes usos. Portanto, na sexta linha da Figura 6 foi possível inserir o valor 1 (1 = yes) para confirmar a existência de outros usos do solo na região circundada.

Figura 8 – Usos do solo próximos aos edifícios Florença (a) e ao Vienna Residencial (b)



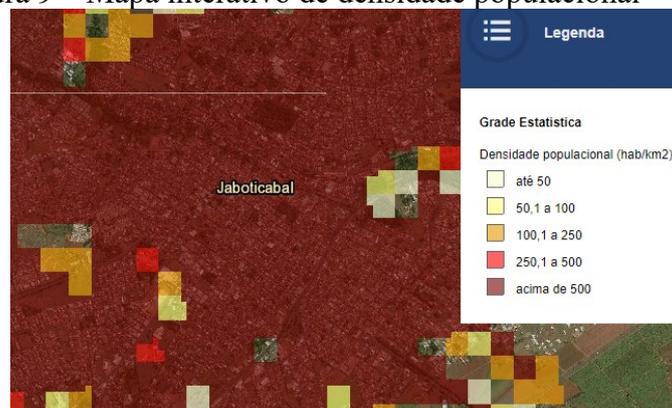
Fonte: *Google Earth* (2018).

#### 5.1.4 População

O quarto critério (sétima linha na Figura 6) indica a inserção do número de habitantes, dentro de um raio de 800 m, tendo como centro o polo gerador. Os dados para esse item foram coletados fazendo uma estimativa com a utilização do mapa interativo no sítio do IBGE e do *Google Earth*.

A ferramenta do IBGE separa as regiões do mapa pelas densidades populacionais de cada área, utilizando cores para diferenciá-las, como mostrado na Figura 9. Além das densidades, a ferramenta permite a medição de áreas e distâncias, e mostra a quantidade aproximada de domicílios ocupados e de população residente, total e por sexo, baseando-se no Censo Demográfico 2010 do IBGE.

Figura 9 – Mapa interativo de densidade populacional – IBGE



Fonte: IBGE (2010).

Utilizando o *Google Earth* como parâmetro para delimitar a área no raio de 800 m, pois nela a marcação é facilitada, foram encontrados pontos chaves para a delimitação desta mesma área no mapa interativo do IBGE. Então, foi possível desenhar, aproximadamente, a mesma área e, assim, coletar os dados de população que o mapa fornece, tanto para a região do edifício Florença (Figura 10 (a)), quanto para a do Vienna Residencial (Figura 10 (b)).

Figura 10 – Quantificação da população na região dos edifícios Florença (a) e Vienna Residencial (b)



(a)



(b)

Fonte: IBGE (2010).

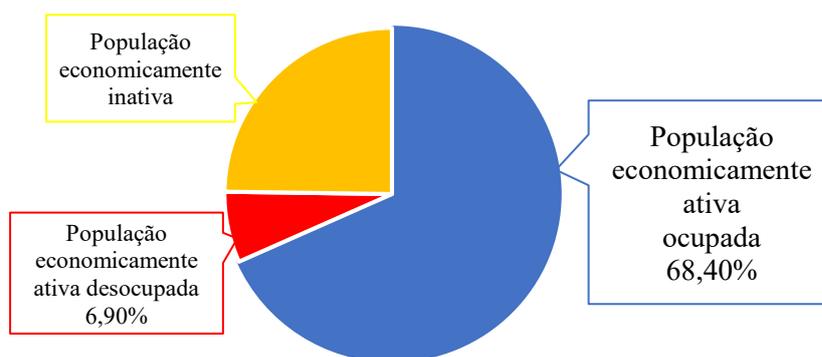
A população total encontrada em cada região, 8.201 pessoas (Florença) e 7.547 pessoas (Vienna Residencial), foi inserida na sétima linha da Figura 6, completando o requisito de população residencial.

### 5.1.5 Empregos

O número de empregos dentro da área de raio de 800 m foi estimado utilizando os dados do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, uma realização do Programa das

Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), da Fundação João Pinheiro (FJP) e do Governo Federal. Para a estimativa dos empregos foi utilizada a Figura 11, que contém o percentual da população, de 18 anos ou mais, da cidade de Jaboticabal, SP, economicamente ativa ocupada.

Figura 11 – Composição da população de 18 anos ou mais – 2010



Fonte: Adaptado de Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2018).

No sítio do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil também foi encontrado o percentual de pessoas com 15 anos ou mais residentes na cidade (80,3%, 2010). Com os dados da quantidade de pessoas nas regiões dos edifícios (o percentual de jovens com 15 anos ou mais e o percentual da população de 18 anos ou mais ocupada na cidade) foi possível estimar a quantidade de empregos nas áreas estudadas, como mostrado na Tabela 5.

Tabela 5 – População e empregos na região delimitada

Empreendimento	População	População $\geq 15$ anos	População $\geq 18$ anos ocupada	Empregos totais
Florença	8.201	80,3%	68,4%	4.505
Vienna Residencial	7.547	80,3%	68,4%	4.146

Fonte: Autor (2018).

Como o requisito mínimo para a possibilidade de utilização da ferramenta é que a área contemple uma quantidade maior que 4.000 empregos, os valores encontrados puderam ser inseridos no *Smart Growth Trip Generation* (oitava linha na Figura 6) e dar prosseguimento ao estudo.

### 5.1.6 Atratores especiais

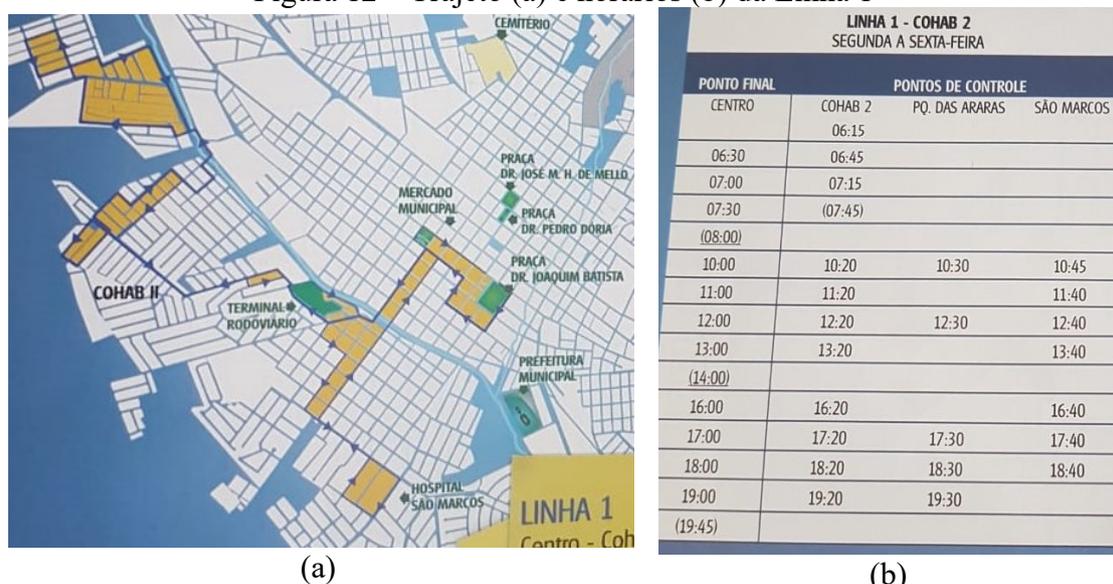
Nesse item foi verificada a presença de atratores especiais dentro de um raio de 400 m, em linha reta, a partir do centro dos edifícios. Esses atratores incluem estádios, bases militares, aeroportos comerciais ou principais atrações turísticas que geram altos volumes de tráfego em horários específicos. Como mostrado na Figura 7, não há presença de nenhum desses usos de solo na região demarcada. Sendo assim, a nona linha da Figura 6, foi preenchida com o valor 1 (1 = yes), pois a pergunta é sobre a ausência desses usos especiais.

### 5.1.7 Paradas de ônibus na hora de pico da tarde

Na décima linha é introduzida a quantidade de locais de parada de ônibus em todas as linhas de ônibus que passam dentro de um raio de 400 m ao redor do local do estudo, durante a hora de pico do período da tarde (PM peak-hour).

Com o auxílio do *Google Earth* foram delimitadas as áreas. Posteriormente, foi feita a conferência do local por onde cada linha de ônibus passava e se havia uma parada dentro da região demarcada durante a hora de pico da tarde (Tabelas 6 e 7), com a utilização do material fornecido pela empresa que gerencia o transporte público em Jaboticabal (Figura 12).

Figura 12 – Trajeto (a) e horários (b) da Linha 1



Fonte: Viação Piracema de Transportes Ltda. (2018).

Tabela 6 – Paradas de ônibus na hora de pico da tarde no caso do edifício Florença

		<b>Paradas no percurso</b>	<b>Linha na hora de pico da tarde</b>	<b>Total de viagens</b>
<b>Linha 3</b>	Shopping	1	2	2
	Ginásio de Esportes	1	2	2
<b>Linha 5</b>	Posto de Saúde	1	2	2
	Hospital Santa Isabel	1	2	2
<b>Linha 7</b>	Savegnago	1	2	2
	Posto de Saúde	2	2	4
<b>Linha 9</b>	Praça 9 de Julho	1	2	2
<b>Total</b>				16

Fonte: Autor (2018).

Tabela 7 – Paradas de ônibus na hora de pico da tarde no caso do edifício Vienna

		<b>Paradas no percurso</b>	<b>Linha na hora de pico da tarde</b>	<b>Total de viagens</b>
<b>Linha 1</b>	Praça Dr. Joaquim Baptista	1	2	2
	Mercado Municipal	2	2	4
<b>Linha 3</b>	Praça Dr. Joaquim Baptista	1	2	2
	Mercado Municipal	1	2	2
<b>Linha 5</b>	Praça Dr. Joaquim Baptista	1	2	2
<b>Linha 7</b>	Praça Dr. Joaquim Baptista	1	2	2
	Mercado Municipal	1	2	2
<b>Linha 9</b>	Praça Dr. Joaquim Baptista	1	2	2
<b>Total</b>				18

Fonte: Autor (2018).

Como em Jaboticabal existem somente 5 linhas de ônibus, o número de paradas não é muito expressivo. Porém, como o método exige um mínimo de 10 paradas, foi possível prosseguir com o estudo.

#### 5.1.8 Paradas de trem na hora de pico da tarde

Na cidade de Jaboticabal não existem linhas de trem, então, na décima primeira linha foi inserido o número zero, ilustrando a ausência de viagens por esse meio de transporte.

#### 5.1.9 Instalações para bicicletas

As instalações designadas para bicicletas incluem trilhas multiuso e ciclovias, não contabilizando marcações de faixa compartilhada ou placas básicas de rota de bicicleta

sem outras instalações. Essas instalações são contabilizadas se estiverem dentro de dois quarteirões (blocks) de distância da borda limite do PGV. Porém, na cidade só existem marcações de faixas e só estão abertas aos domingos. Sendo assim, no campo décimo segundo de instalações para bicicletas (Figura 6) foi inserido o número zero (0 = No).

#### 5.1.10 Calçadas

Quando é citada uma cobertura de calçada são considerados os dois lados da via. Calçadas em ambos os lados de um segmento significa 100% de cobertura. Uma calçada em apenas um lado é considerada uma cobertura de 50%. Calçadas em ambos os lados por apenas metade do segmento é considerado como uma cobertura de 50%. O método pede uma cobertura maior que 50% dentro de um raio de 400 m. Portanto, foi inserido o valor 1 (1 = yes) na décima terceira linha (Figura 6), pelo fato das duas áreas possuírem cobertura de 100%, principalmente por se encontrarem no bairro central da cidade (Figura 13).

Figura 13 – Calçadas próximas aos edifícios Florença (a) e Vienna Residencial (b)



(a)



(b)

Fonte: Google Earth (2018).

### 5.1.11 Aplicabilidade do método

Passado por todos os critérios da Figura 6, ao lado de cada um deles é mostrada as palavras "Yes" ou "No", sendo que, em caso negativo (No), a planilha indica a não usabilidade do método criado pela Universidade da Califórnia em Davis. Como todos os parâmetros indicaram "Yes" nos dois edifícios estudados, o resultado final declarou esses como solos apropriados para a utilização do *Smart Growth Trip Generation* (Figura 14).

Figura 14 – Aplicabilidade do modelo para os edifícios Florença (a) e Vienna Residencial (b)

Site Characteristics		
Name	Edifício Florença	
Address	Avenida General Glicério, 360	
City	Jaboticabal	Site Meets Criteria <sup>1,2,3,4</sup>
ITE Land Use Code <sup>5</sup>	222	Yes
The area within a 0.5-mile radius of the site is >80% developed (1=yes, 0=no) <sup>6</sup>	1	
There are at least two different land uses within a 0.25-mile radius of the site (1=yes, 0=no) <sup>7</sup>	1	
Residential population within a 0.5-mile, straight-line radius <sup>8</sup>	8201	Yes
Jobs within a 0.5-mile, straight-line radius <sup>9</sup>	4505	
There are no special attractors within a 0.25-mile, straight-line radius (1=yes, 0=no) <sup>10</sup>	1	
Individual PM peak-hour bus line stops within a 0.25-mile, straight-line radius <sup>11</sup>	16	Yes
Individual PM peak-hour train line stops within a 0.5-mile, straight-line radius <sup>12</sup>	0	
There is at least one designated bicycle facility within 2 blocks of the edge of the site (1=yes, 0=no) <sup>13</sup>	0	Yes
There is >50% sidewalk coverage on streets within a 0.25-mile radius of the site (1=yes, 0=no) <sup>14</sup>	1	
Model Applicability		
Is the Smart Growth Trip Generation Model Application Tool appropriate for this site?	Yes	

(a)

Site Characteristics		
Name	Vienna Residencial	
Address	Av. Major Novaes, 31	
City	Jaboticabal	Site Meets Criteria <sup>1,2,3,4</sup>
ITE Land Use Code <sup>5</sup>	223	Yes
The area within a 0.5-mile radius of the site is >80% developed (1=yes, 0=no) <sup>6</sup>	1	
There are at least two different land uses within a 0.25-mile radius of the site (1=yes, 0=no) <sup>7</sup>	1	
Residential population within a 0.5-mile, straight-line radius <sup>8</sup>	7547	Yes
Jobs within a 0.5-mile, straight-line radius <sup>9</sup>	4146	
There are no special attractors within a 0.25-mile, straight-line radius (1=yes, 0=no) <sup>10</sup>	1	
Individual PM peak-hour bus line stops within a 0.25-mile, straight-line radius <sup>11</sup>	18	Yes
Individual PM peak-hour train line stops within a 0.5-mile, straight-line radius <sup>12</sup>	0	
There is at least one designated bicycle facility within 2 blocks of the edge of the site (1=yes, 0=no) <sup>13</sup>	0	Yes
There is >50% sidewalk coverage on streets within a 0.25-mile radius of the site (1=yes, 0=no) <sup>14</sup>	1	
Model Applicability		
Is the Smart Growth Trip Generation Model Application Tool appropriate for this site?	Yes	

(b)

Fonte: Adaptado de *Smart Growth Trip Generation* (2018).

## 5.2 Características do solo e viagens estimadas pelo ITE

A aplicação da ferramenta se dá na segunda aba da planilha, em que alguns dados são preenchidos automaticamente, mas é necessário introduzir outros dados (Figura 15), que serão discutidos a seguir.

Figura 15 – Tabela para inserção das características do local

Site Characteristics & ITE-Estimated Trips	
Name	
Address	
City	
ITE Land Use Code	
Dwelling Units (Residential) <sup>3</sup>	
Gross Square Feet (Retail, Office) <sup>2</sup>	
Proportion Occupied (0.00 to 1.00) <sup>3</sup>	
ITE-Estimated AM Peak-Hour Vehicle-Trips (from ITE Trip Generation Manual) <sup>4</sup>	
ITE-Estimated PM Peak-Hour Vehicle-Trips (from ITE Trip Generation Manual) <sup>4</sup>	

Fonte: Autor (2018).

### 5.2.1 Unidades de habitação

Na célula "Unidades de Habitação" (Dwelling Units) foi inserida a quantidade de habitações de cada edifício. No caso do edifício Florença são 15 andares: 14 com quatro apartamentos cada e o último com duas coberturas, totalizando, assim, 58 apartamentos. No edifício Vienna foram construídos quatro apartamentos por andar em 4 andares e no quinto são duas coberturas *duplex*, totalizando 18 apartamentos.

### 5.2.2 Área bruta

Esse dado é utilizado somente para estabelecimentos comerciais e escritórios, que não existem nos empreendimentos analisados.

### 5.2.3 Proporção ocupada

A proporção ocupada é a razão entre unidades residenciais ocupadas e unidades residenciais totais ou a razão entre pés quadrados brutos ocupados e pés quadrados brutos totais (para escritórios, restaurantes ou usos de varejo). Como nesse caso são 2 empreendimentos residenciais, foi feita a razão entre as unidades ocupadas pelo total e, nos dois casos, a razão resultou igual a 1. Como todos os apartamentos já foram vendidos, foi considerado que todos também estariam ocupados.

### 5.2.4 Viagens nos horários de pico – ITE

As viagens de veículos para os horários de pico da manhã (AM) e da tarde (PM) estimadas pela ITE devem ser calculadas a partir do ITE *Trip Generation Manual* e inseridas nas respectivas células da planilha.

Como informado, o edifício Vienna Residencial é classificado como *Mid-Rise Apartment* e seu código é 223. Sendo assim, o ITE *Trip Generation Manual* necessita unicamente da quantidade de unidades habitacionais (Dwelling Units), que no caso são 18. Ao inserir esse dado no programa do ITE resultam os valores de: 5 viagens AM e 7 viagens PM no horário de pico (Figura 16).

Figura 16 – Taxas e quantidade de viagens calculadas pelo ITE para o edifício Vienna com 18 apartamentos

Summary of Trip Generation Calculation  
For 18 Dwelling Units of Mid-Rise Apartment  
outubro 22, 2018

	Average Rate	Standard Deviation	Adjustment Factor	Driveway Volume
Avg. Weekday 2-Way Volume	0,00	0,00	1,00	0
7-9 AM Peak Hour Enter	0,09	0,00	1,00	2
7-9 AM Peak Hour Exit	0,21	0,00	1,00	4
7-9 AM Peak Hour Total	0,30	0,56	1,00	5
4-6 PM Peak Hour Enter	0,23	0,00	1,00	4
4-6 PM Peak Hour Exit	0,16	0,00	1,00	3
4-6 PM Peak Hour Total	0,39	0,63	1,00	7

Fonte: ITE (2006).

No caso do edifício Florença, o ITE *Trip Generation Manual* utiliza duas variáveis independentes diferentes, que são: unidades habitacionais (Dwelling Units) e quantidade de moradores (Residents). Seria mais plausível utilizar a quantidade de moradores, pois o ITE não considera a área do apartamento e, quanto mais pessoas, teoricamente maior é o número de viagens. Porém, para efeito de comparação, foram feitas as duas análises.

Com uso da variável "*Dwelling Units*" foi inserido o valor de 58 apartamentos e com uso da variável "*Residents*" foram considerados 174 moradores (estimado 3 moradores por apartamento, uma vez que há três quartos em cada apartamento, porém, em pesquisa no local constatou-se que, em alguns apartamentos, um dos quartos foi transformado em escritório e, em outros, foram tiradas algumas paredes para transformar um dos quartos em suíte). Ao inserir esses dados no programa do ITE resultam os valores de: 17 viagens

AM e 20 viagens PM no horário de pico utilizando o número de apartamentos (Figura 17); e 30 viagens AM e 31 viagens PM utilizando a quantidade de moradores (Figura 18).

Figura 17 – Taxas e quantidade de viagens calculadas pelo ITE para o edifício Florença com 58 apartamentos

Summary of Trip Generation Calculation  
For 58 Dwelling Units of High-Rise Apartment  
outubro 17, 2018

	Average Rate	Standard Deviation	Adjustment Factor	Driveway Volume
Avg. Weekday 2-Way Volume	4,20	2,32	1,00	244
7-9 AM Peak Hour Enter	0,08	0,00	1,00	5
7-9 AM Peak Hour Exit	0,23	0,00	1,00	13
7-9 AM Peak Hour Total	0,30	0,55	1,00	17
4-6 PM Peak Hour Enter	0,21	0,00	1,00	12
4-6 PM Peak Hour Exit	0,14	0,00	1,00	8
4-6 PM Peak Hour Total	0,35	0,59	1,00	20

Fonte: ITE (2006).

Figura 18 – Taxas e quantidade de viagens calculadas pelo ITE para o edifício Florença com 174 moradores

Summary of Trip Generation Calculation  
For 174 Persons of High-Rise Apartment  
outubro 17, 2018

	Average Rate	Standard Deviation	Adjustment Factor	Driveway Volume
Avg. Weekday 2-Way Volume	1,78	0,00	1,00	310
7-9 AM Peak Hour Enter	0,07	0,00	1,00	12
7-9 AM Peak Hour Exit	0,10	0,00	1,00	17
7-9 AM Peak Hour Total	0,17	0,00	1,00	30
4-6 PM Peak Hour Enter	0,11	0,00	1,00	19
4-6 PM Peak Hour Exit	0,07	0,00	1,00	12
4-6 PM Peak Hour Total	0,18	0,00	1,00	31

Fonte: ITE (2006).

### 5.3 Dados de entrada no modelo (Model inputs)

Os dados de entrada no modelo são inseridos na segunda tabela da segunda aba (Figura 19), em que alguns dados também são preenchidos automaticamente, porém, é necessário completar outros dados para assim obter a geração de viagens final.

Figura 19 – Tabela de dados de entrada no modelo

Model Inputs		
Smart Growth Factor	Residential population within a 0.5-mile, straight-line radius	
	Jobs within a 0.5-mile, straight-line radius	
	Straight-line distance to center of central business district (CBD) (miles) <sup>5</sup>	
	Average building setback distance from sidewalk (feet) <sup>6</sup>	
	Metered on-street parking within a 0.1-mile, straight-line radius (1=yes, 0=no) <sup>7</sup>	
	Individual PM peak-hour bus line stops within a 0.25-mile, straight-line radius	
	Individual PM peak-hour train line stops within a 0.5-mile, straight-line radius	
General L	Proportion of site area covered by surface parking lots (0.00 to 1.00) <sup>8</sup>	
	Study land use is an office (1=yes, 0=no)	
	Study land use is a coffee/donut shop (1=yes, 0=no)	
	Site is within 1 mile (straight-line distance) of a college campus (1=yes, 0=no) <sup>9</sup>	

Fonte: Autor (2018).

### 5.3.1 Distância ao centro

A distância ao centro se dá em linha reta entre o empreendimento estudado e o centro da cidade. Utilizando o programa Google Earth e sua ferramenta de medida foi coletada a distância, em milhas, que resultou em 0,11 milha para o edifício Florença e 0,36 milha para o edifício Vienna Residencial, como é indicado nas Figuras 20 e 21, respectivamente.



Fonte: Google Earth (2018).

Figura 21 – Distância ao centro para o edifício Vienna Residencial

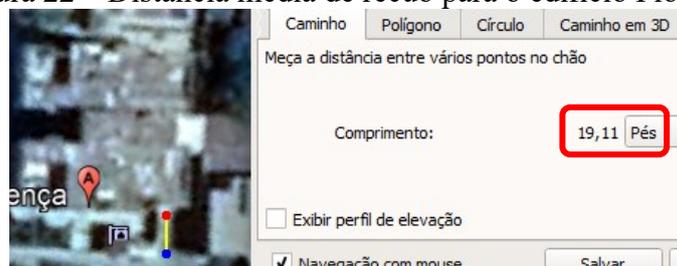


Fonte: Google Earth (2018).

### 5.3.2 Distância média de recuo do PGV

O recuo médio do edifício é a distância média em linha reta até a calçada de todas as principais entradas do edifício e é medida em pés. As principais entradas incluem a entrada principal para pedestres e entradas de garagem para automóveis. Como no edifício Vienna a entrada, tanto da garagem quanto a entrada de pedestres, se dá diretamente na calçada, foi inserido o valor zero. No caso do Florença, a entrada de pedestres se dá diretamente na calçada, mas a de automóveis é recuada 19,11 pés (Figura 22). Fazendo a média:  $0 + (19,11 / 2) = 9,56$ , o valor encontrado foi aproximado automaticamente pela planilha para 10 pés.

Figura 22 – Distância média de recuo para o edifício Florença



Fonte: Google Earth (2018).

### 5.3.3 Parquímetros

O estacionamento pago inclui apenas estacionamento na rua com parquímetro. Os lotes de superfície medidos fora da rua ou as estruturas de estacionamento não estão incluídas. Foi verificada a presença de parquímetros em um raio de 160 m medido a partir do centro do PGV. Dentro desta área os dois empreendimentos analisados possuem estacionamento pago, chamado de "Área Azul", onde é necessário, previamente, a compra de um bilhete para cada hora que o veículo permanecerá estacionado. Esse sistema está em funcionamento somente no bairro Centro de Jaboticabal, SP. Sendo assim, foi adicionado o valor 1 (1 = yes) na célula da planilha (Figura 19).

### 5.3.4 Proporção de estacionamento

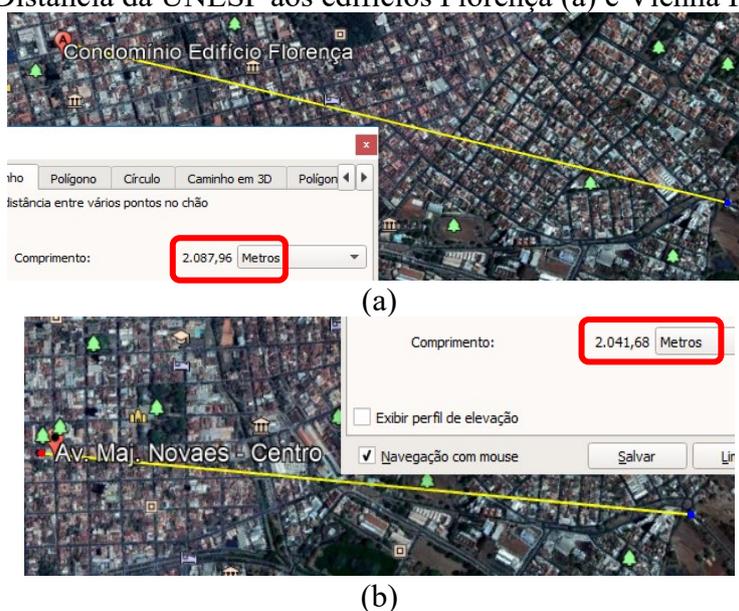
A proporção de área de superfície coberta por estacionamentos não inclui a área coberta por estruturas de estacionamento. Portanto, as áreas que têm apenas vagas de

estacionamento devem receber um valor de 0,00. Como os dois empreendimentos possuem estacionamento abaixo da estrutura do prédio foi inserido o valor 0,00 nos dois casos.

### 5.3.5 Campus Universitário

Foi verificado se os locais estudados ficam a 1.600 m (1 milha) de um campus universitário. A medida de distância é em linha reta e feita a partir da borda do campus da faculdade até o centro PGV em questão. Os campi universitários incluem grandes faculdades/universidades com matrícula em período integral de mais de 5.000 alunos. Na cidade de Jaboicabal, a única universidade desse porte é a UNESP. Porém, os dois empreendimentos estão a mais de 2.000 m distantes dessa universidade (Figura 23) e foi inserido o valor 0 (0 = no) na planilha da Figura 19.

Figura 23 – Distância da UNESP aos edifícios Florença (a) e Vienna Residencial (b)



Fonte: *Google Earth* (2018).

### 5.3.6 Planilhas preenchidas

Nas figuras 24 a 26 são ilustradas as planilhas completas com os dados inseridos na Figura 2: edifício Florença, com 58 apartamentos (Figura 24) e com 174 moradores (Figura 25); e edifício Vienna Residencial (Figura 26).

Figura 24 – Resultados para o edifício Florença com 58 apartamentos

Site Characteristics & ITE-Estimated Trips	
Name	Edifício Florença
Address	Avenida General Glicério, 360
City	Jaboticabal
ITE Land Use Code	222
Dwelling Units (Residential) <sup>1</sup>	58
Gross Square Feet (Retail, Office) <sup>2</sup>	0
Proportion Occupied (0.00 to 1.00) <sup>3</sup>	1,00
ITE-Estimated AM Peak-Hour Vehicle-Trips (from ITE Trip Generation Manual) <sup>4</sup>	17
ITE-Estimated PM Peak-Hour Vehicle-Trips (from ITE Trip Generation Manual) <sup>4</sup>	20

Model Inputs		
Smart Growth Factor	Residential population within a 0.5-mile, straight-line radius	8201
	Jobs within a 0.5-mile, straight-line radius	4505
	Straight-line distance to center of central business district (CBD) (miles) <sup>5</sup>	0,11
	Average building setback distance from sidewalk (feet) <sup>6</sup>	10
	Metered on-street parking within a 0.1-mile, straight-line radius (1=yes, 0=no) <sup>7</sup>	1
	Individual PM peak-hour bus line stops within a 0.25-mile, straight-line radius	16
	Individual PM peak-hour train line stops within a 0.5-mile, straight-line radius	0
General L	Proportion of site area covered by surface parking lots (0.00 to 1.00) <sup>8</sup>	0,00
	Study land use is an office (1=yes, 0=no)	0
	Study land use is a coffee/donut shop (1=yes, 0=no)	0
	Site is within 1 mile (straight-line distance) of a college campus (1=yes, 0=no) <sup>9</sup>	0

Model Outputs <sup>10</sup>	
Smart Growth Factor	0,001
Actual/ITE-Estimated AM Peak Hour Vehicle Trips	0,74
Actual/ITE-Estimated PM Peak Hour Vehicle Trips	0,61
Estimated AM Peak Hour Vehicle Trips	13
Estimated PM Peak Hour Vehicle Trips	12

Fonte: Adaptado de *Smart Growth Trip Generation* (2018).

Figura 25 – Resultados para o edifício Florença com 174 moradores

Site Characteristics & ITE-Estimated Trips	
Name	Edifício Florença
Address	Avenida General Glicério, 360
City	Jaboticabal
ITE Land Use Code	222
Dwelling Units (Residential) <sup>1</sup>	58
Gross Square Feet (Retail, Office) <sup>2</sup>	0
Proportion Occupied (0.00 to 1.00) <sup>3</sup>	1,00
ITE-Estimated AM Peak-Hour Vehicle-Trips (from ITE Trip Generation Manual) <sup>4</sup>	30
ITE-Estimated PM Peak-Hour Vehicle-Trips (from ITE Trip Generation Manual) <sup>4</sup>	37

Model Inputs		
Smart Growth Factor	Residential population within a 0.5-mile, straight-line radius	8201
	Jobs within a 0.5-mile, straight-line radius	4505
	Straight-line distance to center of central business district (CBD) (miles) <sup>5</sup>	0,11
	Average building setback distance from sidewalk (feet) <sup>6</sup>	10
	Metered on-street parking within a 0.1-mile, straight-line radius (1=yes, 0=no) <sup>7</sup>	1
	Individual PM peak-hour bus line stops within a 0.25-mile, straight-line radius	16
	Individual PM peak-hour train line stops within a 0.5-mile, straight-line radius	0
General L	Proportion of site area covered by surface parking lots (0.00 to 1.00) <sup>8</sup>	0,00
	Study land use is an office (1=yes, 0=no)	0
	Study land use is a coffee/donut shop (1=yes, 0=no)	0
	Site is within 1 mile (straight-line distance) of a college campus (1=yes, 0=no) <sup>9</sup>	0

Model Outputs <sup>10</sup>	
Smart Growth Factor	0,001
Actual/ITE-Estimated AM Peak Hour Vehicle Trips	0,74
Actual/ITE-Estimated PM Peak Hour Vehicle Trips	0,61
Estimated AM Peak Hour Vehicle Trips	22
Estimated PM Peak Hour Vehicle Trips	19

Fonte: Adaptado de *Smart Growth Trip Generation* (2018).

Figura 26 – Resultados para o edifício Vienna Residencial com 18 apartamentos

Site Characteristics & ITE-Estimated Trips	
Name	Vienna Residencial
Address	Av. Major Novaes, 31
City	Jaboticabal
ITE Land Use Code	223
Dwelling Units (Residential) <sup>1</sup>	18
Gross Square Feet (Retail, Office) <sup>2</sup>	0
Proportion Occupied (0.00 to 1.00) <sup>3</sup>	1,00
ITE-Estimated AM Peak-Hour Vehicle-Trips (from ITE Trip Generation Manual) <sup>4</sup>	5
ITE-Estimated PM Peak-Hour Vehicle-Trips (from ITE Trip Generation Manual) <sup>4</sup>	7

Model Inputs		
Smart Growth Factor	Residential population within a 0.5-mile, straight-line radius	7547
	Jobs within a 0.5-mile, straight-line radius	4146
	Straight-line distance to center of central business district (CBD) (miles) <sup>5</sup>	0,36
	Average building setback distance from sidewalk (feet) <sup>6</sup>	0
	Metered on-street parking within a 0.1-mile, straight-line radius (1=yes, 0=no) <sup>7</sup>	1
	Individual PM peak-hour bus line stops within a 0.25-mile, straight-line radius	18
	Individual PM peak-hour train line stops within a 0.5-mile, straight-line radius	0
General Land Use	Proportion of site area covered by surface parking lots (0.00 to 1.00) <sup>8</sup>	0,00
	Study land use is an office (1=yes, 0=no)	0
	Study land use is a coffee/donut shop (1=yes, 0=no)	0
	Site is within 1 mile (straight-line distance) of a college campus (1=yes, 0=no) <sup>9</sup>	0

Model Outputs <sup>10</sup>	
Smart Growth Factor	0,007
Actual/ITE-Estimated AM Peak Hour Vehicle Trips	0,74
Actual/ITE-Estimated PM Peak Hour Vehicle Trips	0,61
Estimated AM Peak Hour Vehicle Trips	4
Estimated PM Peak Hour Vehicle Trips	4

Fonte: Adaptado de *Smart Growth Trip Generation* (2018).

## 5.4 Análises

Depois de introduzidos os dados, os resultados do modelo são mostrados na planilha Saídas do Modelo (Model Outputs). São calculados o fator de crescimento inteligente (*Smart Growth Factor*), os fatores de ajuste de viagens veiculares em horários de pico do ITE (Actual/ITE-Estimated Peak Hour Vehicle Trips) e o número de viagens veiculares em horários de pico calculado pelo *Smart Growth Trip Generation* (Estimated Peak Hour Vehicle Trips), conforme Figuras 24 a 26.

O método da Universidade da Califórnia faz o cálculo do fator de crescimento inteligente em função de alguns itens completados pelo usuário, que fornecem dados tanto das regiões quanto dos empreendimentos estudados, como: população; emprego; distância ao centro; recuo do empreendimento; existência de parquímetro; paradas de ônibus; paradas de trens; e área coberta para estacionamento.

### 5.4.1 Análise dos resultados

Como o objetivo do estudo não é avaliar a metodologia de cálculo, mas sim, as variáveis e os resultados possíveis para o método do *Smart Growth Trip Generation*, o cálculo, resumidamente, é feito por combinações entre as duas tabelas das Figuras 27 e 28. O resultado é obtido como o valor do fator de crescimento inteligente (Smart Growth Factor – SGF), utilizado posteriormente para o cálculo dos fatores de ajuste do ITE.

Figura 27 – *Smart Growth Factor* para o edifício Florença

SMART GROWTH FACTOR VARIABLES					
Variable	Coefficient	Value	Standard Value*	Factor	
Pop10HX	0,099	8,201	-0,223	-0,022	(value is in thousands)
Jobs10HX	0,324	4,505	-0,664	-0,215	(value is in thousands)
CBDMi	-0,138	0,110	-0,805	0,111	
AvgSetback	-0,167	9,570	-0,575	0,096	
PkgMeters	0,184	1,000	0,776	0,143	
BusLines_Q	0,227	16,000	-0,539	-0,122	
RailLines_H	0,053	0,000	-0,562	-0,030	
PctSrvcPkg	-0,080	0,000	-0,506	0,041	
<b>Smart Growth Factor (SGF)</b>				<b>0,001</b>	
The standardized value is calculated using the mean and standard deviation of variable values from the 50 PM analysis sites (see below).					
SMART GROWTH FACTOR VARIABLE DESCRIPTIVE STATISTICS					
Variable	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.
Pop10HX	50	0,787	42,109	9,718	6,811
Jobs10HX	50	0,487	136,400	24,351	29,899
CBDMi	50	0,029	40,100	7,746	9,489
AvgSetback	50	0,000	524,000	76,020	115,644
PkgMeters	50	0,000	1,000	0,620	0,490
BusLines_Q	50	0,000	255,000	43,420	50,836
RailLines_H	50	0,000	59,000	6,820	12,141
PctSrvcPkg	50	0,000	0,500	0,063	0,124

Fonte: Adaptado de *Smart Growth Trip Generation* (2018).

Figura 28 – *Smart Growth Factor* para o edifício Vienna Residencial

SMART GROWTH FACTOR VARIABLES					
Variable	Coefficient	Value	Standard Value*	Factor	
Pop10HX	0,099	7,547	-0,319	-0,032	(value is in thousands)
Jobs10HX	0,324	4,146	-0,676	-0,219	(value is in thousands)
CBDMi	-0,138	0,360	-0,778	0,107	
AvgSetback	-0,167	0,000	-0,657	0,110	
PkgMeters	0,184	1,000	0,776	0,143	
BusLines_Q	0,227	18,000	-0,500	-0,114	
RailLines_H	0,053	0,000	-0,562	-0,030	
PctSrvcPkg	-0,080	0,000	-0,506	0,041	
<b>Smart Growth Factor (SGF)</b>				<b>0,007</b>	
The standardized value is calculated using the mean and standard deviation of variable values from the 50 PM analysis sites (see below).					
SMART GROWTH FACTOR VARIABLE DESCRIPTIVE STATISTICS					
Variable	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.
Pop10HX	50	0,787	42,109	9,718	6,811
Jobs10HX	50	0,487	136,400	24,351	29,899
CBDMi	50	0,029	40,100	7,746	9,489
AvgSetback	50	0,000	524,000	76,020	115,644
PkgMeters	50	0,000	1,000	0,620	0,490
BusLines_Q	50	0,000	255,000	43,420	50,836
RailLines_H	50	0,000	59,000	6,820	12,141
PctSrvcPkg	50	0,000	0,500	0,063	0,124

Fonte: Adaptado de *Smart Growth Trip Generation* (2018).

Juntamente com os fatores de crescimento inteligente foram utilizadas, também, algumas variáveis de uso do solo, como: ser um escritório ou ser um café/lanchonete e, além destas, também foram analisados o multiuso do solo ao redor e se a distância até alguma universidade era igual ou menor que 1.600 m. Esses dados foram utilizados para encontrar equações de regressão linear que estimam os fatores de ajuste de viagens em horários de pico do ITE *Trip Generation*.

Ao multiplicar o fator de ajuste pela quantidade de viagens nos horários de pico originalmente calculadas pelo ITE *Trip Generation* são obtidas as quantidades de viagens veiculares em horários de pico calculadas pelo método *Smart Growth Trip Generation*.

Exemplo para o edifício Vienna:

Viagens ITE *Trip Generation* (PM) = 7 (Figura 16)

Fator de correção = 0,61 (Figura 26)

$$7 \cdot 0,61 = 4,27$$

Viagens estimadas pelo *Smart Growth Trip Generation* (PM) = 4 (Figura 26)

No exemplo ocorreu, ao final do processo, uma aproximação para 4 viagens, pois o número de viagens deve ser um número inteiro. Porém, ao analisar a planilha do método *Smart Growth* notou-se que essa aproximação era realizada automaticamente para o número inteiro mais próximo. Como, pela lógica, a demanda é de mais do que 4 viagens (4,27), foi adotada a modificação para o número inteiro imediatamente acima, não só nesse resultado, mas, também, para o edifício Florença. Seguem os resultados alterados na Tabela 8.

Tabela 8 – Aproximação na quantidade de viagens calculadas no *Smart Growth Trip Generation*

	<b>Florença (58 aptos.)</b>	<b>Florença (174 moradores)</b>	<b>Vienna (18 aptos.)</b>
<i>Smart Growth</i> (AM) – inicial	12,5	22,1	3,7
<b><i>Smart Growth</i> (AM) – adotado</b>	<b>13</b>	<b>23</b>	<b>4</b>
<i>Smart Growth</i> (PM) – inicial	12,2	19,0	4,3
<b><i>Smart Growth</i> (PM) – adotado</b>	<b>13</b>	<b>19</b>	<b>5</b>

Fonte: Autor (2018).

Obtidos todos os resultados nas diferentes planilhas, foram coletados e comparados os valores de viagens tanto os obtidos pelo ITE quanto pelo *Smart Growth Trip Generation* (Tabela 9).

Tabela 9 – Comparação entre a quantidade de viagens geradas pelo ITE e pelo *Smart Growth Trip Generation*

	<b>Florença (58 aptos.)</b>	<b>Florença (174 moradores)</b>	<b>Vienna Residencial (18 aptos.)</b>
ITE (AM)	17	30	5
<i>Smart Growth</i> (AM)	13	23	4
<b>Variação (%) (AM)</b>	<b>- 23,5</b>	<b>- 23,3</b>	<b>- 20,0</b>
ITE (PM)	20	31	7
<i>Smart Growth</i> (PM)	13	19	5
<b>Variação (%) (PM)</b>	<b>- 35,0</b>	<b>- 38,7</b>	<b>- 28,6</b>

Fonte: Autor (2018).

Como é possível observar na Tabela 9, a redução das viagens é considerável. Sabe-se que as taxas de geração de viagens do ITE *Trip Generation* são superestimadas e que o *Smart Growth Trip Generation* insere na análise outros modos de transporte, além de condições do entorno do empreendimento, então, a redução era esperada. Ao observar os períodos da manhã e da tarde foi determinada uma redução média de - 22,3% e de - 34,1%, respectivamente.

#### 5.4.2 Análise de sensibilidade

Foram simuladas, com o auxílio do *Smart Growth Trip Generation*, alterações em algumas variáveis para analisar a influência no resultado final da geração de viagens. As variáveis foram escolhidas por sua relevância no resultado e, também, por não alterarem as características da cidade estudada. Com essas alterações foi verificado que a presença de parquímetros, a quantidade de paradas de ônibus, a proporção de área para estacionamento e a distância de um campus universitário são os fatores que mais afetam o resultado final. Sendo assim, foram simuladas algumas situações para análise e os valores de viagens utilizados foram com uma casa decimal, para facilitar a visualização, uma vez que é baixa a quantidade de viagens gerada pelos empreendimentos.

#### 5.4.2.1 Parquímetros

Como nos dois empreendimentos há a presença de parquímetros, foi alterado o valor de 1 para 0, simulando ausência de estacionamento pago nas ruas (Tabela 10).

Tabela 10 – Quantidade de viagens simuladas com a ausência de parquímetro

	Período	Florença (58 aptos.)	Florença (174 moradores)	Vienna (18 aptos.)
Presença de parquímetro	AM	12,5	22,1	3,7
Ausência de parquímetro	AM	13,0	22,9	3,8
<b>Variação (%)</b>	<b>AM</b>	<b>+ 4,0</b>	<b>+ 3,6</b>	<b>+ 2,7</b>
Presença de parquímetro	PM	12,2	19,0	4,3
Ausência de parquímetro	PM	13,0	20,1	4,5
<b>Variação (%)</b>	<b>PM</b>	<b>+ 6,6</b>	<b>+ 5,8</b>	<b>+ 4,7</b>

Fonte: Autor (2018).

Nota-se, com a ausência de parquímetro, que houve aumento médio na geração de viagens veiculares de + 3,4% no período de pico da manhã e de + 5,7% no da tarde.

#### 5.4.2.2 Paradas de ônibus

A quantidade de paradas de ônibus é um fator que também altera a geração de viagens. Portanto, nas planilhas foi inserido o valor de 30 paradas (Tabela 11), que seria, aproximadamente, o dobro do que ocorre no caso real.

Tabela 11 – Quantidade de viagens simuladas com o aumento de paradas de ônibus

	Período	Florença (58 apts.)	Florença (174 moradores)	Vienna (18 apts.)
Paradas verdadeiras	AM	12,5	22,1	3,7
30 paradas	AM	12,5	22,0	3,7
<b>Variação (%)</b>	<b>AM</b>	<b>0,0</b>	<b>- 0,5</b>	<b>0,0</b>
Paradas verdadeiras	PM	12,2	19,0	4,3
30 paradas	PM	12,1	18,8	4,2
<b>Variação (%)</b>	<b>PM</b>	<b>- 0,8</b>	<b>- 1,1</b>	<b>- 2,3</b>

Fonte: Autor (2018).

Ao alterar a quantidade de paradas de ônibus observou-se redução média na geração de viagens de - 0,2% no período de pico da manhã e - 1,4% no da tarde.

#### 5.4.2.3 Área para estacionamento

A inexistência de área externa à estrutura dos edifícios para estacionamento fez com que, para a simulação, fosse adicionada uma área que correspondesse a 25% da área do empreendimento (Tabela 12).

Tabela 12 – Quantidade de viagens simuladas com a inserção de estacionamento externo à estrutura dos edifícios

	<b>Período</b>	<b>Florença (28 aptos.)</b>	<b>Florença (174 moradores)</b>	<b>Vienna (18 aptos.)</b>
Sem estacionamento	AM	12,5	22,1	3,7
Com área para estacionar (0,25)	AM	12,7	22,5	3,7
<b>Variação (%)</b>	<b>AM</b>	<b>+ 1,6</b>	<b>+ 1,8</b>	<b>0,0</b>
Sem estacionamento	PM	12,2	19,0	4,3
Com área para estacionar (0,25)	PM	12,5	19,4	4,4
<b>Variação (%)</b>	<b>PM</b>	<b>+ 2,5</b>	<b>+ 2,1</b>	<b>+ 2,3</b>

Fonte: Autor (2018).

Ao inserir uma área externa para estacionamento houve aumento médio do valor de geração de viagens veiculares de + 1,1% no período de pico da manhã e de + 2,3% no da tarde.

#### 5.4.2.4 Distância de campus universitário

Na situação estudada os empreendimentos estavam a mais de 1 milha (1.600 m) distantes do único campus universitário da cidade. Foi decidido, então, simular a presença de um campus mais próximo aos locais estudados, alterando a célula em questão de 0 para 1. Os resultados são mostrados na Tabela 13.

Tabela 13 – Quantidade de viagens simuladas com a aproximação de campus universitário

	<b>Período</b>	<b>Florença (28 aptos.)</b>	<b>Florença (174 moradores)</b>	<b>Vienna (18 aptos.)</b>
Distante da universidade	AM	12,5	22,1	3,7
Próximo à universidade	AM	4,6	8,1	1,4
<b>Variação (%)</b>	<b>AM</b>	<b>- 63,2</b>	<b>- 63,3</b>	<b>- 62,2</b>
Distante da universidade	PM	12,2	19,0	4,3
Próximo à universidade	PM	9,0	13,9	3,1
<b>Variação (%)</b>	<b>PM</b>	<b>- 26,2</b>	<b>- 26,8</b>	<b>- 27,9</b>

Fonte: Autor (2018).

Ao aproximar os empreendimentos de um campus universitário observou-se redução média no valor de geração de: – 62,9% no período de pico da manhã e de – 27% no da tarde. Como observado, a presença do campus universitário tem grande influência no resultado e essa influência se deve pela expressiva quantidade de pessoas (mínimo de 5.000 alunos) e, conseqüentemente, viagens, principalmente de transporte coletivo, que o polo gerador "universidade" induz por si só, além de sua relevância para a região.

#### 5.4.2.5 Alterações simultâneas

Em uma situação ideal, para que ocorra redução na geração de viagens veiculares seria necessária aplicação simultânea das alterações quanto ao aumento das paradas de ônibus e presença de campus universitário. Levando em consideração modificações possíveis sem interferir nos empreendimentos foram alterados, simultaneamente: a quantidade de paradas de ônibus para 30; e adicionada uma universidade próxima aos empreendimentos. Assim, foi feito com que houvesse demonstração de um cenário possível, como no caso da implantação de um campus universitário na área de influência dos empreendimentos. Os resultados são mostrados na Tabela 14.

Tabela 14 – Quantidade de viagens simuladas com a introdução de um campus universitário e alteração das paradas de ônibus

	<b>Período</b>	<b>Florença (58 aptos.)</b>	<b>Florença (174 moradores)</b>	<b>Vienna (18 aptos.)</b>
Realidade	AM	12,5	22,1	3,7
Situação ideal	AM	4,6	8,1	1,3
<b>Varição (%)</b>	<b>AM</b>	<b>– 63,2%</b>	<b>– 63,3%</b>	<b>– 64,9%</b>
Realidade	PM	12,2	19,0	4,3
Situação ideal	PM	8,9	13,8	3,1
<b>Varição (%)</b>	<b>PM</b>	<b>– 27,0%</b>	<b>– 27,4%</b>	<b>– 27,9%</b>

Fonte: Autor (2018).

Por fim, na simulação ideal, chegou-se ao valor de redução média de – 63,8% e de – 27,5% nos períodos de pico da manhã e da tarde, respectivamente, o que mostra a expressiva e, possível mudança, nas viagens veiculares geradas pelos edificios do estudo.

## CONCLUSÃO

Com a utilização do método de geração de viagens veiculares da Universidade da Califórnia (UC-Davis), *Smart Growth Trip Generation*, foi possível fazer uma comparação com as viagens geradas pelo ITE *Trip Generation* e visualizar a atuação das viagens sustentáveis.

Após excluída a possibilidade do estudo no bairro Granja Marileusa por questões de a área não estar totalmente desenvolvida, foi testada, com sucesso, a realização da análise em dois empreendimentos da cidade de Jaboatão, SP. Com utilização *Google Earth*, pesquisas na *internet*, ferramentas digitais e coleta de dados visual foi aplicada a metodologia da Califórnia nos dois empreendimentos. Com base nos resultados foi observado que o método desenvolvido pelo ITE superestima as viagens veiculares geradas pelos polos geradores de viagens (PGV), desconsiderando, por exemplo, viagens por transporte coletivo e as ditas ativas, como a pé e por bicicleta. O resultado final foi de redução média de – 22,3% nas viagens por veículos particulares pela manhã e – 34,1% nas da tarde no horário de pico.

Ao fazer simulações direcionadas para a redução das viagens geradas pelo *Smart Growth Trip Generation* foram encontrados os fatores que mais afetam o resultado final, como: presença de parquímetros; maior quantidade de paradas de ônibus; aumento da proporção de área para estacionamento; e menor distância de um campus universitário. Portanto, foi constatada a possibilidade não só da geração de mais viagens sustentáveis, mas também de diminuir as viagens veiculares e, conseqüentemente, os congestionamentos e a emissão da poluição veicular.

## REFERÊNCIAS

ARRINGTON, G. B.; CERVERO, R. Effects of TOD on housing, parking, and travel. Transit Cooperative Research Program (TCRP), 2008.

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL. Perfil Município.

Jaboticabal. Disponível em:

<[http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil\\_m/jaboticabal\\_sp#](http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/jaboticabal_sp#)>. Acesso em: 19 out. 2018.

CERVERO, R.; KOCKELMAN, K. Travel Demand and the 3Ds: Density, Diversity, and Design. Transportation Research D, 1997.

CERVERO, R.; GORHAM, R. Commuting in transit versus automobile neighborhoods. Journal of the American Planning Association, 1995.

CET-SP – Companhia de Engenharia de Tráfego. Pólos geradores de tráfego. Boletim Técnico, São Paulo, 1983.

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito. Manual de procedimentos para o tratamento de pólos geradores de tráfego, Brasília, DF. 2001.

EWING, R.; GREENWALD, M.; ZHANG, M. *et al.* Traffic generated by mixed-use developments – A six-region study using consistent built environmental measures, 2008. Disponível em:

<<https://pdfs.semanticscholar.org/8145/057fae557709b4cdb3bdcfae271de32be879.pdf>>  
Acesso em: 15 set. 2018.

FEHR; PEERS. Smart Growth Parking Requirements and Strategy Review, 2009. Disponível em: <<http://www.fehrandpeers.com/>>. Acesso em: 15 set. 2018.

GOOGLE. Google Earth Pro. Version 7.3.2, ano 2018. Disponível em: <<https://www.google.com.br/earth/download/gep/agree.html>>. Acesso em: 18 out. 2018.

HANDY, S. Understanding the link between urban form and nonwork travel behavior. *Journal of Planning Education and Research*, 1996.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010 – Mapas Interativos. Disponível em: <<http://mapasinterativos.ibge.gov.br/grade/default.html>>. Acesso em: 18 out. 2018.

ITE – Institute of Transportation Engineers. *Trip generation, Version 5*. Seattle: Microtrans, 2006.

KIMLEY HORN & ASSOCIATES. *Trip-Generation Rates for Urban Infill Land Uses in California*. California Department of Transportation, 2009. Disponível em: <[http://www.dot.ca.gov/research/researchreports/reports/2009/final\\_summary\\_report-calif.\\_infill\\_trip-generation\\_rates\\_study\\_july\\_2009.pdf](http://www.dot.ca.gov/research/researchreports/reports/2009/final_summary_report-calif._infill_trip-generation_rates_study_july_2009.pdf)>. Acesso em: 15 set. 2018.

LITMAN, T. *Where we want to be: Home location preferences and their implications for Smart Growth*. Victoria Transport Institute, 2009. Disponível em: <<https://trid.trb.org/view/913362>>. Acesso em: 13 set. 2018.

MAISS, R.; LEE, R.; HANDY, S. *Summary of findings and recommendations regarding key definitions*. 2009.

MTC – Metropolitan Transportation Commission. 1970. Disponível em: <<https://mtc.ca.gov/>>. Acesso em: 13 set. 2018.

PORTUGAL, L. S.; GOLDNER, L. G. *Estudo de Pólos Geradores de Tráfego e de Seus Impactos nos Sistemas Viários e de Transportes*. Editora Edgard Blücher Ltda., 2003.

REDPGV – Rede Ibero-americana de Estudo em Polos Geradores de Viagens. UFRJ. 2010. Disponível em: <<http://redpgv.coppe.ufrj.br>>. Acesso em: 11 set. 2018.

SB 375 & CLIMATE CHANGE. San Joaquin Council of Governments, 2008. Disponível em: <<https://www.sjcog.org/295/SB-375-Climate-Change>>. Acesso em: 15 set. 2018.

SOUZA, S. C. F. Modelos para estimativa de viagens geradas por Instituições de Ensino Superior. Dissertação (Mestrado), Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

UC-DAVIS, University of California – Davis. California Smart Growth Trip Generation Rates Study, 2013. Disponível em: <<http://ultrans.its.ucdavis.edu/projects/smart-growth-trip-generation.html>>. Acesso em: 13 set. 2018.

VIAÇÃO PIRACEMA DE TRANSPORTES LTDA. Linhas e horários. Jaboticabal, SP. 2018.

WALTERS, J. PowerPoint to the SB375 Regional Targets Advisory Committee, 2009. Disponível em: <<https://www.arb.ca.gov>>. Acesso em: 15 set. 2018.