ANÁLISE DA MOBILIDADE URBANA POR TRANSPORTE SUSTENTÁVEL NAS CIDADES MÉDIAS BRASILEIRAS

Wellington Nascimento Silva

Tese de Doutorado apresentada no Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Engenharia de Transportes.

Orientadores: Rômulo Dante Orrico Filho
Ilton Curty Leal Júnior

Rio de Janeiro
Novembro de 2017

ANÁLISE DA MOBILIDADE URBANA POR TRANSPORTE SUSTENTÁVEL NAS CIDADES MÉDIAS BRASILEIRAS

Wellington Nascimento Silva

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE), DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES.

Examinador por:

_____

Prof. Rômulo Dante Orrico Filho, (D.Sc.

_____

Prof. Ilton Curty Leal Júnior, D.Sc.

_____

Prof. Hostilio Xavier Ratton Neto ,Dr.

_____

Prof. Enilson Medeiros dos Santos, D.Sc.

_____

Prof. Yaeko Yamashita, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL
NOVEMBRO DE 2017

Silva, Wellington Nascimento

Análise da Mobilidade Urbana por Transporte Sustentável nas Cidades Médias Brasileiras / Wellington Nascimento Silva – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2017.

XVII, 183 p.: il. 29,7cm.

Orientadores: Rômulo Dante Orrico Filho

Ilton Curty Leal Júnior

Tese (doutorado) – UFRJ / COPPE / Programa de Engenharia de Transportes, 2017.

Referências Bibliográficas: p. 106-113.

1. Mobilidade Urbana. 2 Forma Urbana. 3. Motocicletização. I. Orrico Filho, Rômulo Dante *et al*.. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Transportes. III. Título.

Dedico todo esse esforço de pesquisa a minha mãe - que ausentou-se no decorrer dessa jornada, mas deixou como legado a energia que motiva cada dia - e a meu pai, mais que um homem do volante, minha fonte de inspiração.

Agradeço à Deus por permitir;

Agradeço à família, principalmente à esposa Wânia e aos filhos Thaís e Helder, pela compreensão e amparo;

Agradeço aos orientadores Rômulo (UFRJ) e Ilton (UFF) por abrirem os caminhos da pesquisa em Engenharia dos Transportes e oportunidades profissionais.

Agradeço aos amigos, especialmente, Antonio Guedes, Carlos Rosa, César Augusto, Cristiano Marins, Elza de Oliveira, Fábio Mendes, Joel Fontes, José Claudio, Júlio Andrade, Paulo Pegas e tantos outros pelas contribuições como bons ouvintes e debatedores.

Agradeço aos professores da COPPE, especialmente, Ilton Curty, Márcio Santos, Raul de Bones, Rômulo Orrico e Walter Porto por serem exemplos a serem por mim seguidos como excelências na profissão.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

ANÁLISE DA MOBILIDADE URBANA POR TRANSPORTE SUSTENTÁVEL NAS CIDADES MÉDIAS BRASILEIRAS

Wellington Nascimento Silva

Novembro/2017

Orientadores: Rômulo Dante Orrico Filho
Ilton Curty Leal Júnior

Programa: Engenharia de Transportes

O objetivo desta tese foi explicar a mobilidade urbana por transporte sustentável nas cidades médias brasileiras, por intermédio de um modelo econométrico exploratório formado por variáveis demográficas, urbanísticas, de renda e do sistema de transportes (DURT), a fim de permitir que gestores possam elaborar políticas públicas com vistas a reduzir ou eliminar as externalidades negativas decorrentes da mobilidade. A diversidade de cidades brasileiras com característcas diferentes dificultou a criação de um modelo único para todas essas cidades, mas há cidades com similaridades suficientes para modelagem de um agrupamento. As variáveis independentes foram a população economicamente ativa, a renda *percapita*, a densidade urbana, a taxa de motorização de transporte coletivo, a taxa de motorização de transporte particular, a taxa de motocicletização e a forma urbana, representada pelo delineamento, desenho urbano e localização das cidades em regiões metropolitanas ou interior dos estados. As análises indicaram que a Taxa de motocicletização e o delineamento têm o maior potencial de reduzir viagens por transporte sustentável enquanto a Taxa de motorização de transporte coletivo e a Renda percapita têm o maior potencial de criar viagens por transporte sustentável.

Abstract of Thesis presented to COPPE / UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

ANALYSIS OF URBAN MOBILITY FOR SUSTAINABLE TRANSPORT IN THE BRAZILIAN MEDIUM CITIES

Wellington Nascimento Silva

November / 2017

Advisors: Rômulo Dante Orrico Filho

Ilton Curty Leal Junior

Department: Transport Engineering

The objective of this thesis was to explain the urban mobility by means of sustainable transport in the medium Brazilian cities basing on an exploratory econometric model formed by demographic, urban, income and transport system (DURT) variables. The explanation and model could be useful for public managers because it can possible for them to develop public policies to reduce or eliminate the negative externalities of the urban mobility. The diversity of Brazilian cities with different characteristics made it difficult to create a unique model that could be applied to all of them but there are cities with sufficient similarities to create a specific model for their characteristics. The variables of the model were the economically active population, the per capita income, the urban density, motorization rate for collective transport, the motorization rate for private transport, the motorization rate for motorcycles and the urban form, that represented a set of variables compoused by the urban design and location of cities in metropolitan or inland states. The analyzes indicated that the motorization rate for motorcycles and the design have the greatest potential to reduce travel by sustainable transport while the motorization rate for collective transport and percapita income have the greatest potential to create travels by sustainable transport.

ANÁLISE DA MOBILIDADE URBANA POR TRANSPORTE SUSTENTÁVEL NAS CIDADES MÉDIAS BRASILEIRAS

LISTA DE TABELAS x

LISTA DE FIGURAS xii

LISTA DE GRÁFICOS xiii

LISTA DE EQUAÇÕES xiv

LISTA DE APÊNDICES xv

LISTA DE ANEXOS xvi

1 INTRODUÇÃO 1

1.1 Problema **6**

1.2 Relevância do Problema **8**

1.3 Objetivo **11**

1.4 Justificativa do Objetivo **11**

1.5 Estrutura do Documento **13**

2 REFERENCIAL TEÓRICO 15

2.1 Urbanismo **16**

2.2 Renda **25**

2.3 Sistema de Transportes **27**

2.4 Formação das Cidades às cidades médias brasileiras **30**

2.5 Modelo: Definições, Estrutura e Tipos **37**

2.6 Síntese Crítica do Referencial Teórico **45**

3 **ROTEIRO METODOLÓGICO** 48

3.1 Classificação da pesquisa **48**

3.2 Procedimentos de pesquisa **49**

3.3 Variáveis do Modelo **53**

3.3.1 Definição da Variável Dependente **54**

3.3.2 Definição das Variáveis Independentes **54**

3.3.3 Síntese Crítica do Roteiro Metodológico **60**

4 EXPLICAÇÃO DA MOBILIDADE URBANA POR TRANSPORTE SUSTENTÁVEL 61

4.1 Formulação de Modelo **63**

4.2 Aplicação do Modelo **85**

4.2.1 Aplicação do Modelo na cidade de Cascavel **86**

4.2.2 Aplicação do Modelo na cidade de Florianópolis **88**

4.2.3 Aplicação do Modelo na cidade de Sorocaba **90**

4.3 Comparação dos Resultados nas cidades de aplicação do modelo **94**

4.3.1 Outras Possibilidades de Aplicação dos Modelos **96**

4.4 Síntese do capítulo **98**

5 CONCLUSÕES 101

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 105

7 APÊNDICE 113

8 ANEXOS 140

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1: Lacunas nas Pesquisa sobre Mobilidade Urbana 6
Tabela 2.1: Estruturas Urbanas 17
Tabela 2.2: Padrões gerais do desenho urbano 18
Tabela 2.3: Veículos motorizados rodoviários para transporte de pessoas 29
Tabela 3.1: Fontes para coleta de dados 52
Tabela 3.2: Tipos de desenho de malha viária de cidades brasileiras e sua codificação por variáveis binárias (*dummy*) 56
Tabela 3.3: Variáveis DURT para modelagem. 58
Tabela 3.4: Interpretação das taxas de Motorização 59
Tabela 3.5: Perspectiva dos Sinais Aritméticos da Equação que representa a Mobilidade Urbana por Transporte Sustentável (VTC/pop). 59
Tabela 4.1: Médias e desvios-padrões da variável dependente por decil. 64
Tabela 4.2: Estatística Descritiva da Amostra com 89 cidades 65
Tabela 4.3: Correlações de Pearson para o decil 01 (DC 01). 66
Tabela 4.4: Comparação entre médias das variáveis DURT no Decil 1 66
Tabela 4.5: Correlações de Pearson para o decil 02 (DC 02). 68
Tabela 4.6: Comparação entre médias das variáveis DURT no Decil 2 68
Tabela 4.7: Correlações de Pearson para o decil 03 (DC 03). 69
Tabela 4.8: Comparação entre médias das variáveis DURT no Decil 3 69
Tabela 4.9: Densidade urbana (DU) média por decil em ordem crescente. 70
Tabela 4.10: Correlações de Pearson para o decil 04 (DC 04). 71
Tabela 4.11: Comparação entre médias das variáveis DURT no Decil 4 71
Tabela 4.12: Taxa de motorização de veículos de transporte coletivo (TMC) média por decil em ordem crescente. 71
Tabela 4.13: Correlações de Pearson para o decil 05 (DC 05). 72
Tabela 4.14: Comparação entre médias das variáveis DURT no Decil 5 72
Tabela 4.15: Valor médio da variável delineamento (Del) por decil em ordem crescente. 73
Tabela 4.16: Correlações de Pearson para o decil 06 (DC 06). 74
Tabela 4.17: Comparação entre médias das variáveis DURT no Decil 6 74
Tabela 4.18: Correlações de Pearson para o decil 07 (DC 07). 74
Tabela 4.19: Cidades do DC 07:TMC e índice de delineamento 75
Tabela 4.20: Correlações de Pearson para o decil 08 (DC 08). 75

Tabela 4.21: Comparação entre médias das variáveis DURT no Decil 8 77
Tabela 4.22: Correlações de Pearson para o decil 09 (DC 09). 77
Tabela 4.23: Correlações de Pearson para o decil 10 (DC 10). 78
Tabela 4.24: Correlações de Pearson para o conjunto das 89 cidades. 79
Tabela 4.25: Valores de R para modelos preliminares de uma variável. 80
Tabela 4.26:Valores de *R* para modelos preliminares de duas variáveis. 81
Tabela 4.27: Valores de *R* para modelos preliminares de três variáveis. 81
Tabela 4.28: Valores de R e R2 de correlação entre variáveis independentes e dependente. 82
Tabela 4.29: Resultados dos testes para regressão múltipla. 84
Tabela 4.30: Resultados R² por Quartil. 84
Tabela 4.31: Coeficientes da Regressão. 85
Tabela 4.32: Viagens Médias entre 1986-2004 e Estatística do erro 86
Tabela 4.33: Formação quantitativa das Viagens de Passageiros por Transporte Coletivo. 87
Tabela 4.34: Viagens Médias entre 1986-2004 e Estatística do erro 88
Tabela 4.35: Formação quantitativa das Viagens de Passageiros por Transporte Coletivo. 89
Tabela 4.36: Viagens Médias entre 2002-2014 e Estatística do erro 91
Tabela 4.37: Formação da VTC/população pelo modelo. 92
Tabela 4.38: Viagens por estimadas por variáveis DURT 93
Tabela 4.39: Valores médios das variáveis DURT 95
Tabela 4.40: Variação em variáveis DURT para alcance de metas para a VTC/pop 98

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.2: Palmas –TO, *F* = mais próximo de zero (0) a forma tende a linear 19
Figura 2.4: Hortolândia –SP, *F* = mais próximo de um (1) a forma tende a circular 20
Figura 3.1: Estrutura metodológica da modelagem 50
Figura 4.1: Foto da cidade de Resende em 2003 61
Figura 4.2: Imagem ampliada 61
Figura 4.3: Foto da cidade de Resende em 2013 61
Figura 4.4: Imagem ampliação 61
Figura 4.5: Foto da cidade de Bauru em 2003 62
Figura 4.6: Imagem ampliada 62

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1: Comparativo entre projeção do modelo e dados reais para VTC/pop..... 87
Gráfico 4.2: Comparativo entre projeção do modelo e dados reais e estimados para VTC/pop. 92
Gráfico 4.3: Comparativo de formação de viagens por DURT 94

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 2.1.....18
Equação 2.2.....24
Equação 2.3.....43
Equação 2.4.....45
Equação 2.5.....45
Equação 2.6.....45
Equação 3.1.....55
Equação 4.1.....85

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 7.1: Cidades Médias Brasileiras entre 100 mil e 1 milhão de habitantes, respectivas centralidade na rede urbana e populações de acordo com os censos 1980, 1991, 2000 e 2010. 113

Apêndice 7.2: Cidades Médias entre 100 mil e 1 milhão de habitantes com as respectivas áreas urbanas e territorial, ordenadas por classificação do IBGE para rede urbana. 120

Apêndice 7.3: Variáveis *dummy* quanto às características urbanas..... 126

Apêndice 7.4: Cidades médias entre 100 mil e 1 milhão de habitantes e respectivas categoria e forma urbana... 127

Apêndice 7.5: Tabelas da plataforma SIDRA empregadas na pesquisa..... 133

Apêndice 7.6: Dados para regressão do conjunto de 89 cidades (VTC/pop, Decis, Quartis, População Urbana, Localização e Traçado) 134

LISTA DE ANEXOS

Anexo 8.1: Mapas das cidades médias brasileiras objeto de estudo e respectivas formas urbanas obtidos no Google Earth (2017). 140

LISTA DE SIGLAS

ANTP	Associação Nacional de Transporte Público
AU	Aglomeração Urbana
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
DC	Decil
Del	Delineamento da cidade – Característica da forma urbana
DENATRAN	Departamento Nacional de trânsito
DU	Densidade Urbana
DURT	Demografia, Urbanismo, Renda e Sistema de Transportes
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FU	Forma Urbana
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PEA	População Econômica Ativa
PIB	Produto Interno Bruto
RIDE	Região Administrativa Integrada de Desenvolvimento
RM	Região Metripolitana
RPC	Renda per capita
SOMABRASIL	Sistema de Observação e Monitoramento da Agricultura no Brasil
SPSS	*Statistical Package for the Social Sciences*
TMC	Taxa de Motorização de Transporte Coletivo
TMI	Taxa de Motorização de Transporte Individual
TML	Taxa de Motocicletização
VTC	Viagens por Transporte Coletivo
VTI	Viagens por Transporte Individual

1 INTRODUÇÃO

As populações das cidades brasileiras com elevada frota *percapita* de veículos automotores têm convivido nas últimas décadas com problemas decorrentes do aumento contínuo dessas frotas, causadoras de graves problemas relacionados a congestionamentos, poluição sonora e do ar, acidentes de trânsito, etc. Por consequência, os deslocamentos se tornam estressantes, anti-econômicos e, às vezes, violentos.

Esse é um problema que prejudica também as cidades médias, importantes para a economia e desenvolvimento nacional e cuja população em 2010 para cidades entre 100 mil e 1 milhão de habitantes era formada por 35,6 milhões de pessoas. Uma solução apontada por *experts* ou cientistas da área dos transportes concerne à mudança do paradigma atual fundamentado no automóvel para um novo paradigma onde a lógica da mobilidade urbana seja o transporte sustentável. Por isso, entender a mobilidade urbana por transporte sustentável nas cidades médias brasileiras pode contribuir para mudança de paradigma e, consequentemente, melhorar a qualidade de vida das pessoas.

Os termos mobilidade urbana, transporte sustentável e cidade média são amplamente mencionados nos meios acadêmico, jurídico, publicitário etc, e tem sido de uso comum nas cidades que passam pelos problemas cotidianos nos deslocamentos. No entanto, nesta pesquisa científica é importante que esses conceitos sejam precisamente definidos e delimitados.

A mobilidade urbana tem por definição a intensidade de viagens de pessoas por transporte coletivo. Vale ressaltar que a mobilidade é importante para a realização de atividades relacionadas a trabalho, estudo, consumo etc, e, tem de modo subjacente o papel de contribuir para a redução da desigualdade social nos países em desenvolvimento na medida em que possibilita a inserção de pessoas no mercado de trabalho para obtenção de emprego e renda (Vasconcellos, 2014).

Todavia, conforme os modos de transportes utilizados para os deslocamentos, essa mobilidade pode ser caracterizada por maior ou menor intensidade de impactos ao meio ambiente e qualidade de vida das pessoas. Esses impactos são denominados "externalidades do sistema de transportes". São exemplos de externalidades negativas a poluição causada por emissões de gases, acidentes de trânsito, congestionamentos, custos humanos, econômicos e sociais (Cintra, 2014; Vasconcellos, 2012; Carvalho, 2011a; Giuliani, 2011; Malta *et al*, 2011; Lima *et al*, 2010; Caixeta *et al*, 2008).

Os modos de transportes particulares motorizados tem sido apontados como um dos principais formadores de externalidades negativas, principalmente pela intensificação do uso do automóvel ao longo de décadas. A motorização decorrente da maior frota de automóveis cresce intensamente. Para mostrar a intensidade do aumento da frota de automóveis no Brasil, segundo o DENATRAN (2016), em 1955 haviam no Brasil um automóvel para cada 81 habitantes, em 1971 a relação era de um automóvel para 26 habitantes e em 2016 havia um automóvel para 4 (quatro) habitantes.

Avançando na definição de termos a serem usados neste texto, o transporte sustentável tem por definição a preponderância do transporte coletivo de pessoas sobre o de transporte motorizado. Embora se reconheça a importância dos deslocamentos não motorizados para a construção de um espaço urbano mais humanizado e duradouro, a absoluta falta de dados sobre a divisão modal que inclua o transporte não motorizado impossibilita a inclusão nesta pesquisa desse tipo de transporte.

Quanto ao terceiro termo - cidade média – a definição pode decorrer de um critério quantitativo ou qualitativo. Os extensos tamanhos populacionais e a importância na rede urbana indicam a importância social e econômica dessas cidades no contexto nacional. Nesta pesquisa, a definição de cidades média funde os dois critérios usando como critério qualitativo as cidades que formam a rede de influência das cidades de acordo com o IBGE (2007) e como critério quantitativo os limites de população da cidade entre 100 mil e 1 milhão de habitantes. Esses limites foram utilizados na perspectiva de abranger-se maior diversidade de cidades médias.

Estabelecida as definições dos termos mobilidade urbana, transporte sustentável e cidades médias, a definição de Mobilidade Urbana por Transporte Sustentável nas Cidades Médias Brasileiras foi obtida pela associação das definições anteriores, sendo apontada como a intensidade de viagens de pessoas por transporte coletivo em preponderância ao transporte motorizado, nas cidades que formam a rede urbana brasileira e cuja população de habitantes está entre 100 mil e 1 milhão de pessoas.

Vale destacar que pesquisadores de diversas nacionalidades têm se dedicado a entendê-los em suas diversas dimensões. Na perspectiva de mostrar alguns exemplos, sem ensejar uma revisão de referencial teórico, mas visando identificar lacunas do conhecimento a serem preenchidas, são mencionadas de modo exemplificativo e cronológico conforme a seguir.

A pesquisa de Bruton (1979) foi importante para entender os deslocamentos das pessoas no espaço urbano ao concluir que as viagens em uma cidade têm por explicação

as características sócio-econômicas da população que se desloca, o padrão de uso do solo, o desenvolvimento e tamanho da área de estudo e a capacidade do sistema de transportes. Destacou os estudos de Puget Sound (1964) sobre transportes regionais, que apontou como fatores explicativos de viagens: o tamanho da família, a renda média dos chefes das famílias, a quantidade de automóveis próprios e a densidade populacional. Ressaltou também os estudos de Sam Osofsky (1958) sobre geração de viagens, cujas variáveis explicativas foram a população e pessoas empregadas, as distâncias entre os centróides de zonas e a posse de veículos. Essas pesquisas abordaram as dimensões demográficas, urbanísticas, de renda e de sistemas de transportes das cidades, todavia, não as integra quantitativamente para saber o quanto explicam a mobilidade.

No cenário nacional uma importante obra foi a de Ferrari, (1982), que apontou como explicação da mobilidade a composição da população, densidade demográfica e número de empregos existentes, urbanismo e tipo de uso do solo predominante, nível de renda, quantidade total de veículos e quantidade de veículos por residência, medidas de engenharia de tráfego, e, procedimentos educacionais e impositivos. As constatações de Ferrari apontam para as variáveis DURT como explicativas da mobilidade, mas não mostram a participação de cada dimensão e utiliza a informação sobre veículos de modo conciso, sem segregar automóveis e motocicletas, cuja frota tem aumentado significativamente nas cidades brasileiras. A concentração de estudos de transporte tendo como objeto os automóveis tem coerência com a realidade da época em que foi publicada a obra de Ferrari, pois as frotas de motocicletas não eram significativas. Todavia, essa realidade mudou e as motocicletas têm influência significativa na rotina de deslocamentos das pessoas no espaço urbano, sendo razoável que estudos atuais utilizem uma taxa de motocicletização.

Costa (2007) pesquisou a mobilidade na área metropolitana de Lisboa e revelou que as transformações mais aparentes ocorridas nas últimas décadas no território da metrópole teriam sido de natureza demográfica e urbanística, destacando o envelhecimento da população e o aumento da população ativa. Incluiu em sua pesquisa a dimensão urbanística, onde o aumento do espaço edificado e de habitação foram os elementos essenciais. Na América do Sul, Lópes *et al.* (2010) abordaram a demografia e o urbanismo para analisarem as relações entre mobilidade e a ocupação do território de Medelin (Colômbia). Concluiram haver consenso que as cidades crescem, provocando transformações sociais, políticas e econômicas, principalmente quanto à forma de morar, por isso, afirmam que a análise da mobilidade deveria considerar a composição

da população e seu impacto sobre a utilização e configuração do espaço. Ambas as pesquisas se mostram importantes na criação de conhecimento sobre mobilidade urbana, entretanto, não integram uma quantidade maior de variáveis com potencial de explicar a mobilidade urbana.

No Brasil, Pereira e Schwanen (2010) buscaram compreender o tempo de deslocamento casa-trabalho de forma retrospectiva nos períodos entre 1992-2009, analisando as diferenças entre as regiões metropolitanas e o comportamento das variáveis níveis de renda e sexo das pessoas quanto à mobilidade. Essa pesquisa teve por foco as cidades de regiões metropolitanas, que na realidade brasileira possibilitam maior acesso a dados que as cidades médias e consideraram basicamente variáveis das áreas de conhecimento sobre demografia e renda. Essa pesquisa inovou o conhecimento ao melhor entender as diferenças entre regiões metropolitanas, contudo, não considerou as diferenças entre essas regiões em relação às cidades que estão localizadas no interior dos estados e, assim como em outras pesquisas, as dimensões aplicadas para explicar a mobilidade foram limitadas e não consideraram dimensões relativas ao urbanismo e sistema de transporte.

Na década atual, Vasconcellos (2012) apontou como elementos explicativos da mobilidade urbana as características das pessoas quanto à renda e gênero, das famílias quanto à cultura local e percepção quanto aos meios de transporte e elementos denominados como externos, referindo-se à quantidade e qualidade do sistema de transporte coletivo; enquanto Leite (2013) estudou a renda como uma dimensão que a fez concluir que dificuldades no fluxo de pessoas determinam locais de moradias mais próximos dos locais de trabalho, intensificando o processo de favelização e apontando para o aumento do espaço edificado nas cidades brasileiras, resultados das transformações demográficas que conduzem aos efeitos sobre a mobilidade urbana. Embora reconhecidamente relevantes, essas pesquisas não integram uma quantidade maior de dimensões que se justificam pela compreensão holística da mobilidade urbana.

Stamm (2013) usou a área do conhecimento relacionada à renda para explicar os principais motivos de viagens. Sua conclusão indicou que os deslocamentos diários efetivados pela população têm por principal motivo o econômico (emprego, salário, condições de trabalho e crescimento profissional), enquanto Medrano e Taco (2013) empregaram as áreas do conhecimento relacionadas ao urbanismo e transportes para entenderem os efeitos sobre a mobilidade urbana decorrentes de densidades populacionais baixas e dispersas e de densidades altas e concentradas. Concluíram que

as densidades baixam estimulam a maior dependência do veículo privado e ampliação das distâncias de viagem, enquanto as densidades altas promovem viagens curtas e maior uso de modos não motorizados e de transporte público. Portanto, assim como as demais pesquisas, consideraram dimensões importantes, porém sem integrar outras de potencial a influenciar a mobilidade.

As pesquisas anteriores, ainda que respeitáveis, mostram que há lacunas a serem preenchidas quanto ao conhecimento que visa explicar a mobilidade urbana, principalmente quanto à integração das dimensões demográficas, urbanísticas, de renda e de transportes (DURT) e à participação explicativa dessas dimensões. Além das pesquisas mostradas, uma outra forma de corroborar as dimensões usadas para explicar a mobilidade urbana, são as publicações científicas que tem como importante fonte a base Scopus (*Elsevier*). Dados dessa base mostram que entre 1980-2015 foram publicados 2.283 artigos científicos relacionados ao termo *urban mobility*. Esses artigos contêm 15.108 palavras-chaves, sendo que as de maior incidência foram a demografia (28%), o urbanismo e cidades (25%), a economia (7%) onde se insere o estudo da renda das pessoas, e, os transportes (6%).

Contudo, embora seja importante o preenchimento das lacunas (Tabela 1.1) sobre a explicação da mobilidade na perspectiva quantitativa, vale lembrar que existem dimensões de natureza qualitativa que podem influenciar a mobilidade urbana. Uma dessas dimensões é a forma urbana ou o desenho urbano das cidades, que tem o potencial de determinar a quantidade de viagens que as pessoas fazem ou os modos de transporte que usam, por exemplo, automóveis, ônibus, deslocamentos a pé ou modos não motorizados de transporte.

Um exemplo de pesquisa sobre os efeitos do desenho urbano sobre a mobilidade urbana foi a que culminou no modelo de Vance e Hedel (2007) cujo objetivo foi explicar a influência da forma urbana sobre as viagens de automóvel. Consideraram em seu modelo as variáveis explicativas “acessibilidade ao transporte público”, “densidade de rua”, “densidade comercial”, e “diversidade comercial”. A acessibilidade de transporte público referiu-se ao tempo de caminhada, a densidade de rua foi calculada pela relação entre quilometros de estrada pela área total que essas estradas abrangem, a densidade comercial foi dada pela razão entre a soma do número total de estabelecimentos pela área que ocupam, obtida pelos respectivos códigos postais. A diversidade comercial visou mostrar a variedade e a prevalência de diferentes atrações da região que influenciariam a mobilidade. Nesse modelo, Hedel e Vance consideraram

variáveis exploratórias das áreas de conhecimento de Urbanismo e de Sistema de Transportes. Embora essa pesquisa seja importante, considerou os efeitos da forma urbana em uma escala local e não integrou uma quantidade maior de dimensões que influenciam os deslocamentos cotidianos das pessoas.

Embora sejam de caráter exemplificativo, as pesquisas relatadas apontam para o contexto atual da modelagem sobre a mobilidade urbana e estão sintetizadas na Tabela 1.1 .

Tabela 1.1: Lacunas nas Pesquisa sobre Mobilidade Urbana

esquisardor	Ano	Dimensões	Dimensões pesquisadas
Bruton	1979	Renda e Sistema de transporte coletivo	1, 2, 4 e 5
Ferrari	1982	Demografia, Urbanismo, Renda, Veículos, Engenharia de tráfego.	2, 4 e 5
Costa	2007	Demografia e Urbanismo	1, 2 e 4
Vance e Hedel	2007	Urbanismo e Transportes	1,2,3 e 5
Lópes *et al.*	2010	Demografia e Urbanismo	1, 2 e 4
Pereira e Schwanen	2010	Diferenças entre as regiões metropolitanas, Renda, Demografia	1, 2, 3 e 4
Vasconcellos	2012	Renda, Demografia, Sistema de Transporte Coletivo.	1, 2, 4 e 5
Leite	2013	Demografia	1, 2 e 4
Stamm	2013	Economia (emprego, salário, condições de trabalho e crescimento profissional).	1, 2 e 4
Medrano e Taco	2013	Urbanismo e Transportes	1, 2, 4 e 5

1- Não integram uma quantidade maior de dimensões.
2- Não mostra a participação de cada dimensão
3- Não estuda cidades localizadas no interior dos estados e não considera o Urbanismo e Sistema de transporte.
4- Não inclui a influência da forma urbana
5- Não segrega automóveis e motocicletas.

Portanto, existem lacunas para explicação da mobilidade urbana com potencial de serem preenchidas por pesquisas que incluam as dimensões da demografia, urbanismo, renda e sistema de transportes (DURT) de modo integrado e associadas à forma urbana.

1.1 Problema

Embora sejam necessários dados quantitativos de variáveis DURT para explicar a mobilidade urbana por transporte sustentável, a realidade brasileira é de escassez de dados pretéritos sobre essas variáveis.

Conquanto existam dados disponíveis nos censos estatísticos da população brasileira relacionados à demografia e renda, esses dados não revelam a opção modal da

população e não permitem a construção de séries de dados para períodos anuais e consecutivos.

Para as dimensões de urbanismo e sistema de transportes a escassez de informações é ainda maior. Dados quantitativos oficiais para períodos anteriores a 2010 não se encontram disponíveis em portais públicos ou são de difícil acesso. Por exemplo, informações sobre as frotas de veículos nas cidades estão disponíveis no sítio oficial do DENATRAN - na *internet* - , no entanto, somente a partir do ano 2001. Períodos anteriores não constam no referido portal, de modo que se existirem tais dados, estão em fontes fragmentadas ou descontinuadas, como é o caso da Empresa Brasileira de Transportes Urbanos e do GEIPOT, que encerraram suas atividades em 1991.

Outros exemplos de dados cuja obtenção é um desafio são a divisão modal, definida como a participação de cada modo ou tipo de transporte utilizado nas cidades; e, a estrutura da malha viária e a área urbana de cada cidade, cujos dados ao longo do tempo não estão disponíveis em base unificada - inclusive do IBGE - e são escassas em portais das administrações municipais na *internet*.

Portanto, os problemas relacionados à obtenção de dados e a complexidade do conjunto das cidades médias brasileiras apontam para dificuldades de se explicar a mobilidade por generalizações que possam ser aplicáveis a todas as cidades do conjunto de modo acurado. Existem diferenças entre elas quanto à densidade demográfica, dinâmica econômica e social, forma do espaço urbano etc.

Além disso, cidades de tamanho populacional similares em determinado período passaram por processos de transformação e urbanização de diferentes intensidades, que conduziram ao distanciamento de suas características de natureza demográfica, urbanística, de renda e do sistema de transportes. Por exemplo, em 1980 a população de Parintins no estado do Amazonas era formada por 51.391 habitantes, Boa Vista no estado de Roraima, por 51.662 habitantes e Teixeira de Freitas no estado da Bahia, 51.815 habitantes. As diferenças entre essas cidades quanto ao tamanho populacional não ultrapassava 0,8%. No entanto, no ano 2010 essas populações eram respectivamente 102.066, 284.258 e 138.491 habitantes. As diferenças populacionais entre essas cidades passaram a ser de 178% entre Boa Vista e Parintins, 105% entre Boa Vista e Teixeira de Freitas e 26% entre Parintins e Teixeira de Freitas (IBGE, 2016), caracterizando processos de crescimento diferentes, consequentemente, tendendo a explicações distintas para a mobilidade em seu espaço urbano.

Logo, uma forma de sintetizar o problema de pesquisa para preenchimento de lacunas do conhecimento sobre mobilidade urbana pode ser posto pelo seguinte questionamento:

Como explicar a mobilidade urbana por transporte sustentável nas cidades médias brasileiras integrando variáveis das dimensões demográficas, econômicas, urbanas e dos transportes mais apropriadas a essa tipologia de cidade, a fim de permitir que gestores possam elaborar políticas públicas com vistas a reduzir ou eliminar as externalidades negativas decorrentes da mobilidade?

Uma hipótese é que um modelo econométrico exploratório que associe variáveis das dimensões demográfica, urbanística, de renda e transportes (DURT), incluindo o desenho da forma urbana das cidades, tem o potencial para explicar a mobilidade urbana para formulação dessas políticas públicas.

Complementarmente à essa resposta, estabelece-se, como outro pressuposto, que a seleção de dados por intermédio da técnica de corte transversal (*cross section*) tem o potencial para superação das dificuldades de obtenção de dados, de modo a permitir a formulação de modelos econométricos criados com variáveis DURT.

1.2 Relevância do Problema

Vasconcellos (2012) e Duarte e Santos (2012) afirmam que o modelo atual do sistema de mobilidade nas cidades brasileiras, tem por paradgima o uso eficiente do automóvel em detrimento do sistema de transporte público, para garantir os interesses da classe média capitalista, trazendo impactos negativos para a população.

Perdas provocadas por essas externalidades, além do aspecto humanitário têm efeitos não somente para populações das cidades médias, mas também repercutem sobre as demais cidades (participantes ou não da rede urbana), pois oneram os gastos públicos e reduzem os níveis de serviços prestados. Por exemplo, embora os acidentes de trânsito sejam causados por diversas circunstâncias, entre elas o comportamento e a perícia do condutor, o aumento de frotas nos centros urbanos associado à essas circunstâncias contribuem para o aumento de acidentes de trânsito e são uma complexa questão de saúde pública (Caixeta *et al.*, 2008; Malta *et al*, 2011). No Brasil, as mortes causadas por esses acidentes correspondem a 30% do total de óbitos e estima-se que as ocorridas no momento do acidente superem 35.000 óbitos por ano (Duarte, Santos, 2012).

Hoel, Garber e Sadek, (2011) afirmam que os usuários do transporte arcam com os custos dos acidentes de trânsito. Mas, na realidade brasileira os gastos com saúde

motivados pelos acidentes são arcados não somente pelos usuários do transportes, mas por toda a sociedade, na medida em que estes custos são pagos pelo sistema único de saúde (SUS) - de âmbito federal - e, que estes valores reduzem o orçamento para outros tipos de despesas ou investimentos, por exemplo educação e habitação.

Além disso, a saúde pública arca também com custos dos tratamentos de doenças causadas pela poluição provocada por emissões de gases na atmosfera, originadas de veículos motorizados (Guimarães e Lee, 2010; Tavares *et al*, 2010; Carvalho, 2011a; Gondelach, 2012; Pollet *et al*, 2012).

Na dimensão econômica, a pesquisa de Cintra (2014) traz uma quantificação e exemplificação de custos dos congestionamentos na cidade de São Paulo. Embora seja uma metrópole e fora do escopo de cidade média, mas na perspectiva de uma reflexão sobre os custos destas externalidades e ao considerar que a população das cidades médias também enfrenta externalidades similares, são apresentados custos estimados dos congestionamentos no ano 2012 extraídos dessa pesquisa: Custos com combustíveis de automóveis e ônibus, foram respectivamente R$ 4.859 milhões e 319 milhões, Custos com poluição de automóveis e ônibus foram R$ 677 milhões e R$ 29 milhões, e, Custos com transportes de Cargas o equivalente a R$ 4,1milhões. De acordo com o pesquisador estes custos são crescentes e correspondiam a 7,64% do PIB da cidade de São Paulo, que era de R$ 525,973 milhões.

Além de custos econômicos, o aumento da frota de veículos particulares implica no contínuo aumento de custos sociais e financeiros para a sociedade brasileira. Esse paradigma de mobilidade que dá centralidade aos automóveis provoca gastos que aumentam o custo Brasil. Por exemplo, em 2011, os custos destinados à manutenção das vias públicas corresponderam a R$ 12,6 bilhões (ANTP, 2011). Vale Ressaltar que o imposto sobre propriedade de veículos automotores não têm caráter de ressarcimento de externalidades do sistema de transportes, posto que é um tributo de receita não vinculada, sendo uma forma de obtenção de receita do Estado para financiar suas despesas em geral.

Além da importância das cidades brasileiras conhecerem mais profundamente como são formadas as viagens por transporte coletivo, pesquisas sobre mobilidade tem o potencial de contribuir para cidades de outros países - caracterizadas por externalidades decorrentes dos transportes - construírem seus próprios modelos.

Somente para exemplificar e mostrar que as externalidades sujeitam cidades importantes, Jeddah, a segunda maior cidade na Arábia Saudita, no oriente médio, teve

taxas de crescimento urbano nas últimas décadas elevadas e com rápido aumento da população, da expansão espacial e da infraestrutura de transportes. A população aumentou de 147.900 habitantes em 1964 para 3.2 milhões de habitantes em 2007 e sua área urbana expandiu 1,95 vezes entre 1964 e 2007. Entretanto, a expansão da infraestrutura não foi capaz de atender às novas demandas por viagem, e, por decorrência, são verificados elevados níveis de congestionamentos (Aljoufie, Zuidgeest, Brussel e Maarseveen, 2012). A modelagem para simplificação dessa realidade tem o potencial de estabelecer as tendências dessa expansão e permitir aos governos locais a criação de políticas públicas para que se antecipasse a esse processo de crescimento da cidade.

Nos Estados Unidos as externalidades também são objeto de pesquisas científicas que visam melhor entendê-las, na perspectiva de reduzi-las ou eliminá-las. Dementyeva., Koster e Verhoef (2015) afirmam que os acidentes rodoviários nos Estados Unidos são responsáveis por uma grande parte dos custos sociais do transporte rodoviário. Pesquisaram sobre a cobertura de seguros aos acidentes e afirmam que nem todos os custos dos acidentes são cobertos, principalmente os imateriais.

Outro exemplo que mostra a relevância de melhor entender os processos de formação da mobilidade urbana foi revelado na pesquisa de Demir *et al* (2015). Pesquisaram as externalidades causadas pelo transporte de cargas na União Européia e apontaram como principais efeitos a poluição do ar causada por emissões de gases efeito estufa, a poluição sonora causada por ruídos dos meios de transportes, a poluição das águas resultante de descargas, os custos de congestionamentos, os custos dos serviços de emergência referente aos acidentes de trânsito, os custos para as famílias de vítimas - tanto financeiros quanto em sofrimento - e os efeitos sobre o uso da terra que interferem na paisagem, na destruição de habitat e das espécies.

Portanto, a modelagem com uso de variáveis DURT tem o potencial de contribuir para que os gestores públicos conheçam a formação de viagens por transporte sustentável, de modo que saibam quais as variáveis mais influenciam na criação ou redução dessas viagens, permitindo-lhes agir sobre as variáveis de maior impacto sobre a mobilidade urbana com a finalidade de ampliar os deslocamentos por transporte sustentável.

1.3 Objetivo

O objetivo maior desta pesquisa foi explicar a mobilidade urbana por transporte sustentável nas cidades médias brasileiras, por intermédio de um modelo econométrico exploratório formado por variáveis demográficas, urbanísticas, de renda e do sistema de transportes (DURT), a fim de permitir que gestores possam elaborar políticas públicas com vistas a reduzir ou eliminar as externalidades negativas decorrentes da mobilidade.

1.4 Justificativa do Objetivo

De acordo com Hughes-Hallett *et al*. (2005) a modelagem matemática e seus modelos derivados são uma forma de representação simplificada de um fenômeno. Uma simplificação da formação de viagens por transporte sustentável por intermédio de modelagem que combine ou integre variáveis DURT tem o potencial de contribuir para explicar como essas variáveis interagem entre si para formar ou reduzir viagens e qual a participação de cada variável DURT no modelo.

Alcançar o objetivo de pesquisa tem o potencial de inovar o conhecimento e se justifica pelo intenso espraiamento por que passam as cidades médias, modificando a forma urbana das cidades e influenciando as distâncias percorridas, tempos de viagens, criação de polos geradores de viagens, etc., com possíveis efeitos sobre a opção modal.

Além disso, o aumento das frotas de motocicletas indicam uma mudança de comportamento das pessoas quanto à opção modal, entretanto, pesquisas direcionadas para estudo da mobilidade a partir do aumento dessas frotas ainda são incipientes. Portanto, a inclusão da forma urbana e a segregação das taxas de motorização de veículos particulares da taxa de motocicletização inovam a modelagem sobre mobilidade urbana.

Por sua vez, o conhecimento surgido da explicação do que acontece quando uma variável DURT tem sua quantidade modificada ou quando a forma urbana é alterada, contribui para que os gestores criem ações ou formulem políticas públicas que interfiram nessas variáveis com a finalidade de ampliar a quantidade de viagens sustentáveis. Por exemplo, como instrumento de contenção das externalidades negativas dos transportes, Londres (Inglaterra) criou em 2003 o pedágio urbano, caracterizado como uma taxa diária do uso do espaço urbano em áreas específicas (Green C. P.; Heywood J.S.; Navarro M., 2016) com o objetivo de influenciar a opção modal dos habitantes daquela cidade.

Complementarmente, justifica-se o uso da modelagem a partir da econometria por essa área do conhecimento possibilitar a incorporação de variáveis próprias das ciências sociais relacionadas à demografia e à renda. Ressalta-se que as variáveis DURT têm evolução distinta quando comparados países desenvolvidos e em desenvolvimento, como é o caso brasileiro. Por exemplo, o aumento populacional, as tecnologias no sistema de transporte à disposição da população e a renda entre esses países têm características e efeitos diferentes sobre a escolha modal. Isso sugere que, embora o fenômeno seja o mesmo - a mobilidade urbana - seu processo de formação e quantificação conduzem a realidades diferentes, portanto, diferentes resultados matemáticos na modelagem. Nesse sentido, Batty *et al.*(2012) e Jones (2014) afirmam que a mobilidade urbana surge de um processo de transformações e interações complexas, resultado de infinitas decisões individuais e coletivas tomadas na cidade.

Portanto, os modelos objetos desta pesquisa em si representam uma inovação por explicar um fenômeno inerente a diferentes cidades, mas com variáveis coletadas especificamente para a realidade das cidades médias brasileiras, e, mostra-se inovador ao combinar simultaneamente maior quantidade de áreas do conhecimento (DURT) que outros modelos, incorporando variáveis qualitativas que representam a forma urbana, de modo a explicar os efeitos dessas formas sobre a mobilidade urbana sustentável.

As contribuições dessa modelagem tem o potencial de:

- ampliar o entendimento dos processos de formação da Mobilidade Urbana por Transporte Sustentável;
- mostrar os efeitos das alterações das variáveis DURT sobre a mobilidade urbana;
- criar conhecimento sobre a estrutura divisão modal das cidades médias brasileiras, cuja ausência de informações é a situação concreta;
- auxiliar construção de planos estratégicos focados na mobilidade sustentável alinhados à Política Nacional de Mobilidade Urbana.

Secundariamente, o alcance dos objetivos dessa pesquisa tem o potencial de contribuir para que cidades de outros países em desenvolvimento, que apresentam externalidades negativas similares à realidade das cidades médias brasileiras possam criar seus próprios modelos a partir de suas próprias realidades.

1.5 Estrutura do Documento

Visando nortear o leitor sobre a estruturação do documento que mostra a pesquisa e seus resultados, apresenta-se uma estrutura básica sumarizada: Capítulo 1 - Introdução; Capítulo 2 - Referencial Teórico; Capítulo 3 - Roteiro Metodológico; Capítulo 4 - Modelagem para explicação da mobilidade urbana por transporte sustentável; 5 - Conclusões.

Na introdução o objetivo foi mostrar as lacunas existentes no conhecimento sobre o tema mobilidade urbana por transporte sustentável e oferecer definições e delimitações para esclarecer o leitor sobre importantes conceitos a serem tratados no texto. Além disso, foram levantados o problema de pesquisa e os pressupostos que conduzem à lógica de resposta ao problema levantado.

No capítulo do referencial teórico são apresentadas três partes: A primeira visa conhecer de modo sintetizado o estado da arte sobre urbanismo, renda e transportes, composta de revisão bibliográfica e documental. Na segunda o objetivo foi contextualizar a formação das cidades e característsticas das cidades médias brasileiras para obtenção de conhecimento sobre a demografia dessas cidades e a dimensão dos transportes. Na terceira e última parte faz-se um levantamento sobre conhecimentos básicos de estatísticas direcionados à modelagem.

No roteiro metodológico são mostrados os procedimentos para alcance dos objetivos geral e específicos, estabelecidas as variáveis do modelo e seus critérios de interpretação, e, por fim, a metodologia para interpretação da aplicação e resultados da modelagem.

O quarto capítulo apresenta o processo de formulação do modelo para explicação da mobilidade urbana por transporte sustentável. Nessa etapa da pesquisa foram aplicados os dados coletados de oitenta e nove cidades médias caracterizadas pela população economicamente ativa, renda percapita, densidade urbana, taxa de motorização de transporte coletivo, taxa de motorização de transporte individual, taxa de motocicletização, situação de localização das cidades quanto à região metropolitana ou interior dos estados, delinea mento tendendo à forma linear ou circular e forma urbana de tipologia multiforma ou ortogonal.

A formulação do modelo proposto foi gradativa, iniciando pela análise da relação entre as variáveis dependentes e independentes e pela análise do R^2 com a finalidade de explicação da variável dependente. Após, foram realizados os testes para

verificação dos pressupostos para regressão múltipla, tendo sido o modelo aplicado a dados das cidades Cascavel, Florianópolis e Sorocaba. Embora não fossem as cidades ideais para aplicação do modelo, foram aquelas para as quais foram obtidos dados. Por isso a aplicação do modelo nessas cidades.

Por fim, no quinto capítulo são apresentadas as conclusões da pesquisa, suas limitações e sugestões para novas pesquisas

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A revisão do referencial teórico é o ponto de partida para produção científica, permitindo o aprendizado e a inovação a partir do estado da arte sobre a área das ciências para qual se pretende aprofundar o conhecimento.

Nessa pesquisa, os elementos essenciais são a mobilidade urbana, as cidades médias brasileiras, a modelagem econométrica de caráter exploratório e as dimensões demográficas, urbanísticas, de renda e do sistema de transportes (DURT). Portanto, o levantamento do referencial teórico visa conhecer a produção científica sobre esses temas.

Todavia, embora muito se tenha pesquisado e aprendido, mas considerando que comportar todo o conhecimento produzido em um único documento se tornaria demasiadamente extenso, o levantamento desse referencial teórico foi sumarizado, com destaque para a forma urbana das cidades e para as transformações demográficas que conduziram às mudanças na caracterização das cidades médias no decorrer de décadas, com efeitos sobre o sistema de transporte e ao crescimento da opção por motocicletas.

O levantamento do referencial teórico sobre a formação das cidades brasileiras e a das cidades médias permite associar os conceitos de urbanismo, renda e sistema de transportes à realidade dessas cidades e à compreensão de sua dimensão demográfica.

O núcleo instrumental da pesquisa é a modelagem, utilizada em diversas áreas das ciências para simplificar fenômenos e capaz de congregar as dimensões DURT, por isso foi importante obter saber sobre os modelos que mais se aproximam do que se pretendeu produzir nessa pesquisa. De acordo com Bassanezi (2010) um procedimento prévio e importante para a modelagem é a aquisição pelo pesquisador de conhecimento sobre os modelos clássicos.

Outro importante aspecto do levantamento do referencial teórico foi a busca pelas variáveis com o potencial de traduzir matematicamente o fenômeno da mobilidade urbana a partir do conhecimento pertinente às dimensões DURT e à formação das cidades brasileiras, principalmente as cidades médias. A lógica foi que as variáveis para modelagem poderiam ser identificadas a partir da interpretação do referencial levantado e que variáveis identificadas em processos pretéritos de formação das cidades continuarão influenciando processos futuros e determinando a forma das cidades e a opção modal para deslocamento das pessoas no espaço urbano.

2.1 Urbanismo

A dimensão do conhecimento que visa explicar o espaço urbano a partir da perspectivas de seus modos de urbanização é o urbanismo. O termo urbanização de modo sintético refere-se aos processos de transformações no espaço urbano que designa uma forma especial de ocupação do espaço por uma população, resultando em aglomerados de densidades e camadas sociais variadas, cuja consequência são a diferenciação funcional e social maior que outras regiões ou localidades habitadas (Castells).

A urbanização surgiu com a Revolução Industrial e suas primeiras teorias datam do século XIX e início do século XX. De acordo com Ferrari (1982), Arturo Soria y Mata foi o primeiro teórico sobre a formação do espaço urbano, defendendo em 1882 a forma linear da cidade caracterizada por uma só rua provida de transportes e serviços. Nesse modelo de cidade a forma urbana surge como um atributo funcional para facilitar a circulação de automóveis e o favorecimento das atividades industriais. Em 1901 o conceito de cidade linear foi aplicado por Tony Garnier para formular seu modelo de cidade industrial. Outra teoria importante que relaciona forma urbana aos deslocamentos foi a de Ebenezer Howard (1898), que criou a cidade jardim, de formato circular e vias hierarquizadas, precursora dos cinturões verdes defendidos por Howard com a terminologia espaços agrícolas, como uma solução aos processos de degradação da cidade.

Em 1923 *Le Corbusier* publicou sua obra *Vers une architecture* – Por uma Arquitetura – introduzindo o urbanismo racionalista que utiliza a estatística e os aspectos quantitativos do urbanismo para interpretar a realidade de sua época e propor um modelo próprio de arquitetura. *Le Corbusier* defendeu sob o aspecto econômico as grandes densidades demográficas e visou explicar as transformações que o automóvel impunha sobre o planejamento urbano (Ferrari, 1982).

Teorias mais recentes explicam as relações da forma urbana com os deslocamentos para as atividades dos habitantes das cidades, tendo como destaque a Sintaxe Espacial que permite explicar como a configuração urbana influencia os movimentos de pedestres e veículos (Carmo *et al,* 2013). De acordo com essa teoria, a configuração urbana de uma cidade é constituída pelo seu sistema viário (Pereira *et al*., 2011) e a malha viária é um elemento determinante dos movimentos urbanos (Carmo *et al*, 2013). De acordo com o Plano de Desenvolvimento Urbano e Ambiental de Porto Alegre essa malha pode ser definida como o conjunto de vias, classificadas e

hierarquizadas segundo critério funcional, observados os padrões urbanísticos da cidade (PPA, 2016).

A estrutura da malha viária urbana definida pelo conjunto de vias que interagem entre si conduz à classificação dos desenhos urbanos das cidades (Tabela 2.1) em dois tipos principais: ortogonal e radio-concêntrica. Esses dois tipos permitem variações, como por exemplo o tipo quadrado, o tipo hexagonal, o tipo grelha, a trama linear, o tipo ortogonal-radial, o tipo misto, as estruturas parcialmente geométricas ou não-geométricas etc (Ferrari, 1982).

Tabela 2.1: Estruturas Urbanas

Tipologia	Característiscas
Ortogonal	As ruas se cruzam em ângulos retos formando quadrados tipo tabuleiro de xadrez ou retângulos tipos grelhas ou grades. Simplifica processe de desmembramento de loteamentos. As distâncias entre dois pontos são mais longas pela inexistência de diagonais.
Radio-concêntrica	As vias saem de um mesmo ponto central (radiais) e são interligadas por outras vias circulares que tem por centro o mesmo ponto central (perimetrais ou periféricas).
Hexagonal	Uma variante da estrutura ortogonal. Tem por vantegem crescer por simples acréscimo de hexagonos. As distâncias de transportes são menores devido ao surgimento de linhas diagonais. Tem por desvantagem a dificuldade de traçado para vias expressas de trânsito.
Trama linear	Uma variante da estrutura ortogonal. Desenho de grelha ou xadrez ao longo de duas ou mais vias paralelas ou semiparalelas. Tem por vantagem a possibilidade de crescimento ilimitado e a eliminação da especulação imobiliária, densidades mais uniformes e fácil circulação.
Sistema misto ortogonal radial	Uma variante da estrutura ortogonal. Adapta formas radiais à estrutura ortogonal formando diagonais.

(Ferrari, 1982).

Diante da diversidade de tipos de desenhos encontrados nas cidades brasileiras (Anexo 1), o tipo ortogonal – também constante nos itens 4, 5 e 6 da Tabela 2.2 – e o radio-concêntrico associado ao misto (multiforma) mostram-se como formas urbanas para sintetizar os tipos relatados por Ferrari para o conjunto das cidades médias brasileiras.

Outra tipologia foi criada por Lynch (2010) que associou atributos do sistema de transportes, produção, residência, etc (Tabela 2.2).

Tabela 2.2: Padrões gerais do desenho urbano

	Tipologia	Característiscas
1	Estrela radial ou asterisco	Melhor forma para cidades médias ou grandes; único centro dominante de elevada densidade e utilização mista, a partir da qual irradiam para o exterior, quatro ou oito linhas principais de transporte. As linhas devem conter sistemas de transporte de alta capacidade e autoestradas principais.
2	Cidades satélite	Uma cidade central está rodeada, a alguma distância, por um conjunto de comunidades satélites, de dimensão limitada.
3	Cidade linear	Baseia-se numa linha de transporte contínua (ou talvez numa série paralela de linhas de transporte) ao longo do qual se situam numa posição frontal todas as utilizações intensivas de produção, de residência de comércio e de serviços.
4	Cidade em grelha retangular	Uma rede retangular de estradas divide o terreno urbano em blocos idênticos e pode ser estendida em qualquer direção.
5	Cidades em grelha não retangulares	Grelha triangular. Ex.: Nova Deli.
6	Outras formas em grelha	Variantes da grelha retangular: Sistemas de estradas paralelas;
7	Rede axial barroca	A estrutura consiste num conjunto de pontos nodais, simbolicamente importantes e visualmente dominantes no terreno.
8	Rendilhado	Tipo de aglomerado de baixa densidade populacional, em que as vias de trânsito são bastante espaçadas e os interstícios são ocupados por espaços abertos substanciais.
9	Cidade "interior"	Fechada e intensamente privada do mundo medieval islâmico.
10	Cidade em ninho	Conceito de "caixa de ninho", da teoria de planejamento hindu. A cidade é uma série de contentores dentro da muralha da cidade, mas não é irregular nem está rendilhada por capilares.
11	Visões atuais	Visão contemporânea da cidade caracterizada pela "megaforma", na qual a cidade é uma estrutura única, vasta e tridimensional.

Lynch (2010, 347- 361)

O desenho radial ou asterisco – ítem 1 da tabela 2.2 – e a forma linear – ítem 3 da tabela 2.2 – encontradas na tipologia de *Linch* oferecem a possibilidade de adequação à realidade das cidades brasileiras, conduzindo à lógica que essas cidades podem ter sua forma representada por um delineamento tendente à forma circular ou à forma linear. Os geógrafos utilizam índice de forma *F* para medir a forma (configuração espacial) de uma cidade quanto ao formato circular ou linear, doravante denominadas delineamento, apontando para circular quanto mais próximo de 1 e para linear quanto mais próxima de zero. Calcula-se o índice dividindo-se a área urbanizada, conforme equação (**2.1** (Ferrari, 1982).

$$Indice\ de\ forma\ F = {}^{Au}/_{Ac} \qquad (2.1)$$

Onde:

Au: Área urbana
Ac: Área do círculo circunscrito = $\pi * r^2$

Portanto, a partir da lógica da fórmula *F*, o resultado obtido da relação entre a área urbana de uma cidade e a área do círculo que a sobrepõe aponta para o grau da forma urbana representada pelo delineamento. Por essa lógica, Palmas –TO (Figura 2.2) pode ser um exemplo de cidade tendendo ao delineamento linear. A área urbana da cidade é 46,4 Km^2e a área do círculo que sobrepõe a área urbana é 594,52 Km^2, indicando um resultado de 0,08.

Figura 2.1: Palmas –TO, *F* = mais próximo de zero (0) a forma tende a linear
Fonte: Google Earth, 2017

Ainda por essa lógica, a gradação das cidades seria escalar. Portanto, quanto mais próximo de zero o resultado F indica delineamento tendendo ao circular, representado pela Figura 2.3.

Hortolândia–SP (Figura 2.4) faz parte do conjunto de cidades que têm formato tendendo ao circular. A área urbana dessa cidade é de 49,59 Km^2 e a área do círculo que sobrepõe a área urbana é 56,58 Km^2, cujo resultado é 0,88.

Figura 2.2: Hortolândia –SP, *F* = mais próximo de um (1) a forma tende a circular
Fonte: Google Earth, 2017

Embora essa lógica de medir ou classificar a forma urbana seja antiga e simples, utilizá-la para explicar a mobilidade urbana em uma modelagem matemática representa uma inovação e permite que uma qualidade da cidade seja quantificada.

Portanto, a tipologia da cidade quanto à forma urbana representada pelo delineamento (linear ou circular) tem o potencial de inovação na modelagem matemática para explicação da mobilidade urbana por transporte sustentável.

A forma satélite enunciada no ítem 2 da tabela 2.2, sugere a lógica das cidades serem centrais ou distantes do centro e de dimensão limitada. Na realidade das cidades brasileiras existem de modo análogo as cidades de regiões metropolitanas e as cidades do interior dos estados com limites de espaço melhor definidos que os limites de cidades de regiões metropolitanas, com influências distintas na mobilidade urbana por transporte sustentável. Todavia vale ressaltar que as cidades do interior passam por processos de conurbação, definida pela junção de dois ou mais tecidos urbanos em expansão. Esse termo foi criado por Patrick Gedes (1854-1932) (Souza, 2008) e está associado a dois fenômenos comuns no Brasil: a mancha urbana e a aglomeração urbana. A mancha urbana é uma conurbação de cidades enquanto a aglomeração urbana

ocorre quando duas ou mais cidades - pequenas ou médias - criam vínculos que caracterizem a dependência entre si, mas, contudo sem estabelecer uma preponderância de uma sobre a outra e sem necessariamente ser formada por uma conurbação, embora isto possa ocorrer.

Portanto, uma tipologia da forma urbana das cidades a partir de sua localização em região metropolitana ou no interior dos estados permite uma inovação ao utilizar-se na modelagem matemática da mobilidade urbana uma tipologia de forma urbana a partir da classificação de *Linch*.

Ampliando-se o conceito de forma urbana para uma análise social-urbana introduz-se o conceito de Morfologia Urbana, considerada como o resultado da combinação de muitos elementos que formam a estrutura urbana, envolvendo áreas livres e ocupadas, áreas com vegetação ou pavimento, áreas com diferentes volumes e materiais e a dinâmica da população (Silva, 2011; Silva, 2012; Marins e Roméro, 2013). A morfologia urbana busca identificar ordens simbólicas urbanas a partir da interpretação dos elementos que compõem a cidade. A partir dessa ênfase, a forma urbana passa a ser entendida por suas particularidades que em conjunto formam a base para reconhecimento do espaço (Lemos e Krafta, 2002). Entretanto, embora reconhecidamente importante, mas ao considerar-se os objetivos desta pesquisa, uma análise a partir da morfologia urbana mostra significativo grau de dificuldade para concretização na modelagem pretendida, portanto, isso pode ser considerado uma limitação de pesquisa.

Retornando ao conceito de urbanismo, de acordo com Souza (2010) nas últimas três décadas o termo Desenho Urbano tem sido utilizado para se referir à essa àrea do conhecimento, todavia, entende tratar-se de uma questão terminológica a ser discutida pela área do conhecimento relacionada à arquitetura e utiliza ambos os termos para mesma definição. Estabelece uma diferença entre esses termos e Planejamento Urbano definindo-o como uma área do conhecimento que visa o desenvolvimento urbano definido como a superação de problemas, principalmente relacionados às injustiças sociais e melhoria da qualidade de vida, abrangendo a gestão e o urbanismo como subconjunto. Diferencia Planejamento Urbano e Urbanismo afirmando que enquanto o primeiro é interdisciplinar o outro é uma disciplina que subsidia o planejamento urbano.

De acordo com Wilhem (2013) o planejamento urbano pode ser classificado em quatro principais tipos: Urbanismo Sustentável, *New Urbanism*, Urbanismo Orientado pelo Trânsito e Planejamento Estratégico.

O urbanismo sustentável tem por foco a promoção do desenvolvimento das cidades e proteção do meio ambiente. Caracteriza-se por um sistema de transporte público e deslocamentos a pé integrados a edificações e infraestruturas de alto desempenho (Wilhem, 2013). A densidade é sua questão central e tem por ênfase o equilíbrio entre impactos locais e benefícios globais. Tem por fundamento um bom sistema de transporte público e a possibilidade de deslocamento a pé integrado a edificações e infraestrutura de alto desempenho. A densidade e o acesso humano à natureza são seus valores centrais, sendo seu tema principal a densidade.

O desafio do urbanismo sustentável é encontrar o equilíbrio entre os impactos locais, como por exemplo, a redução do espaço para estacionamentos, dificuldades de circulação no trânsito e efeitos sobre a qualidade de vida, e, os benefícios globais da redução de quilometros em viagens, das contribuções às mudanças climáticas, etc. Tem a mesma estrutura do urbanismo tradicional, caracterizado por bairros compactos, que respeitam os pedestres e de uso misto, distritos com mesmas características dos bairros, de uso único, e, corredores de transporte público que interligam bairros e distritos, servidos por ônibus, corredores de ônibus, ônibus elétricos, bondes e metrô leve (Farr, 2013).

O *new urbanism* se preocupa com os sistemas de vida e qualidade da paisagem urbana, enquanto o Urbanismo Orientado pelo Trânsito prioriza o sistema viário e a seleção dos elementos que compõe o sistema de transporte de pessoas e de cargas, partindo dos diagnósticos e propostas urbanísticas para investigar e garantir a mobilidade da população (Wilhem, 2013).

O Urbanismo Orientado pelo Trânsito surgiu nos Estados Unidos no final da década de 1980. Sua natureza é físico-territorial, buscando integrar habitação, local de trabalho, compras e lazer em bairros de uso misto, compactos, adaptados aos pedestres e por intermédio de sistema de tráfego (Souza, 2010).

O Desenvolvimento Orientado ao Transporte ou Empreendimento Urbano voltado para o Transporte Público pode ser definido como uma tendência de empreendimentos que buscam satisfazer o desejo das sociedades por maior acessibilidade e transporte. Estimula a utilização dos serviços de transportes públicos ao criar bairros em que se pode deslocar a pé até as estações, em um espaço de urbanização compacta, diversificado quanto ao uso do solo e com desenho urbano orientado ao pedestre. Pode ser considerado uma forma de planejamento que integra soluções para o sistema de transporte e habitação, na medida em que projeta o bairro ou o distrito

próximo à estação de transportes e compreende usos mistos do solo, rede viária adequada aos deslocamentos a pé e desenho que promove a vida urbana e opções de transportes (Farr, 2013).

O planejamento estratégico recupera o conceito de estratégia ao planejamento. Tem ênfase nos processos de transformação que se inicia no curto prazo para alcançar metas no longo prazo (Wilhem, 2013). Além dos conceitos relatados a partir de Wilhem, Souza (2010) aponta outras classificações de Planejamento Urbano: o Desenvolvimento Urbano e o Planejamento Ecológico que visam a modernização com sustentabilidade ecológica das cidades; o Planejamento Colaborativo-Comunicativo que tem estrutura o processo de oferecimento e crítica de razões para a aceitação ou rejeição de demandas particulares para chegar-se a acordos voluntários em nome da cooperação; e, o Planejamento Rawlsiano tem por pilar a priorização às necessidades dos grupos desprivilegiados ao projetar as transformações nos espaços urbanos das cidades.

Embora o planejamento urbano nas cidades brasileiras mescle os tipos de planejamento urbano anteriormente relatados, com preponderância do urbanismo orientado pelo trânsito, qualquer seja o tipo de planejamento, a forma urbana dele decorrente ou da aglomeração natural das pessoas no espaço urbano influência o sistema de tráfego, a implantação de equipamentos urbanos, os custos de urbanização, a evolução das áreas urbanizadas e a as condições sócio-economicas da sociedade. Essa forma impõe efeitos sobre a circulação e escolha dos modos de transportes e têm estreita relação com os assentamentos de pessoas.

Portanto, a forma urbana e os transportes são elementos que se correlacionam, conforme os transportes tornam acessíveis novas áreas habitadas surgem novos territórios e novas comunidades são criadas (Farr, 2013), sob a influência da forma urbana determinante da frequência e modos de viagens. (Vance e Hedel, 2007). Para exemplificar, Dokmeci e Berkoz (2000) pesquisaram em Istambul as preferências para localização das residências em função dos diferentes grupos de idades e tamanho das famílias. Concluíram que as mudanças de residências têm impacto direto sobre a estrutura espacial envolvendo áreas urbanas, resultando em mudanças nos padrões de uso do solo e na distribuição sócio-espacial de grupos. A forma urbana criada pelo aumento demográfico determinava nessa pesquisa as distâncias de viagens nos deslocamentos, os modos de transportes escolhidos e capacidade do sistema de transporte para atender as demandas de transporte das populações dos centros urbanos.

A forma de ocupação do espaço e a densidade da população que o ocupam são medidas ou reguladas pelo zoneamento de uso e ocupação do solo, e, por índices e parâmetros. Os parâmetros urbanísticos que servem para medir aspectos relevantes relativos à densidade e à paisagem urbana são o gabarito, os afastamentos, as áreas construídas totais ou edificadas, as taxas de ocupação, os coeficientes de aproveitamento, as taxas de permeabilidade, os índices de áreas verdes, a área bruta e líquida, a densidade bruta e líquida. A Densidade Bruta pode ser definida como o número total de pessoas que residem na zona ou assentamento dividido pela área total desse local, incluindo os espaços ocupados por vias de circulação, praças e todos os tipos de edificações de uso não residencial. A Densidade Líquida é calculada da mesma forma que a densidade bruta, no entanto somente considera os espaços residenciais (Souza, 2010).

Para Acioly e Davidson (1998), a densidade do desenvolvimento urbano é fundamental para o desenvolvimento urbano sustentável, pois densidades residenciais influenciam o número e tipo de viagem e de locomoção; quanto mais densos os bairros e cidades, menor o uso do transporte por automóvel. Além disso, a densidade urbana se relaciona à renda na lógica que quanto maior a variável renda menor a densidade. Farr (2013) constatou que a densidade também influencia o sistema de transporte público de passageiros, na medida que corredores com alta densidade urbana tem maior facilidade de atrair e reter os usuários dos serviços de transporte. Espaços urbanos de maior densidade permitem que as pessoas residentes próximas a paradas de transportes optem por deslocamentos a pé. Portanto, a densidade é uma variável importante para análise da mobilidade urbana.

Quanto à densidade, um importante índice urbanístico para medir a forma das cidades é dado pela relação entre a população e a área do espaço por ela ocupado. As cidades não têm densidade homogênea em todos os seus pontos e as densidades médias das cidades são diferentes. Um modelo que representa as variações da densidade urbana nas cidades foi estabelecido por Colin Clark (equação 2.2) (Ferrari, 1982).

$$\boldsymbol{Di = Ae - bd} \quad (2.2)$$

Onde:

Di = densidade no ponto i do espaço urbano;
A = densidade da área central;
b = coeficiente que indica a inclinação da curva;
d = distância do ponto i ao centro

Portanto, o delineamento (linear ou circular), a localização (região metropolitana ou interior dos estados), o desenho urbano (ortogonal ou multiforma) e a densidade urbana são importantes elementos construídos a partir do levantamento do referencial teórico referente à dimensão do urbanismo que tem o potencial de serem utilizados como variáveis inovadoras para modelagem dessa pesquisa.

2.2 Renda

O conceito de renda pode ser apresentado por enfoques diferentes. No ponto de vista econômico, a renda pode ser definida como os recursos obtidos da propriedade das terras; quanto ao aspecto macroeconômico de um país, a renda nacional pode ser definida como o saldo líquido da produção anual de uma nação em bens e serviços; quanto à renda das pessoas - denominada renda individual ou renda *per capita* -, pode ser definida como o resultado da divisão do produto interno bruto (PIB) - riqueza gerada em um país - dividida pelo número de habitantes (Gastaldi, 2002).

Nos casos em que a origem da renda for relacionada a outras atividades que não sejam o trabalho, os valores recebidos são denominados rendimentos (Gastaldi, 2002). Entretanto, esse conceito de rendimento tem interpretação diferente pelo IBGE (2016), que considera como rendimento mensal a soma do rendimento no mês de trabalho com o rendimento proveniente de outras fontes e o rendimento familiar a soma dos rendimentos mensais dos componentes da família, excluídas as pessoas cuja condição na família seja pensionista, empregado doméstico ou parente do empregado doméstico. A divisão pessoal da renda reflete o grau de concentração de rendimentos entre os residentes de uma localidade (Gremaud *et al.*, 2007).

A renda *per capita* (RPC) pode ser definida de acordo com o IBGE (2016) como o valor correspondente aos rendimentos nominais médios por pessoa. A unidade de medida é o rendimento total em moeda nacional (R$ - real) / população. A RPC fornece expectativas que quanto maior a renda *per capita* maior a propensão das pessoas ao deslocamento no espaço urbano para atividades, qualquer fosse o tipo de transporte, e, principalmente devido ao fortalecimento da classe média brasileira (Ribeiro, 2015). Portanto, renda e rendimento podem ser usados com o mesmo significado quando a dimesão renda se referir especificamente à renda das pessoas.

A renda é um dos fatores que determinam a distribuição da habitação no espaço urbano e, consequentemente, da quantidade e distâncias das viagens que as pessoas

fazem. Silva (2011) afirma que a renda *per capita* tem o potencial de determinar as distâncias de viagens em quilômetros. A distribuição das residências das pessoas no solo urbano acontece conforme a posição na classe social determinada pelos níveis de renda. As classes altas e médias habitam os locais mais aprazíveis, seja pelas belezas naturais ou condições climáticas; nas cidades litorâneas, por exemplo, essas classes preferem as praias. Os bairros residenciais da classe média se distribuem do centro em direção às periferias e a partir daí habitam as classes mais pobres, em residências denominadas subnormais. São favelas localizadas em morros, encostas ou alagados, em locais de difícil acesso e ameaçadas por enxurradas que provocam desmoronamentos e perdas materiais e humanas.

De acordo com Souza (2008), a segregação residencial resulta das características sócio-econômicas de um país. Ao estudar os motivos de segregação relacionado à etnicidade no Brasil, onde a motivação da segregação espacial tem como principal determinante o poder aquisitivo determinado pela renda, concluiu que os mais pobres habitam favelas, cortiços, periferias, enquanto as classes com maior poder aquisitivo ocupam as localidades centrais ou de melhor infraestrutura.

A renda determina a mobilidade no espaço urbano e tem o potencial de estruturar a rede urbana. Principal diferenciadora da configuração dos espaços urbanos na ótica sócioeconômica, a renda provoca segregação sócio espacial a partir dos diferentes níveis e concentrações (Souza, 2008). A renda de um domicílio determina a quantidade, frequência e modo das viagens feitas pelos residentes do referido domicílio (Bruton, 1979).

Dargay (2001) estudou os efeitos de renda sobre a propriedade de veículo particular e observou que o aumento da renda tem por efeito o aumento na propriedade de veículo particular, no entanto, a redução da renda não implica em redução dessa propriedade na mesma proporção do aumento. Este fenômeno foi definido como histerese - quando a variação na variável dependente é assimétrica quanto ao aumento ou redução da variável independente-; uma redução da renda tem por resultado uma redução percentualmente menor da propriedade de veículo particular que o aumento dessa propriedade quando há o aumento da renda. Logo, mesmo que a renda reduza as pessoas tendem à ter propriedade e posse do automóvel.

Silva (2012) aponta a renda *per capita* como fator explicativo dos movimentos pendulares migratórios. Nas cidades brasileiras, de acordo com Costanzi e Ansiliero (2013), os deslocamentos das pessoas mais pobres para as atividades de trabalho são

incentivados por subsídios (vale transporte) esses são importantes para manter usuários no sistema de transporte público coletivo. Ressaltam que, devido às limitações de renda, não fosse a existência desse subsídio, o aumento de tarifas poderia, teoricamente, conduzir à exclusão de usuários do sistema. Se a redução da renda pode levar à redução de usuários no sistema de transporte público coletivo, o aumento da renda *per capita* da população conduz a uma tendência de aumento da quantidade desses usuários (Carvalho e Pereira, 2011).

Outro efeito do aumento do nível de renda refere-se às influencias à opção modal. As frotas de veículos particulares aumentam devido à ampliação do poder aquisitivo das pessoas, do transporte público deficiente e do incentivo do governo federal ao automóvel (Vasconcelos *et al*, 2011). O aumento da renda possibilita a substituição do transporte coletivo pelo particular (Gomide, 2003). Além disso, as pessoas que buscam emprego e renda formam a população econômica ativa (PEA), definida como o conjunto de pessoas entre 10 e 65 anos de idade ocupadas em atividade laborativa ou desocupadas em busca de emprego (Gremaud *et al.*, 2007, IBGE, 2016). Essas pessoas criam viagens para as atividades cotidianas de trabalho, na busca de renda, havendo assim a associação de variáveis do sistema de transportes e da demográfica à renda.

Portanto, a renda *percapita* tem o potencial de ser utilizada na modelagem para explicação da mobilidade urbana.

2.3 Sistema de Transportes

Hoel, Garber e Sadek (2011) definem o sistema de transporte como um conjunto de componentes interrelacionados que desempenham várias funções para alcance de um objetivo comum que é o transporte e cujo comportamento depende de como suas partes estão relacionadas entre si: infraestrutura, veículos, equipamentos, sistema de controle, comunicação e localização.

O sistema de transportes tem por influência as características urbanísticas das cidades e simultâneamente influencia a formação dessas características. Nos períodos em que as vias e meios de transporte eram rudimentares as cidades se apresentavam pequenas, compactas e de elevada densidade demográfica. A ampliação do sistema de transporte coletivo permitiu que as cidades crescessem ao longo de suas vias e, com o surgimento do automóvel as pessoas passaram a residir nos espaços vazios e longínquos das cidades (Ferrari, 1982). Por efeito aumentam-se os gastos com manutenção da

infraestrutura viária (Marins e Roméro, 2013). Portanto, o sistema de transporte determina a configuração espacial (forma urbana) das cidades.

A infraestrutura de um sistema de transportes pode ser definida como as partes fixas do sistema, por exemplo, vias, terminais e estações. As vias urbanas são classificadas principalmente como arteriais e coletoras. Essas classificações podem ser subdivididas em arterial principal, arterial secundária, coletora principal, coletora secundária, estradas locais e ruas. As vias arteriais principais atendem aos principais centros e maiores volumes de tráfego, enquanto as vias arteriais secundárias geralmente são localizadas nos bairros e interligam-se às vias arteriais principais. As vias coletoras têm a característica de coletar o tráfego das ruas locais e o transportam para o sistema arterial. As ruas locais fornecem acesso às vizinhanças e às ruas coletoras (Hoel *et al.*, 2011).

As principais vias da rede viária urbana quanto à capacidade de trânsito e de nível de serviço previsto são as vias livres - caracterizadas por velocidade elevada e baixa intensidade de trânsito -, as vias expressas - de menor velocidade e maior intensidade de trânsito -, as vias arteriais principais - de velocidade baixa e de maior intensidade de trânsito que as demais vias -, e, as vias arteriais secundárias - caracterizadas como coletoras ou de distribuição do trânsito, de acesso e vias de pedestres e ciclovias (Ferrari, 1982).

Os principais atributos do sistema de transportes são a confiabilidade, conforto e segurança - denominados atributos leves -, a duração da caminhada origem-destino, tempos de espera, embarque-desembarque e viagem, custo de viagem e tempo de transferências - denominados atributos primários -, e as informações aos usuários e a acessibilidade física, denominados atributos secundários (Santos, 2010).

Para que o sistema de transportes tenha nível de serviço satisfatório aos usuários, é importante que seja previamente planejado de acordo com as características do espaço urbano, da demografia e das frotas que circulam em suas vias. A frota de veículos é uma variável que influencia o sistema de transporte (Réquia, 2013). De acordo com o Código de Trânsito Brasileiro, os veículos rodoviários para transporte de pessoas são classificados conforme Tabela 2.3.

Tabela 2.3: Veículos motorizados rodoviários para transporte de pessoas

Tipo de Veículo	*Descrição do Veículo*
Automóveis	Veículo automotor destinado ao transporte de passageiros, com capacidade para até oito pessoas, exclusive o condutor.
Caminhonete	Veículo destinado ao transporte de carga com peso bruto total de até três mil e quinhentos quilogramas.
Camioneta	Veículo misto destinado ao transporte de passageiros e carga no mesmo compartimento.
Motocicleta	Veículo automotor de duas rodas, com ou sem *side-car*, dirigido por condutor em posição montada.
Motoneta	Veículo automotor de duas rodas, dirigido por condutor em posição sentada.
Micro-ônibus	Veículo automotor de transporte coletivo com capacidade para até vinte passageiros.
Ônibus	Veículo automotor de transporte coletivo com capacidade para mais de vinte passageiros.
Utilitários	Veículo misto caracterizado pela versatilidade do seu uso, inclusive fora de estrada.

Fonte: CCIVIL (2014)

O planejamento dos transportes tem por fundamento um processo que prevê a demanda futura por viagens, a avaliação do sistema, as tecnologias e os serviços alternativos. Além disso, considera a distribuição espacial e temporal da demanda de passageiros por impactar diretamente no número de passageiros que podem ser transportados. O método de previsão mais simples para o planejamento de demanda de viagens no curto prazo tem por lógica assumir uma taxa constante de crescimento do tráfego, enquanto, um método mais complexo visa desenvolver um conjunto de modelos matemáticos que incorporem variáveis como, por exemplo: o uso do solo, motivo da viagem, hora do dia, tempo e custo da viagem e as características socioeconômicas dos viajantes (Hoel *et al*, 2011).

O sistema de transportes brasileiro foi caracterizado nas últimas décadas pelo aumento e circulação da frota de motocicletas e similares. De acordo com dados do DENATRAN (2016) entre 2002 e 2016 as frotas brasileiras de transportes coletivos (ônibus e microônibus) cresceram 118%, as frotas transportes individuais (automóveis, caminhonetes e camionetas) cresceram 130% e as frotas de motocicletas e motonetas cresceram 337%.

Portanto, esses dados indicam que a opção modal pela motocicletização cresceu em níveis superiores aos transportes coletivo e individual, sugerindo que qualquer seja o motivo - circulação, infraestrutura, intensidade do trânsito, insatisfação com os atributos do sistema de transportes, crescimento da demanda, etc... – a motocicletização é um elemento que deve ser melhor entendido no processo de formação da mobilidade urbana. Uma segregação da taxa de motorização para distinguir os efeitos do transporte individual e da motocicletização visando entender a participação de motocicletas e

similares na redução de viagens por transporte sustentável tem o potencial de inovação na modelagem da mobilidade urbana.

2.4 Formação das Cidades às cidades médias brasileiras

A partir da Revolução Industrial, as sociedades passaram por intensa transformação da lógica do consumo, das relações de trabalho e dos métodos de produção. A simplificação dos processos de produção com o emprego de máquinas impôs a mudança do sistema de produção artesanal para o sistema fabril, com impactos sobre a mão-de-obra: o artesão se tornou empregado e o trabalho doméstico cedeu espaço para o trabalho nas fábricas. Nesse processo de industrialização, os trabalhadores oriundos das atividades agrícolas foram induzidos a habitarem as cidades (Campos e Miranda, 2005).

Os transportes, impulsionados pelas transformações sobre as formas de deslocamento de pessoas e cargas, exerceram significativa influência no crescimento das cidades durante a Revolução Industrial (Hobsbawm, 2003). A construção de estradas na Inglaterra e França no século XVIII e posteriormente no restante da Europa revolucionou os transportes. A máquina a vapor substituiu a tração animal e a partir de 1820 começaram a surgir estradas de ferro (Campos F.; Miranda R.G., 2005). Nas últimas décadas do século XIX surgiu o Bonde: a primeira forma de transporte coletivo específico para os trabalhadores das cidades. Em 1871 este meio de transporte ainda não existia, mas trinta anos depois o setor empregava 18 mil pessoas (Hobsbawm, 2003).

Nos Estados Unidos, o protagonista das transformações operadas na estrutura de produção foram as empresas, auxiliadas pelos processos de transformações promovidos pela rede ferroviária que abrangia a quase totalidade das imensas regiões daquele país (Cury, 2006). As empresas e os transportes foram elementos centrais nos processos de formação das cidades. Enquanto a criação de empresas permitia a geração de trabalho, renda e consumo, os transportes permitiam o abastecimento das necessidades dos negócios e das pessoas. A consequência foi a aglomeração de pessoas em espaços que passaram por um processo de urbanização.

No Brasil, a Revolução industrial também influenciou o processo de formação das cidades, embora com defasagem de tempo. Desde o período colonial as estradas e os transportes exerceram considerável influência na formação do país, embora suas técnicas de construção fossem rudimentares e a trafegabilidade precária. A realidade transformou-se com as primeiras estradas transitáveis localizadas na cidade do Rio de

Janeiro, após a chegada da família real. Nesse período a indústria de transportes era representada pelas tropas que visavam o comércio. Essas tropas fizeram surgir um comércio local ao longo das estradas à medida que se estabeleciam ranchos que serviam de abrigo e fornecimento de suprimentos para apoiá-las. No entanto, a partir do século XIX a tendência de formação de um sistema interno de estradas foi posta de lado devido à introdução da navegação a vapor, tornando a via de cabotagem o pilar dos transportes no Brasil (Prado, 2014).

Associada às transformações no setor de transporte, a industrialização ainda em suas primeiras fases no Brasil e com seu fundamento capitalista, fez surgir um importante elemento de urbanização que reproduz a estrutura funcional das fábricas na formação das cidades: As vilas operárias. Essas Vilas surgiram na última metade do século XIX como um conjunto de moradias construídas ou compradas prontas pelas indústrias para uso de seus empregados, por meio de aluguel ou comodato e localizadas próximas às fábricas (Blaye, 1981).

A crise econômica de 1929 e a segunda guerra mundial foram dois fatos históricos que influenciaram o processo de industrialização e seus efeitos sobre o espaço urbano. A partir da crise de 1929 houve no país um processo de concentração industrial em nível regional. Este processo teve origem no padrão de acumulação do capital direcionado em favor da indústria. A recuperação da economia no período pós crise 1929 e segunda guerra mundial foi centrada no setor industrial, cuja expansão no período reforçou o processo de concentração industrial em São Paulo, onde o segmento dos materiais destinados a transportes aumentou de 48,8 % em 1919 para 86,6% em 1959. Além de São Paulo, melhoraram seus níveis de concentração industrial os estados do Paraná, Rio de Janeiro, Bahia e as regiões Centro-Oeste e Norte, enquanto o extinto Estado da Guanabara e a região Nordeste perderam participação neste setor (Cano, 2007).

Cano (2007) aponta para as contribuições do setor de transportes a essas transformações ao afirmar que os transportes tornavam mais ágeis até meados da década de 1940, a primeira etapa da integração nacional. Constatou que ao final da década de 1920 o parque ferroviário nacional contava com rede de 32 mil quilômetros de extensão, equivalente a 89% do existente após a segunda Guerra Mundial. Em um processo contínuo de crescimento essa rede alcançou 34,2 mil quilômetros em 1939 e dez anos após (1949) a rede já contava com 36 mil quilômetros, reduzindo seu crescimento e alcançando no início da década de 1960, 36,6 mil quilômetros. A partir da década de

1970 começou seu processo de desconstrução, regredindo à extensão de 1929. Ferrovias e Navegação de Cabotagem foram até 1940, o principal meio de transporte de carga do país. No entanto, estes modos transportes cederam espaço ao transporte rodoviário, que ampliou a rede de estradas em 72% entre 1937-1949, tendo sido construída em 1950 a rodovia São Paulo - Rio, que se tornaria um dos principais eixos rodoviários de circulação de produtos industrializados do país.

A construção de núcleos de moradia junto aos espaços produtivos foi uma prática empresarial historicamente observada tanto nos países de industrialização pioneira quanto nos países de industrialização tardia, como é o caso brasileiro. Muitas cidades interioranas brasileiras e bairros surgiram por consequencia desses núcleos (Piquet, 1998).

A partir da década de 1940 e 1950 o segmento siderúrgico foi impulsionado. As principais indústrias instaladas no período foram: Companhia Siderúrgica Nacional - em 1946 - na cidade Volta Redonda, no Estado do Rio de Janeiro, (Barros, 2015), Acesita - em 1944 - na cidade Timóteo, no Estado de Minas Gerais (Braga, 1996), Aço Villares S/A - 1944 - na cidade São Caetano do Sul, no Estado de São Paulo, V & M Tubes - em 1952 - na cidade Belo Horizonte, no estado de Minas Gerais, COSIPA - em 1953 - na cidade de Cubatão, no Estado de São Paulo e USIMINAS - em 1956 - na cidade de Ipatinga; sendo que COSIPA e USIMINAS entraram em operação no ano de 1963 (Poso, 2007, 131).

Por decorrência da industrialização as cidades passaram por um processo de urbanização com espraiamento espontâneo de suas áreas. Entre 1950 e 1970 as cidades receberam por migração 64% da população rural (Klink, 2010). As consequências foram ineficiências funcionais, especialmente aquelas relacionadas a transporte, trânsito e saneamento (Marins e Roméro, 2013). Embora as cidades crescessem sem planejamentos que maximizassem o potencial de todos dos tipos de transportes de modo integrado, a construção de rodovias e as transformações do sistema de transportes correlacionava-se diretamente com a ocupação dos territórios, criando efeitos sobre a urbanização.

Além disso, a industrialização teve também por efeito o aumento da desigualdade social. O modelo brasileiro de desenvolvimento na década de 1970 produziu uma intensa urbanização no país (Ribeiro, 2000). Essa desigualdade pode ser retratada com o aumento de periferias sem infraestrutura e processos de favelização ocorridos naquele período. De acordo com Cano (2006), 95% (noventa e cinco por

cento) dos assalariados na década de 1960 recebiam três salários mínimos e bens de consumo e serviços como rádios, televisão, sapatos, cinema, teatro, educação média e superior eram considerados bens de difícil acesso.

O planejamento dos transportes privilegiou o modo rodoviário e, principalmente, o uso do automóvel. O modelo de mobilidade brasileira, introduzido nos anos 1950 e estimulado ao longo de 20 anos do período militar, foi projetado sob o amparo do individualismo do *american way of life*, que dá centralidade ao automóvel (Vera e Waisman, 2004).

A prioridade do veículo particular de transporte de passageiros é evidente no Brasil. Mesmo o transporte coletivo intra-urbano, cuja clientela principal são os mais pobres, se baseia exclusivamente no ônibus, fazendo desaparecer os antigos *bondes* das cidades brasileiras (Souza, 2008).

A circulação no espaço urbano das cidades brasileiras foi concebida para um modelo neoliberal que privilegiou (e ainda privilegia) o uso de veículos motorizados por pessoas e cargas, simultaneamente ao estabelecimento de uma política nacional de precarização do transporte público urbano, basicamente de natureza privada (Duarte e Santos, 2012). As condições de conforto dos ônibus brasileiro sempre foram precárias. Isso esteve relacionado ao padrão construtivo dos veículos e ao nível de vibração e ruído por eles produzidos, assim como os assentos para a acomodação das pessoas (Vasconcellos, 2014).

A opção pela priorização do automóvel no sistema de transporte tem por efeito o contínuo crescimento das frotas de veículos particulares motorizados. Este crescimento influencia a mobilidade, o ambiente em que as pessoas vivem (Carvalho, 2011a; Melo *et al.*, 2010; Higgins *et al.*, 2007; Pollet *et al.*, 2012) e tem por consequência externalidades negativas no Brasil e em cidades do exterior, como exemplo: excesso de veículos particulares nas vias públicas, congestionamentos, maiores tempo de viagem e tempo de espera pelo transporte público, baixa qualidade do sistema de transportes de passageiros, acidentes de trânsito, dificuldades de acesso aos locais de atividades e poluição (Kezic e Durango-Cohen, 2012; Silva, 2012).

Para melhor entender o processo de motorização crescente da população das cidades médias e explicar a opção pelo uso de motocicletas devem ser consideradas as dificuldades quotidianas no deslocamento por modo motorizado, associadas à lógica de facilidades de aquisição de veículos que possibilitam menores orçamentos-tempo de viagens, autonomia nos deslocamentos e menor dependência do transporte público.

Nesse contexto de formação das cidades, as cidades médias fazem referência a um conjunto de entendimentos sustentados por critérios estatístico-demográficos e representados pela funcionalidade ou por um intervalo de população (Sobarzo, 2011), cujos principais critérios para conceituação são o tamanho populacional (quantitativo de habitantes) e a influência em relação às demais cidades.

As cidades médias brasileiras desempenham funções de centralidade regional ou subregional de elevado grau de urbanização e de uma economia fundamentada na indústria, comércio e serviços (Magnoli e Araújo, 2005). Influenciam as demais cidade ou cidades de seu entorno, sendo promotoras da expansão socioeconômica regional e, até mesmo, nacional (Nogueira, Garcia, 2007; França et al, 2011) e têm a tendência de ampliação de seus territórios por meio de novos loteamentos e por singularidade a manutenção das atividades das pessoas no centro, subcentros ou em localidades com serviços e equipamentos públicos especializados (Loboda e Miyazaki, 2012).

Todavia, Nogueira e Garcia (2007) asseguram que somente passaram a ser objeto de estudos e políticas governamentais a partir da década de 1990 por decorrência da crescente urbanização e globalização. Até então as grandes cidades (métropoles) concentravam o foco de estudos e políticas por apresentarem problemas causados pelo intenso crescimento.

De acordo com França *et al.*(2009), na hierarquia funcional da rede urbana brasileira, definida como o conjunto de cidades que relacionam-se entre si fornecendo serviços e produtos umas às outras, as cidades médias são caracterizadas como arranjos espaciais de alta complexidade e de novos papéis no território nacional relacionados a aspectos demográficos e econômicos.

O IBGE publicou no ano 2007 um relatório que mostra a hierarquia das cidades na rede urbana. O documento tem por título "Regiões de Influência das Cidades" - REGIC. Nele as cidades são estruturadas por ordem hierárquica representadas por tipologias (IBGE, 2016).

Considerando o tamanho populacional entre 100 mil e 1 milhão de habitantes associado ao relatório REGIC do IBGE, existiam 149 (cento e quarenta e nove) cidades médias em 2010 (Apêndice 7.1). No conjunto dessas cidades, quatorze são capitais de estado, no entanto, classificadas na REGIC (IBGE, 2007) em nível inferior a metrópole: Aracaju, Boa Vista, Campo Grande, Cuiabá, Florianópolis, João Pessoa, Macapá, Palmas, Porto Velho, Maceió, Natal, Rio Branco, Teresina e Vitória. Vinte e duas (22) cidades fazem parte de regiões metropolitanas (RM) ou aglomeração urbana (AU) ou

região administrativa integrada de desenvolvimento (RIDE). As cento e treze cidades restantes são interioranas. Portanto, a maior quantidade de cidades médias são localizadas no interior dos estados.

Sessenta e quatro cidades são localizadas na região Sudeste, vinte e nove na região Nordeste, vinte e nove na região Sul, dezesseis na região Norte e onze na região Centro-Oeste do país (IBGE, 2016). Esses dados indicam que a região Sudeste tem maior quantidade de cidades médias.

Cento e uma tinham no ano 2010 população entre 100 mil e 250 mil, trinta e três entre 250.001 e 500 mil habitantes, onze entre 500.001 e 750 mil habitantes e a população de quatro estava entre 750.001 e 1 milhão de habitantes (IBGE, 2016). A maior incidência de cidades médias tem população entre 100 mil e 250 mil habitantes.

Dados do censo 2010 apontam que em média 29% de suas populações faziam viagens intramunicipais por motivo de escola e 44% por motivo de trabalho e a População Economicamente Ativa urbana equivalia a 51% da população total, apontando para uma significativa demanda de viagens de suas populações na área urbana (IBGE, 2016, censo 2010). De acordo com dados do IBGE (2016), essa população aumentou no período 1991-2010 em todas as cidades médias entre 100 mil e 1 milhão de habitantes em percentuais superiores ao aumento da população urbana, com destaque para Chapecó (70%), Cametá (78%), Itapipoca (79%), Balneário Camboriú (94%), Macapá (99%), Porto Seguro (176%), Parauapebas (226%) e Palmas (357%). Portanto, a população economicamente ativa (PEA) é uma variável a ser considerada na modelagem sobre a mobilidade urbana por sua importante participação na criação de viagens.

Entre 1980 e 2010 as cidades médias cresceram em seu tamanho populacional. Em 1980 nenhuma das 149 cidades apresentava população maior que 500 mil habitantes e somente quinze tinham população acima de 250 mil: Jundiaí, Sorocaba, São José dos Campos, Feira de Santana, Campo Grande, Aracaju, Londrina, Juiz de Fora, Ribeirão Preto, João Pessoa, Campos dos Goytacazes, Teresina, Maceió, Santos e Natal. Setenta e uma cidades tinham população menor que 100 mil habitantes (IBGE, 2016).

Embora o processo de urbanização tenha sido comum a todas as cidades, o aumento populacional não foi semelhante. Os percentuais de acréscimo sobre suas populações no período entre 1980-2010 variaram entre 1% (Umuarama-PR) e 6.843% (Palmas-TO) (IBGE, 2010). Cano (2007) destaca que o Brasil teve crescimento urbano associado à industrialização e modernização rural, alcançando no ano 2.000 taxa de

urbanização de 81,2%, mas destaca a variação entre regiões, por exemplo, enquanto no Sudeste a taxa foi de 90% na Nordeste a taxa foi de 69%.

A comparação entre os censos 1980-2010 (Apêndice 7.1) revela um crescimento de tamanho populacional para todas as cidades. Trinta e três cidades do conjunto de 149 tiveram crescimento populacional entre 1% e 49%, sessenta e cinco cidades tiveram aumento entre 50% e 99%. Quarenta e oito cidades tiveram aumento populacional acima de 100%, com destaque para: Macaé (212%), Porto Velho (219%), Barreiras (231%), Cabo Frio (235%), Macapá (258%), Balneário Camboriú (395%), Boa Vista (450%), Marabá (519%), Porto Seguro (680%), Sinop (824%), Parauapebas (1.695%) e Palmas (8.843%) Destaca-se que mais de 63% das cidades da região Centro-Oeste, 50% da região Sudeste e Norte e 31% das regiões Nordeste e Sul dobram seu tamanho populacional (IBGE, 2016).

Em 2010 oitenta cidades médias eram formadas por mais de 95% da população habitando a área urbana, cinquenta e seis tinham população urbana entre 80% e 94%, doze cidades tinham entre 58% e 78% vivendo no perímetro urbana, e, somente Cametá tinha tamanho da população urbana menor que a população rural, com 43,7% da população total residindo no espaço urbano.

A comparação com os dados do censo 1980 indicam que o aumento populacional na área urbana foi intenso. Em 1980 vinte e sete cidades tinham mais de 95% da população residindo na área urbana, setenta e uma registravam entre 80% e 94% a população urbana, trinta e oito entre 50% e 79%, sete abaixo de 50% habitando a área urbana e cinco não registravam população urbana: Açailandia, Eunápolis. Palmas, Parauapebas e Teixeira de Freitas (IBGE, 2016).

Quanto à relação transporte e planejamento urbano, as práticas de planejamento da expansão habitacional nas cidades médias brasileiras não atrelam o adensamento populacional em novas áreas com o dimensionamento do sistema de transporte. Por exemplo, Moura (2014) analisou a implantação do projeto do governo federal Minha Casa Minha Vida, na região metropolitana de Natal e constatou que sua implantação promove a expansão descontínua da mancha urbana, aumentando as distâncias e os gastos para investimentos de implantação de serviços públicos, sendo a infraestrutura de transportes precária. Vasconcellos (2014) afirma que há descontrole quanto à implantação de projetos habitacionais nas cidades, apesar de serem polos geradores de viagens que impactam o sistema viário.

Quanto à renda da população das pessoas residentes nas cidades médias, há um elevado número de cidades com maior proporção de pessoas obtendo baixos níveis de renda, mesmo entre as cidades médias, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, com mais de 75,8% da PEA com até 2 salários mínimos. O valor do rendimento nominal médio mensal domiciliar *per capita*, das pessoas de 10 anos ou mais de idade, excluídos rendimentos de pensionistas e empregados domésticos entre as 149 cidades médias da pesquisa tinham amplitude entre R$ 257.80 (Cametá, no Pará) e R$ 1.981,40 (Vitória, Capital do Estado do Espírito Santo).

Dados do Denatran (2016) apontam que cidades que formam os decis de renda *per capita* mais baixam no conjunto das cidades médias de estudo, também figuram entre aquelas de maior aumento de frota de veículos particulares - automóvel, caminhonete e camioneta - no período entre 2010-2014. Embora pareça uma incongruência, esses dados podem sugerir que a desigualdade social é um elemento determinante na escolha modal das pessoas.

O aumento das frotas de veículos superior ao aumento da população residente nas cidades médias brasileiras podem ser exemplificados no período compreendido entre os anos 2010 e 2013 pela cidade de Mossoró, no estado do Rio Grande do Norte, na região Norte do país, onde a frota cresceu no período vinte e três por cento acima do aumento populacional, na cidade de Anápolis, no estado de Goiás, na região Centro-Oeste o crescimento foi de 23,1%, na cidade de Paulista, no estado de Pernambuco, na região Nordeste do país o crescimento foi de 25% acima do crescimento da população .

Todavia, nas últimas décadas aumento não foi somente na frota de automóvel. Dados do DENATRAN (2016) revelam que as frotas de motocicletas também cresceram. No ano 2002 a relação entre o tamanho da população dessas cidades e suas respectivas frotas de motocicletas tinha amplitude entre 8,98 e 194,89 pessoas por motocicleta.. No ano 2014 essa relação reduziu a amplitude de 4,05 a 21,12 pessoas por motocicleta, indicando aumento maior da frota desse tipo de veículos que o aumento do tamanho da populacional e a redução das diferenças entre as cidades quanto à taxa de motocicletização (amplitude de 185,91 para 17,07).

2.5 Modelo: Definições, Estrutura e Tipos

Os modelos podem ser definidos como uma simplificação de uma realidade por intermédio da abstração ou quantificação, permitindo ao usuário conhecer o objeto de estudo. Uma de suas características concerne ao fato de ser sempre incompleto por não

considerar todos os detalhes do fenômeno estudado (Stevenson, 1986). Todavia, ao formalizar as relações funcionais entre as variáveis que explicam o problema estudado, tem a capacidade de revelar as especificidades do respectivo fenômeno pelo uso da formulação matemática abstrata, possibilitando ao pesquisador interpretar e apreender significados próprios das variáveis interrelacionadas (Bassanezi, 2010).

Além disso, embora seja uma importante ferramenta para previsão de fenômenos no futuro, os modelos têm como principal resultado pretendido as informações para tomadas de decisão quanto a objetivos específicos (Morettin e Toloi, 2006). Portanto, ainda que possam ser usados para antecipar resultados futuros do objeto estudado, podem servir também aos propósitos dessa pesquisa de explicação da mobilidade urbana de modo pretérito. Para alcançar esse propósito e considerando que as variáveis DURT podem ser quantitativas ou qualitativas, e, incluem variáveis de natureza sócio-econômico, por conseguinte, há a necessidade de revisão de conceitos e definições de três tipos de modelos: o matemático, o estatístico e o econométrico.

O modelo matemático pode ser definido como um conjunto de símbolos e relações matemáticas que servem para representar um fenômeno ou objeto (Bassanezi, 2010) e tem como estrutura elementar as equações ou fórmulas matemáticas (Hughes-Hallet *et al*. (2005). Essas equações criadas na modelagem tem por definição uma igualdade entre duas expressões matemáticas, e, quando têm a capacidade de expressar um fato geral, regra ou princípio são deficidas como fórmula (Spiegel, 1978).

Além dos fundamentos da matemática esse tipo de modelagem pode associar conhecimentos da disciplina estatística, que reciprocamente usa a modelagem como um dos mais importantes instrumentos para previsão de fenômenos (Stevenson, 1986). Assim, por decorrência do uso da estatística nos modelos matemáticos, surgem os modelos estatísticos, que de acordo com Hoffmann (2001) podem ser definidos como o tipo de modelo que emprega técnicas de análise de regressão e de correlação de modo combinado para compreender como as variáveis estão relacionadas entre si.

A relação entre duas variáveis tem por representação uma equação estruturada por parâmetros ou coeficientes e o valor ou quantidade das variáveis dependente e independentes. A variável dependente representa o problema ou fenômeno que se quer prever ou estudar, enquanto a variável independente serve para explicar quantitativamente a variável dependente, por intermédio do respectivo produto resultante da multiplicação pelos coeficientes calculados pelo método dos mínimos quadrados (a ser revisado mais adiante). A equação, portanto, descreve um estado do

fenômeno estudado (representado pelo valor da variável dependente) que ocorre em decorrência das condições das variáveis independentes (fatores que influenciam o fenômeno).

No âmbito dos modelos estatísticos são encontrados os tipos estocástico ou correlação. Estocásticos são aqueles cuja ocorrência de um fenômeno tem a probabilidade de causar outro fenômeno, enquanto modelos correlação são aqueles em que há uma associação possível de ser medida estatisticamente entre fenômenos, mas não há uma relação causa-efeito facilmente perceptível (Ferrari, 1982). Essa associação entre fenômenos utiliza a regressão ou ajustamento da curva (ou reta) para estimar a correlação entre variáveis (Dancey e Reudy; 2006), tendo como resultado da regressão uma equação matemática capaz de descrever o relacionamento entre as variáveis e estimar ou predizer valores futuros da variável dependente, se conhecidos os valores da variável independente (Stevenson, 1986).

Na regressão, a principal medida de precisão do poder preditivo de um conjunto de variáveis são os resíduos, pois visam evitar vieses nas estimativas. De acordo com Bassanezi (2010), Hoel *et al* (2011) e Gilat; Subramaniam (2008), os resíduos são definidos como a diferença entre cada ponto pertencente ao conjunto de dados e o valor da função aproximada e são utilizados para calcular o erro total em todos os pontos da reta, sendo também conhecidos como *erro*, incluído na modelagem para mostrar a diferença entre um valor observado da variável (valor real) e o valor da variável na reta regressão (estimado).

O erro é um componente aleatório da estrutura do modelo representado por $\varepsilon_{,i}$ que satisfaz todos os pressupostos básicos do modelo de regressão linear, (Kmenta, 1988). Hill *et al* (2010) e explica que a análise de regressão tem dois fundamentos estatísticos que determinam as variações na variável dependente; um de natureza sistemática e outro de natureza aleatória. O primeiro refere-se à média da variável dependente, que não é aleatória por tratar-se de uma esperança matemática. O segundo é a diferença entre a variável dependente e seu valor médio: o erro aleatório.

Esse erro pode ser considerado estatisticamente significativo quando representar as características de uma população e não se referir a um erro amostral. Dependendo do tamanho da amostra podem ser usados dois testes distintos para verificar a significância a partir de um intervalo de confiança: para uma amostra grande pode-se usar o *erro padrão de estimativa*, e para amostras pequenas pode-se usar o *teste t de student* (Hoel *et al*, 2011).

Os testes de significância têm por objetivo decidir se determinada afirmação sobre um parâmetro populacional é verdadeira. O teste possibilita analisar se a diferença entre o valor alegado de um parâmetro populacional e o valor de uma estatística amostral pode ser razoavelmente atribuída à variabilidade amostral ou se a discrepância é demasiado grande para ser vista assim. Outros testes de significância são o "*r de Pearson*" definido como um coeficiente de correlação que aponta o grau de relacionamento entre duas variáveis contínuas, e o "*r de Spearman*" que emprega técnica não-paramétrica para medir a correlação entre variáveis qualitativas por postos (nominais ou categóricas) (Stevenson, 1986).

Vale ressaltar que embora a regressão linear permita correlacionar variáveis entre si, os fenômenos podem ser explicados ou criados por mais de uma variável independente. Quando isso ocorre utiliza-se a regressão múltipla, classificada na tipologia das Análises Multivariadas de Dados, definida como qualquer tipo de análise simultânea de mais de duas variáveis (Corrar *et al*., 2007).

Na área da engenharia de transportes, a análise a partir desse tipo de regressão tem uso bastante amplo pela capacidade de quantificar a influência de dois ou mais fatores independentes agindo simultâneamente sobre a variável dependente, sendo exemplos a estimação da geração futura de viagens, a modelagem da posse de automóveis, etc (Pfeiffer e Strambi, 2005).

A regressão múltipla calcula os valores dos parâmetros (coeficientes) das variáveis contidas nas equações (Gilat; Subramaniam, 2008) e utiliza-os para indicar a participação de cada variável independente sobre a formação da variável dependente, sendo sua utilidade descrever a intensidade da relação linear entre duas variáveis (Hoel, 1981).

Entretanto, uma reta obtida na relação entre variáveis identificadas em um fenômeno pode apenas apontar uma tendência de crescimento (ou comportamento) e não permitir a previsões a partir da relação funcional, portanto, não podendo ser considerada um modelo matemático. Ainda que sejam feitos ajustes para criar poder preditivo para a equação que estabelece a reta, não poderá ser considerado um modelo matemático se os parâmetros não tiverem significado quanto ao comportamento do fenômeno (Bassanezi, 2010).

Além dos testes estatítisticos padrões, a Regressão Múltipla deve atender aos pressupostos de linearidade dos coeficientes, normalidade dos resíduos,

homoscedasticidade dos resíduos, ausência de autocorrelação serial dos resíduos e multicolinearidade entre as variáveis independentes (Corrar *et al*., 2007).

A linearidade é uma suposição implícita em todas as técnicas de análise multivariada e refere-se ao fato de que as correlações representam somente a associação linear entre variáveis, desconsiderando relações não lineares e, consequentemente, subestimando a real relação entre as variáveis. Identificadas variáveis de relação não-linear o pesquisador pode proceder à transformação da variável em linear (Hair *et al*, 2005).

O conjunto dos resíduos de todo o intervalo das observações deve ter distribuição normal, apontando para normalidade dos casos amostrados em toda extensão da população. Embora esse pressuposto não seja importante para estimação dos coeficientes obtidos pelo método dos mínimos quadrados, é fundamental para a definição dos intervalos de confiança e dos testes de significância (Corrar *et al*., 2007).

A normalidade multivariada considera que o efeito conjunto de duas variáveis pode ser distribuido normalmente (Hair *et al*, 2005). Quanto aos testes estatísticos para verificação desse pressuposto - de normalidade - pode ser verificado por meio dos testes Kolmogorv-Sminorv (KS), Shapiro-Wilk e Jarque-Bera. Esses testes verificam duas hipóteses: H_0 que considera a distribuição da série normal e H_1 que considera a distribuição sem normalidade (Corrar *et al*., 2007); o teste KS tem por resultado a significância *(Sig),* que deve ser comparada a α (nível de probabilidade aceitável para que um efeito da amostra seja estatisticamente significativo) (Feild, 2009).

Geralmente o valor estabelecido para α é 5% ou 1%; se $Sig < \alpha$ a hipótese nula H_0 (distribuição da série normal) deve ser rejeitada, consequentemente, esse resultado do teste indica a violação do pressuposto de normalidade (Corrar *et al*., 2007). Um resultado $Sig < 0{,}05$ indica um desvio de normalidade (Field, 2009)

A homocedasticidade e a heterocedasticidade são propriedades inversas e mutuamente excludentes possíveis de serem captadas nos modelos estatísticos. A heterocedasticidade tem por efeito diferenças no comportamento entre grupos analisados. Estatisticamente esses comportamentos são verificados quando a variância entre grupos não são as mesmas. Neste caso a variável aleatória e o erro aleatório são heterocedásticos. Quando as variâncias são as mesmas, a relação entre a variável aleatória e o erro aleatório são homocedásticos, característica da homocedasticidade (Hill *et al*, 2010).

Quanto aos testes estatísticos para a verificação do pressuposto de homoscedasticidade, são exemplo: *Pesarán-Pesarán*, *Quant-Goldfeld*, *Glejser*, *Park* e *White Heterosledasticity*. Permitem verificar se a variância dos resíduos mantém-se constante em todo o espectro das variáveis independentes. A hipótese nula a ser comprovada para atendimento do pressuposto da homocedasticidade é que os resíduos são homocedasticos. Se os testes apontarem para significância < 0,01 a hipótese nula não é comprovada, apontando para a heterocedasticidade, o que significa que os resíduos são heterocedasticos e que o pressuposto da homocedasticidade mostra-se violado (Corrar *et al*., 2007).

A autocorrelação serial de resíduos pode ser definida como o efeito nulo de uma observação sobre as observações seguintes, não indicando efeitos causais entre os resíduos e a variável observada. A variável dependente sofre somente influência das variáveis explicativas, sendo a correlação com os resíduos e entre os resíduos iguais a zero. A ausência de correlação serial pode ser verificada por intermédio dos testes Durbin-Watson e Breusch-Godfrey (Corrar *et al*., 2007).

A multicolinearidade pode ser definida como o efeito produzido quando duas ou mais variáveis correlacionadas explicam a variável dependente, dificultando a compreensão estatística do quanto cada variável independente explica a variável dependente. A violação desse pressuposto indica a distorção dos coeficientes angulares estimados. A multicolinearidade pode ser verificada com a aplicação do teste *Tolerance* ou do teste *Variance Inflation Factor* (VIF). Ambos os testes têm a mesma interpretação. A detecção de violação desse pressuposto ocorre quando o coeficiente obtido no teste *Tolerance* se aproxima de zero (0). Quanto mais próximo de 1 (um) o *Tolerance* indica a não-detecção de multicolinearidade (Corrar *et al.*, 2007).

Após a formulação do modelo matemático faz-se necessário a validação com a finalidade de verificar a adequação do modelo à realidade do fenômeno estudado. Os parâmetros estimados da curva de regressão (ou de ajuste) devem representar o fenômeno o mais próximo possível dos fatos reais (Bassanezi, 2010). A validação estatística da análise de regressão linear múltipla de geração de viagens pode ser realizada pelo uso de testes estatísticos de coeficientes de correlação (R), *erro padrão* de estimativa, também chamado de erro médio quadrático ou desvio padrão residual, o *valor médio* observado, a significância (ou falta de significância) do coeficiente de regressão de cada variável independente na equação indicada pelo teste "*t*", ou,

alternativamente, o teste "*F*", e, gráficos comparativos entre a reta formada por valores observados e por valores estimados (Bruton, 1979).

Assim, com sustentação na afirmação de Bassanezi e Bruton, e, ressaltando que as características heterogêneas das cidades da amostra coleta impõe uma limitação à pesquisa de modelagem e consequentemente à sua validação. Uma lógica proposta por esse pesquisador para solução do problema relativo à validação parte da lógica de usar valores médios observados e estimados, erros médios e coerência aos resultados de explicação (R^2) da função do modelo ao fenômeno real.

Além dos modelos matemáticos e estatísticos, modelos econométricos predominam em projeções na área econômica (Gujarati e Porter, 2011). Esses modelos tem por fundamento a econometria, definida como o conjunto de técnicas estatísticas que visam estimar as relações econômicas em múltiplas disciplinas, usando as teorias econômicas, dos negócios e das ciências sociais para quantificar as relações econômicas, avaliar os fenômenos e auxiliar na implantação de políticas públicas (Hill *et al.*, 2006; Wooldridge, 2010).

O modelo econométrico serve para explicar as mutações na variável dependente por intermédio da regressão entre essa variável e as variáveis independentes, que resulta em uma equação que simplifica o fenômeno estudado. Essa equação tem incluída na sua construção um erro aleatório, intrínseco ao fenômeno estudado (Hill *et al*., 2010).

Esse tipo de modelo econométrico determina quantitativamente fenômeno econômico objeto da econometria, incorporando métodos estatísticos para essa determinação (Lange, 1967). Uma forma de enunciar o modelo econométrico é proposta por Kmenta (1988), conforme equação a seguir:

$$\boldsymbol{y_i = \beta_1 + \beta_2 . X_{i2} + \beta_3 . X_{i3} + \cdots + \beta_k . X_{ik} + \varepsilon} \qquad (2.3)$$

Onde:

y_i - Variável dependente

β_1 - Constante

β - Coeficiente que determina a explicação da variável dependente pela variável independente

ε_i- Erro aleatório (perturbação estocástica)

Além das variáveis quantitativas, esse tipo de modelo oferece a possibilidade de incluir em sua estrutura variáveis qualitativa. Para isso é necessário que seja feito uma codificação numérica, por intermédio do uso de variáveis *dummy* no processo de elaboração da equação de regressão (Corrar *et al.*, 2007). A variável *dummy* - também

chamada de variável binária - pode ser definida como variáveis qualitativas observadasno fenômeno, sendo somente possívelafirmar se uma característica está presente ou não está presentena variável observada (Cunha e Coelho, 2007).

Embora essa característica não possa ser medida, pode ser quantificada, por exemplo, quanto à estrutura de formação de uma população em relação ao gênero, podem-se quantificar quantos homens e quantas mulheres compõe essa população. A codificação é do tipo "sim" ou "não", onde uma alternativa é codificada com o número 0 e a outra o número 1 (Kmenta, 1988,).

A variável *dummy* na equação da curva de regressão serve para projetar as alterações nessa curva devido à existência de variáveis qualitativas. (Madala, 2003). A *dummy* para representar variáveis independentes são usados na regressão linear simples e na regressão linear múltipla. Se na regressão simples houver apenas uma variável independente qualitativa, o parâmetro linear que representa o intercepto por intermédio de uma *dummy*, mede a variável quando a característica qualitativa determinante da variável dependente está ausente (Kmenta, 1988).

O parâmetro angular que representa a inclinação mede as diferenças das características qualitativas presente e ausente na variável independente. O valor do coeficiente angular calculado pelo método dos mínimos quadrados é igual à diferença entre o valor médio das observações onde a qualidade da variável independente está ausente e o valor médio das observações onde a qualidade da variável independente está presente. Podem ocorrer casos em que as características da variável qualitativa sejam múltiplas. A solução é usar mais de uma variável *dummy* para descrever as características (Kmenta, 1988).

Na criação de modelos é fundamental que se compreenda a natureza dos dados, como são estruturados e qual a melhor forma de utilização. Essa compreensão permite escolher as bases para a regressão, por exemplo, a combinação de dados de uma série histórica com dados para períodos específicos de tempo - observações seccionais, chamadas de corte transversal (*cross section*) - (Kmenta, 1988). O corte transversal pode ser definido como uma amostra levantada em períodos específicos por amostragem do tipo não-aleatória. Os dados dessa amostra podem ser agrupados- corte transversal agrupado - para comparação entre períodos de tempos ou serem combinados com dados de série temporal para cada conjunto de dados de corte transversal - corte transversal no formato de painel (ou longitudinal) -, que equivale a mesclar a técnica de corte transversal agrupado com séries temporais (Wooldridge, 2010).

Modelos econométricos que utilizam a técnica *cross section* no formato painel podem fornecer regressões em que os parâmetros da função diferem entre unidades analisadas, mas são constantes ao longo do tempo, podem empregar variáveis *dummy* (Hill *et al*, 2012). Um exemplo de modelo utilizando *cross section* foi o de Dargay (2001), que buscou explicar os efeitos da renda sobre a propriedade de automóvel particular, utilizando como variáveis explanatórias os gastos dos residentes, a população adulta com idade para conduzir veículos, o número de crianças por residente em período determinado, o índice de preços de carros novos e usados, o efeito gerado por grupo específico de residentes e o ciclo de vida representado por variável *dummy*.

Linear: $C_{i,t} = \alpha_i + \beta_Y Yi,t + \beta_A A_{i,t} + \beta_K K_{i,t} + \beta_P P_t + \sum_{j=1}^{6} \gamma_j L_{j,i,t'} + \emptyset C_{i,t-1}$ (2.4)

Logaritmo duplo: $LnC_{i,t} = \alpha_i + \beta_Y LnYi,t + \beta_A LnA_{i,t} + \beta_K LnK_{i,t} + \beta_P LnP_t + \sum_{j=1}^{6} \gamma_j L_{j,i,t'} + \emptyset LnC_{i,t-1}$ (2.5)

Semi-logaritmo: $C_{i,t} = \alpha_i + \beta_Y LnYi,t + \beta_A A_{i,t} + \beta_K K_{i,t} + \beta_P P_t + \sum_{j=1}^{6} \gamma_j L_{j,i,t'} + \emptyset C_{i,t-1}$ (2.6)

Onde:

$L_{1,\,i,t}$= 1 se idade$_{i,t}$< 25 e $L_{1,\,i,t}$ = 0, de outra forma,

$L_{2,\,i,t}$= 1 se 25 ≤ idade $_{i,t}$≤ 34 e $L_{2,\,i,t}$ = 0 de outra forma,

$L_{3,\,i,t}$= 1 se 35 ≤ idade $_{i,t}$≤ 44 e $L_{3,\,i,t}$ = 0 de outra forma,

$L_{4,\,i,t}$= 1 se 45 ≤ idade $_{i,t}$≤ 54 e $L_{4,\,i,t}$ = 0 de outra forma,

$L_{5,\,i,t}$= 1 se 55 ≤idade $_{i,t}$≤ 64 e $L_{5,\,i,t}$ = 0 de outra forma,

$L_{6,\,i,t}$= 1 se idade $_{i,t}$≥ 65 e $L_{6,\,i,t}$ = 0 de outra forma.

As variáveis utilizadas nesse modelo foram extraídas das dimensões demográfia e renda e foram criados três modelos econométricos para explicar os efeitos da renda sobre a propriedade de automóvel particular (equações 2.10, 2.11 e 2.12), classificados respectivamente como linear, logaritmo duplo e semi-logaritmo. Embora nessa pesquisa possam ser utilizado todas as classificações de Dargay, o tipo linear mostra-se mais simples.

2.6 Síntese Crítica do Referencial Teórico

As características heterogêneas das cidades médias brasileiras apontam para a dificuldade de formulação de modelo econométrico que seja adequado ao conjunto de todas essas cidades. Essa heterogeneidade tem por explicação os diferentes processos de urbanização na formação das cidades durante o final do século XIX, o decorrer do

século XX e as primeiras décadas do século XXI, principalmente devido às tomadas de decisões dos governantes, influenciadoras das intensidades de desenvolvimento e crescimento de cidades ou regiões, da formação dos espaços urbanos e determinação dos modos de transportes.

Na dimensão demográfica o referencial teórico apontou a população economicamente ativa como uma importante variável explicativa da mobilidade urbana, enquanto na dimensão do urbanismo, a densidade urbana foi apontada como relevante, enlacustanto, as variáveis referente à forma urbana estabelecida pelo delineamento, localização e desenho urbano, representam uma inovação na modelagem, sendo apresentada essa tipologia no Apêndice 7.4.

Quanto à dimensão renda, a revisão apontou a renda *percapita* como uma importante variável independente. No entanto, a obtenção dessa informação carece de precisão, na medida que as fontes oficiais oferecem uma diversidade de informação com denominação rendimento mensal, exigindo critérios de escolha a partir de interpretações do pesquisador. Na dimensão sistema de transportes, as taxas de motorização são importantes para entender o comportamento das pessoas quanto à opção modal, entretanto, o uso da taxa de motocicletização se destaca ao considerar-se o aumento dessa frota nas cidades brasileiras.

O uso integrado de quatro dimensões de áreas do conhecimento (Demografia, Urbanismos, Renda e Sistema de Transportes – DURT), incluindo as variáveis forma urbana e taxa de motocicletização na modelagem para explicação da mobilidade urbana representam uma inovação. Posto que os modelos pesquisados não segregam a taxa de motorização especificamente para automóveis (inclusive similares) e motocicletas (inclusive similares).

A população economicamente ativa se relaciona com a mobilidade urbana pela influência na criação de viagens realizadas por pessoas que integram essa população, enquanto a densidade urbana e a renda *per capita* se relacionam com a mobilidade urbana quanto à infraestrutura de transportes e opção modal. A forma urbana – localização e desenho urbano – se relaciona à mobilidade pela maior ou menor adequação do modo de transporte à estrutura viária de circulação e consequentemente influencia a opção modal. Em síntese, essas variáveis têm o potencial de estruturar o sistema de transportes, que caracterizado pelo maior uso do transporte coletivo será considerado mais sustentável que sistemas de menor uso. Portanto, a mobilidade urbana tende a ser mais sustentável se exercida por esse tipo de transporte (sustentável),

apontando para a necessidade de políticas públicas que incentivem a mobilidade urbana sustentável.

3 ROTEIRO METODOLÓGICO

A proposta inicial para a formulação do modelo exploratório foi o agrupamento de cidades que apresentassem características similares, agrupadas por técnicas de *cluster* e *cross section*. Entretanto, isso mostrou-se como uma limitação da pesquisa, devido a falta de dados para o conjunto das 149 cidades médias entre 100 mil e 1 milhão de habitantes no ano 2010 incluídas na rede urbana (IBGE 2016).

Essa dificuldade foi confirmada pela negativa ou falta de resposta nas pesquisas em bancos de dados virtuais, *sites* de entidades públicas e privadas, solicitação de dados diretamente às gestões públicas e questionamento sobre fontes de dados com *experts* no assunto. Quando encontrados dados sobre viagens por transporte público das cidades médias brasileiras, esses não abrangiam um período temporal satisfatório à modelagem.

A única fonte de dados encontrada e considerada satisfatória foi a Associação Nacional de Transporte Público (ANTP), que forneceu planilha com as quantidades de viagens por transporte coletivo de 2009 a 2014. Esses dados foram estruturados em formato de *cross section* em uma única coluna, partindo-se do pressuposto que as observações (cidades) não teriam sofrido significativas alterações entre esses períodos quanto às variáveis DURT.

O resultado foi uma amostra formada por cento e uma (101) cidades, todavia, com a exclusão de *outliers* a amostra foi reduzida a oitenta e nove (89) cidades.

3.1 Classificação da pesquisa

O estudo exploratório realizado trata-se de uma pesquisa quali-quantitativa que usa a modelagem matemático-estatística com o objetivo de formular modelo econométrico exploratório que visa explicar a mobilidade urbana sustentável nas cidades médias brasileiras. Embora tenha características quantitativas, a pesquisa também faz uma análise qualitativa das variáveis de forma urbana (localização e traçado urbano).

A pesquisa classifica-se como exploratória por aprofundar o conhecimento sobre o fenômeno da mobilidade urbana e explorar as relações entre as variáveis potencialmente determinantes do fenômeno. Utiliza as técnicas de investigação bibliográfica e documental para obtenção de dados. Por intermédio da pesquisa bibliográfica levantou definições, conceitos e o processo de formação das cidades médias brasileiras. Classifica-se como documental por obter informações e dados em

portais de instituições como, por exemplo, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN) e Associação Nacional de Transporte Público (ANTP). Os dados obtidos nessas instituições serviram para identificar as equações de regressão e os coeficientes da função do modelo.

3.2 Procedimentos de pesquisa

Os procedimentos gerais de pesquisa foram subdivididos em quatro etapas. a primeira refere-se ao levantamento do referencial teórico sobre urbanismo, renda, sistema de transportes, formação das cidades brasileiras, cidades médias e modelagem. esse levantamento permitiu identificar as variáveis durt mais apropriados para modelagem; a segunda à modelagem do fenômeno da mobilidade urbana por transporte sustentável para um conjunto de cidades médias brasileiras; a terceira à aplicação e análises do modelo e a quarta concerne às conclusões. A Figura 3.1 apresenta a estrutura metodológica da modelagem.

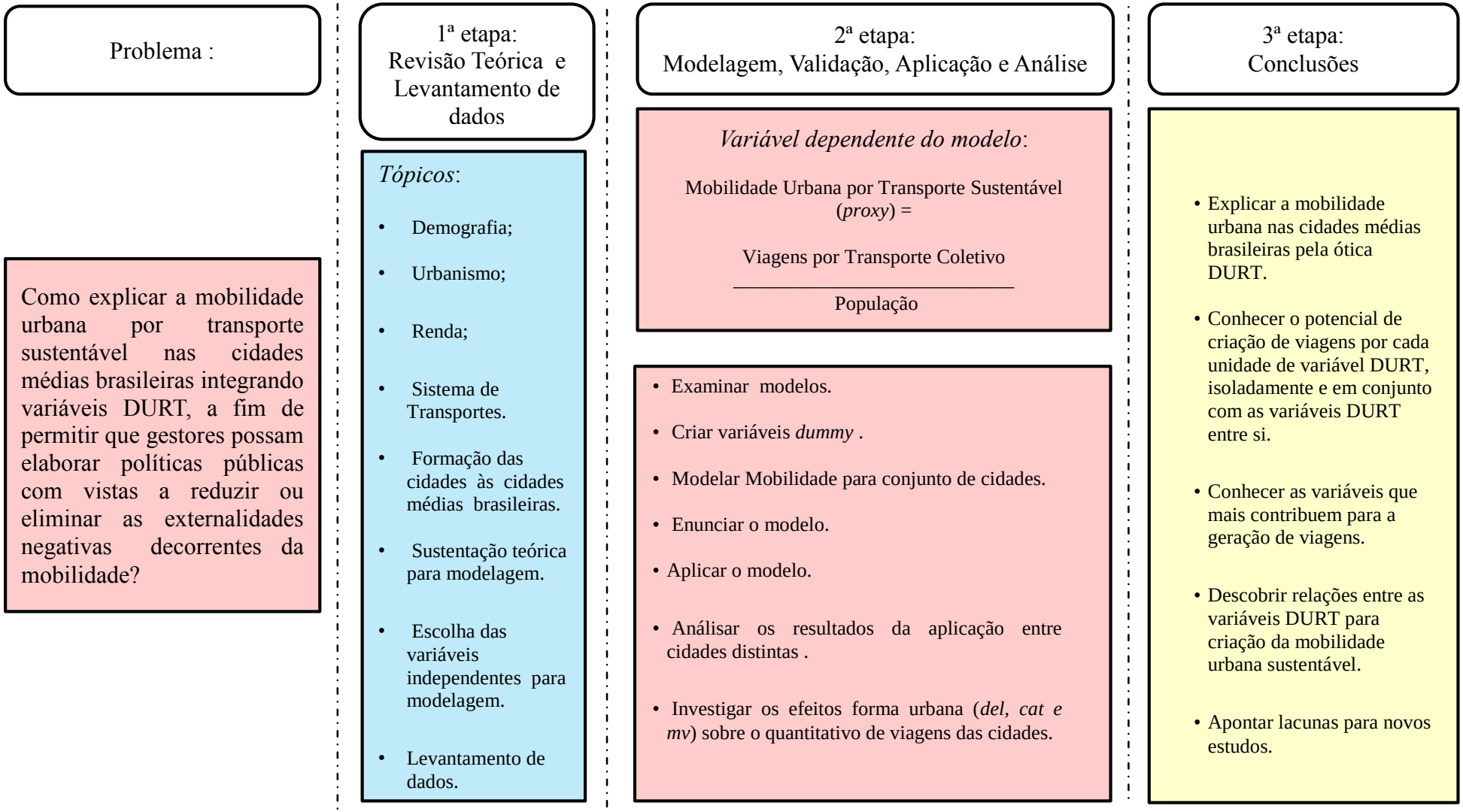


Figura 3.1: Estrutura metodológica da modelagem

A pesquisa teve por foco identificar quais os possíveis tipos de modelos para uso no estudo, sendo que o modelo matemático revelou importantes contribuições para a modelagem que visa a explicação da mobilidade. Esse modelo pôde ser classificado quanto aos objetivos, à relação casualidade-resultado e aos modos de formulação, bem como serviu para conceituar variáveis qualitativas e quantitativas, traçando a relação dessas variáveis entre si e introduzindo os conceitos de linearidade, não-linearidade, correlação e regressão.

A continuidade da pesquisa indicou o modelo econométrico, cuja base é o modelo matemático associando variáveis originadas da economia, como o ideal para a formulação do modelo desejado. Esse modelo também se mostrou adequado para uso de mais de duas varíaveis concomitantes - regressão múltipla - e indicou como pressupostos da regressão a linearidade dos coeficientes, a normalidade dos resíduos, a homoscedasticidade dos resíduos, ausência de auto-correlação serial dos resíduos e a multicolinearidade. Serviu também para identificar quais os testes estatísticos capazes de responder à questão da validade estatística da amostra quanto ao atendimento desses pressupostos.

A revisão da literatura mostrou o modelo econométrico como o mais adequado por incluir com facilidade o uso de variáveis *dummy* (ou binárias) para representar as características qualitativas pertinentes à forma urbana das cidades. Contribuiu também para dar solução ao problema da escassez de dados com o uso da técnica de corte transversal (*cross-section*).

As principais fontes desses dados relativos às variáveis de pesquisa foram obtidos diretamente nos portais do IBGE, Denatran e institutos de pesquisa cidades foram coletados por meio do *software* SOMABRASIL, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e na Associação Naciaonal de Transporte Público (ANTP). As principais fontes de coletas de dados foram as contidas na Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Fontes para coleta de dados

Variável	Fonte	Endereço
Quantidade de Viagens por passageiros por transporte público	Secretarias de Mobilidade Urbana ou de Transporte público das cidades	Diretamente nas Secretarias de Mobilidade Urbana de cada Município.
População Total	IBGE - Canais - Cidades	http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php
PEA	IBGE - Base SIDRA-Tabela 616	http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&c=616
Frota para cálculo de TMC,TMI e TML	DENATRAN-Relatórios Estatísticos - Frota	http://www.denatran.gov.br/index.php/estatistica/237-frota-veiculos
Área para cálculo da DU	SOMABRASIL - Embrapa	http://mapas.cnpm.embrapa.br/somabrasil/webgis.html

Os dados foram tabulados no *software* excel e importados para o *software Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), a partir do qual foram calculados os coeficientes da regressão e realizados os testes estatísticos. De acordo com Hair *et al.* (2005), no meio científico, disciplinas tem utilizado técnicas multivariadas em pesquisa por meio de programas estatísticos atualmente disponíveis em computadores pessoais, como é o caso do SPSS.

O cálculo da área urbana das cidades foi realizado a partir de ferramentas do portal SOMABRASIL, desenvolvido e disponibilizado pela EMBRAPA. O SOMABRASIL também foi utilizado para a determinação do diâmetro do círculo considerado no cálculo do índice de *forma F*, que foi empregado na caracterização do delineamento da cidade. O desenho urbano das cidades foi classificado de acordo com o sistema de classificação apresentada no Apêndice 7.4.

A validação dos modelos tiveram por fundamento a verificação dos pressupostos para regressão múltipla, a análises estatísticas e a aplicação em cidades para as quais foram encontrados dados.

Embora a modelagem matemática vise a previsão de fenômenos no futuro, permitindo a verificação da mutação em um sistema e simulações (Ferrari, 1982; Morettin e Toloi, 2006), a aplicação do modelo formulado visou entender a formação pretérita das viagens.

As análises de formação de viagens tiveram por fundamento a verificação da quantidade criada ou reduzida da *proxy* VTC/pop por cada variável DURT. Nessa etapa foi calculada a participação de cada variáveil DURT na criação ou redução de viangens

quando aplicadas as quantidades (valores) de cada variável ao respectivo coeficiente. O produto dessa multiplicação possibilitou identificar o percentual da participação do aumento ou redução de viagens provocado por cada variável.

3.3 Variáveis do Modelo

Subjacentemente ao propósito de explicar a mobilidade urbana sustentável na perspectiva das variáveis DURT há uma medida de mobilidade urbana a ser verificada. Embora não haja uma métrica estabelecida dessa mobilidade, pode-se considerar que uma cidade tem padrão de mobilidade similar ou diferente de outras.

Essa lógica permitiu a utilização de uma *proxy* - variável que embora não seja efetivamente o fenômeno estudado, assemelha-se ou guarda uma relação direta ou intrínseca ao que se pretende estudar, podendo ser empregada para representar o fenômeno ou medida relacionada -, para representar a mobilidade urbana por transporte sustentável, na qualidade de variável dependente. Na definição de Maddala (2001) "*geralmente, as variáveis que medimos são substituídas por variáveis que realmente queremos mensurar; é costume chamar a variável mensurada de variável proxy - um substituto da variável verdade*ira". Variáveis *proxy* tem sido utilizadas nas diversas áreas do conhecimento relacionadas a engenharia, economia, matemática etc.

O ideal seria usar como indicador da mobilidade urbana por transporte sustentável a relação obtida entre as viagens por transporte público coletivo (VTC) acrescidas das viagens por transporte não motorizado (VTNM) em relação às viagens por transporte individual (VTI), de modo que a variável dependente seria dada pela razão entre o somatório de VTC e VTNM pelo VTI.

Entretanto, diante das dificuldades de obtenção de dados referente às VTNM concernentes à variabilidade metodológica de medir os transportes não motorizados (TNM) e às dificuldades de obtenção de dados comparáveis entre as cidades, sobretudo para as viagens a pé, esta variável não será usada nesta pesquisa.

A variável dependente para elaboração do modelo poderia ser dada então pela *proxy* obtida pela relação entre VTC e VTI. Todavia, a utilização do indicador dado pela razão entre VTC e VTI também se mostra inicialmente não aplicável como variável dependente, devido às dificuldades de obtenção de dados sobre a divisão modal nas cidades objeto de pesquisa.

3.3.1 Definição da Variável Dependente

Para solucionar as dificuldades trazidas pela insuficiência de dados sobre a divisão modal, a *proxy* para representar a mobilidade urbana por transporte sustentável nas cidades médias brasileiras foi a relação entre viagens em transporte coletivo por ônibus público e particular (VTC) e a população de cada cidade. A variável dependente é dada então pela razão entre VTC e população.

A lógica é a de que quanto maior a quantidade de viagens por transporte coletivo pela população de uma cidade, mais sustentável é a mobilidade das pessoas na área urbana.

No campo de explicação da variável dependente VTC/pop, quanto às variações possíveis na quantidade dessa variável, três são as possibilidades: nula, não há aumento nem redução na quantidade de viagens; aumentativa ou ampliativa, quando a quantidade de viagens aumenta em relação; e, redutora ou restritiva, quando a quantidade de viagens tem aumento menor em relação a outros períodos. Essa redução não significa viagens negativas, mas viagens em quantidade menor. Portanto, a variável VTC/pop existe somente para o conjunto dos números naturais (positivos e maiores que zero).

Por não haver uma forma estabelecida para a quantificação da mobilidade urbana sustentável em uma cidade e a escassez de dados sobre a divisão modal inerente à realidade brasileira a utilização dessa *proxy* representa uma inovação.

3.3.2 Definição das Variáveis Independentes

A variável independente do modelo DURT referente à demografia foi representada pela população economicamente ativa (PEA). Essa variável foi escolhida por ser o elemento na demografia que implica diretamente no número de deslocamentos da população de uma cidade, pois, conforme levantado no referencial teórico, um dos principais motivos dos deslocamentos das pessoas é o trabalho, que tem por consequência movimentos pendulares casa-trabalho-casa. Embora se reconheça que na atualidade existam trabalhos desenvolvidos no âmbito residencial e outras atividades importantes quanto à geração de viagens, os deslocamentos para o trabalho produzem pressão sobre o sistema de transportes e a mobilidade urbana.

De acordo com o estabelecido pelo IBGE, a PEA pode ser definida como a quantidade de pessoas com atividade econômica na semana de referência de pesquisa

daquele instituto, tanto na condição de ocupada quanto desocupada em busca de emprego. Nesta pesquisa a unidade de medida para a PEA foi definida como o número absoluto de pessoas com atividade econômica por cidade objeto de pesquisa, apontados nos censos do IBGE.

As variáveis explicativas consideradas elementos de natureza urbanística são a densidade urbana (DU) e a forma urbana (FU). O conceito de urbanismo nas cidades médias brasileiras enfatizadas nesta pesquisa equivale ao conceito de Desenho Urbano. A densidade urbana e forma urbana concretizam esse desenho e tem por elementos o adensamento, a estrutura urbana (malha viária), os contornos do perímetro que a malha produz (delineamento) e a proximidade ou distanciamento de suas metrópoles.

A densidade urbana (DU) a partir de dois aspectos de acordo com Acioly e Davidson (1998): como o número de moradias no solo urbano ou pelo número de pessoas distribuídas no solo urbano. Essa densidade (urbana) se distingue da densidade populacional por considerar a densidade na área urbana enquanto a outra a densidade de pessoas em determinado território. No modelo desta pesquisa é usada a definição de distribuição de pessoas no solo urbano, sendo a DU dada pela relação entre população urbana de uma cidade (*popurb*) e área urbanizada (*au*).

A forma urbana (FU) foi definida e formada por características tripartites: o delineamento (*del*), o desenho da malha viária (*mv*) e a localização geográfica (*cat*) da cidade. Para definir o delineamento foi usada a *proxy* dada pela relação entre a área urbanizada de uma cidade e a área do círculo capaz de sobrepor toda a área urbanizada. Essa abordagem foi apresentada por Ferrari (1982) como um modo utilizado por geógrafos para medir a forma urbana (configuração espacial) de uma cidade, denominado *índice de forma F*, para o qual, quanto mais próximo de 1 mais circular é a forma da cidade e quanto mais próxima de zero mais linear é essa forma; assim, calcula-se o índice dividindo-se a área urbanizada (*au*) pela área do círculo circunscrito (*ac*), conforme equação 3.1.

$$\boldsymbol{ac = \frac{\pi D^2}{4}} \qquad (3.1)$$

Onde:

ac: área do círculo

D: diâmetro do círculo, dado pela maior distância entre pontos da área urbanizada

Quanto mais linear a cidade maior o diâmetro do círculo necessário para sobrepor-se a toda área urbanizada; a diferença entre a maior e menor distância entre os extremos da cidade são maiores. Inversamente, quanto mais circular a cidade, mais próximo o diâmetro do círculo necessário para sobrepor-se à área urbanizada à distância entre os maiores extremos da cidade.

A área urbana da cidade foi estimada por meio do *software* SOMABRASIL da Embrapa. A estimativa da área com uso deste *software* é considerada aceitável, embora possa haver variações em relação à área real, todavia, trata-se de uma solução à indisponibilidade desta informação de modo generalizado nas cidades de estudo.

O desenho da malha urbana viária (*mv*) é definido como o desenho formado pelas vias de circulação de pessoas e veículos, motorizados ou não motorizados. Tem por pressuposto que o traçado representado pelo desenho da malha viária exige níveis diferenciados de adaptação dos modos de transporte e tipos de veículos, influenciando o tempo de viagem, dispersão, adensamento e seletividade dos modos de transportes.

Esse desenho (estrutura urbana) nas cidades brasileiras é bastante diversificado, assim, optou-se por uma simplificação baseada nos estudos de Lynch (2010) e Ferrari (1982) para adoção de uma tipologia dessa malha e sua definição. Os tipos são apresentados na Tabela 3.2.

Tabela 3.2: Tipos de desenho de malha viária de cidades brasileiras e sua codificação por variáveis binárias (*dummy*).

Elementos	Nome da Variável	Descrição da variável
Desenho Urbano	Ortogonal	Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contígua decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares. Inclui formas de cidades com Blocos Ortogonais distantes.
	Multiforma	Estrutura urbana formada por vias predominantemente com formatos curvos, recurvados ou tortuoso ou Traçado sem predominância de formas: retangular, côncava, triangular, etc. Misto entre formato ortogonal e sinuoso, podendo apresentar áreas urbanas não contíguas em relação ao centro. Inclui formas de cidades Sinuosas.
Categoria (Localização geoográfica)	Região Metropolitana	Cidade radicada na área da região metropolitana, caracterizada pelos movimentos pendulares de pessoas para atividades.
	Isoladas	Cidade radicada no interior dos estados, caracterizada pelo distanciamento em relação às capitais e suas regiões metropolitanas.

A localização geográfica (c*at*) da cidade é definida como a localização das cidades quanto à proximidade de regiões metropolitanas, ou seja, se a cidade se localiza

no interior dos estados ou em regiões metropolitanas. Por ser uma variável qualitativa possível de ser representada por uma forma binária, a localização geográfica compõe o modelo na condição de variável *dummy*. Essa distinção se faz necessária ao se considerar que cidades isoladas (distantes da região metropolitana) teriam maior participação de deslocamentos restritos à sua área urbana que as cidades de regiões metropolitanas, onde a participação de deslocamento (ou fluxos) é partilhada internamente e externamente à área urbana.

O pressuposto foi que usuários dos serviços de transportes de ambas as categorias de cidades fazem viagens com características distintas quanto à distância, complexidade, configuração do sistema de transportes, etc. Por exemplo, em cidades de regiões metropolitanas poderia haver outros modos de transporte coletivo à disposição dos usuários tais como ferroviário e metroviário, com efeito sobre os deslocamentos, enquanto nas cidades isoladas o modo básico seria o rodoviário.

A variável independente na área de conhecimento relacionada à renda é a renda *per capita* (RPC). Nesta pesquisa, a renda *per capita* é definida como o somatório de todos os rendimentos obtidos pelas pessoas de uma cidade (definição adotada pelo IBGE) divididas pelo número total de habitantes da respectiva cidade. A justificativa do uso desse conceito é que, independentemente do motivo de sua obtenção, se trabalho ou investimento, são causados pelos efeitos sobre a mobilidade das pessoas no espaço urbano.

As variáveis independentes concernentes às taxas de motorização são dadas pela relação entre a quantidadeda população de pessoas residentes da cidade pesquisada em relação à frota de transporte coletivo ou o inverso dessa razão, conforme a opção de usa da taxa. Nesta pesquisa foram usados somente veículos do modo rodoviário. Isso se justificou pelo fato de nas cidades média preponderar esse modo de transporte coletivo de passageiros, embora se reconheça que seja possível a existência e utilização de outro modos em cidades médias, como por exemplo o ferroviário ou metroviário. A Tabela 3.3 sintetiza as variáveis independentes para modelagem.

Tabela 3.3: Variáveis DURT para modelagem.

Variáveis	**D**emografia	Sigla / U.M.	**U**rbanismo	Sigla / U.M.	**R**enda	Sigla / U.M.	**T**ransportes	Sigla / U.M.
Quantitativas	• População Economicamente Ativa;	PEA– {pessoas}/ 10000	• Densidade Urbana • Forma Urbana: delineamento (*Proxy)*	DU– {hab./ha} Del	• *Renda per capita.*	RPC– {Rendimento total / população dado em unidade de moeda nacional}	• Taxa de Motorização de Transporte coletivo; • Taxa de Motorização de transporte Individual; • Taxa de Motocicletização.	TMC- {frota de veículos de uso coletivo (público e particular)/pop em milhares}/1000 TMI- {frota de veículos de uso individual / pop em milhares}/1000 TML- {frota de motos e motonetas/pop em milhares}/100
Dummy			• Forma Urbana: ✓ Traçado da malha urbana viária; ✓ Categoria (*cidade de região metropolitana ou isolada*).	MUV CAT				

U.M. : Unidade de Medida

No caso de modelos individuais para as cidades a interpretação das variáveis independentes quantitativas teve por fundamento a análise das diferenças entre os resultados obtidos na aplicação do modelo para períodos diferentese tomou por diretriz o referencial teórico levantado, que apontou as variáveis PEA, RPC e TMC com o potencial de criar viagens, enquanto o crescimento da TMI e TML foi revelado como fator para criação de externalidades negativas do transporte. Nesse caso foram considerados no modelo somente variáveis de natureza quantitativa. Para facilitar a análise dos modelos de acordo com as diferentes combinações de taxas de motorização foi criada a Tabela 3.4.

Tabela 3.4: Interpretação das taxas de Motorização.

Taxas de Motorização	TMC	TMI	TML
Aumento da taxa	Crescimento da frota de ônibus	Crescimento da frota de automóveis e similares	Crescimento da frota de motocicletas
	Maior Mobilidade urbana	Menor Mobilidade urbana	Menor Mobilidade urbana
Redução da taxa	Diminuição da frota de ônibus	Diminuição da frota de automóveis e similares	Diminuição da frota de motocicletas
	Menor mobilidade urbana	Maior mobilidade urbana	Maior mobilidade urbana

Para interpretação das variáveis de modelos para cidades em conjuntos o fundamento foi a análise do comportamento de acréscimo ou decréscimo dos coeficientes, quando inserida uma nova variável DURT ao modelo. Nesse caso, além das variáveis quantitativas, foram incluídas as variáveis qualitativas referente à forma urbana, cujos desenhos urbanos tiveram tipologias criadas a partir do levantamento do referencial teórico sobre a área de conhecimento do urbanismo, representadas por *dummy*. Na medida que uma nova variável *dummy* era incluída, foi-se verificando o efeito da forma urbana na formação dos coeficientes, conduzindo ao Método de Análise de Variações de Coeficientes pela Inclusão de *dummy*.

A Tabela 3.5 mostra as unidades de medida das variáveis DURT e a lógica dos sinais aritméticos para formação da equação que representa o modelo explicativo da mobilidade a partir da interpretação dessas variáveis.

Tabela 3.5: Perspectiva dos Sinais Aritméticos da Equação que repressenta a Mobilidade Urbana por Transporte Sustentável (VTC/pop).

Variável	PEA	RPC	TMC	TMI	TML	DU	DEL
Unidade de Medida	Pessoas	Unidade de moeda nacional	Frota ônibus e microônibus / População * 1000	Frota Automóveis e similar / População * 10	Frota motocicletas e similares/ População * 1000	Habitantes na área urbana por área urbana em hectare	Delineamento tendendo a linear
Sinal Aritmético do Coeficiente	+	+	+	-	-	+	-

No processo de cálculo das variáveis pelo *SPSS* houve uma diversidade de combinações de coeficientes, no entanto, somente foram escolhidas as combinações que atendessem ao estabelecido na tabela anterior para atendimento ao levantado no referencial teórico. Portanto, os sinais que antecedem os coeficientes do modelo

formaram o critério para escolha das combinações de variáveis a serem usadas na modelagem.

3.3.3 Síntese Crítica do Roteiro Metodológico

O estudo realizado teve como objetivo a elaboração de um modelo para a explicação da mobilidade urbana a partir de dados referente a um conjunto de cidades e pela aplicação da técnica *cross-section*.

A medotodologia para formulação do modelo mostram-se de fácil aplicação, bastando a disponibilidade de *software* estatístico com a ferramenta de regressão múltipla, testes de validação e o uso do *excel*. Todavia, a falta de dados sobre as viagens por transporte público coletivo e demais variáveis DURT foram um problema a ser enfrentado.

A sistematização da formação de bancos de dados sobre as viagens por transportes público coletivo ao longo dos anos é necessária para formulação de modelos mais abrangentes, mas isso depende que as administrações públicas das cidades incentivem a criação de métodos de coletas desses dados.

Decisões do Ministério das Cidades ou do IBGE poderiam contribuir para o incentivo às cidades para construção desses bancos de dados, principalmente quanto ao detalhamento da divisão modal, que poderia substituir a *proxy* utilizada nesse modelo por dados reais, por exemplo a inclusão de pesquisa sobre a opção modal no censo 2020.

Assim, o modelo criado nesta pesquisa tiveram por limitações a quantidade de série de dados utilizados. O ideal seria que o modelo contasse com dados iniciais referente a períodos mais extensos, cidades mais homogêneas entre si e maior quantidade de cidades compondo a amostra, de forma que as mesmas pudessem ser divididas em grupos e cada grupo tivesse o seu modelo próprio.

Ainda que os dados utilizados para a amostragem não estivessem de acordo com idealizado anteriormente, a técnica de *cross-section* se mostrou como uma alternativa viável para solucionar o problema da carência de dados e, assim, possibilitar a formulação de um modelo e explicação de elementos referentes à mobilidade urbana.

4 EXPLICAÇÃO DA MOBILIDADE URBANA POR TRANSPORTE SUSTENTÁVEL

As cidades espraiam-se por decorrência do aumento populacional e por motivos relacionados às atividades e aos interesses das pessoas. Esse espraiamento modifica a forma urbana e influencia a quantidade de viagens no espaço urbano impondo pressão sobre o sistema de transportes e sobre a escolha modal.

Figura 4.1: Foto da cidade de Resende em 2003

Figura 4.2: Imagem ampliada

Figura 4.3: Foto da cidade de Resende em 2013

Figura 4.4: Imagem ampliação

Por exemplo, Resende (Figura 4.1 à Figura 4.6), localizada no Sul do estado do Rio de Janeiro, na região Sudeste, teve ampliação significativa da área urbana nas décadas passada e atual com consequente aumento de deslocamentos em locais que anteriormente eram desabitados.

Figura 4.5: Foto da cidade de Bauru em 2003

Figura 4.6: Imagem ampliada

Outro exemplo de espraimento é a cidade de Bauru (Figura 4.1 e Figura 4.6) no estado de São Paulo, na região Sudeste. Essa cidade além de ampliar sua área urbanizada com construção de novas moradias passou por processo de adensamento de áreas habitadas, modificando a forma urbana e influenciando as distâncias de deslocamentos, o tempo de viagem , as rotas, a demanda por transporte público etc.

A partir da perspecitva que a cidade se modífica no decorrer do tempo e que essas modificações criam efeitos negativos sobre os deslocamentos e, portanto, para a mobilidade urbana, surge a necessidade de encontrar-se soluções de problemas por intermédio dos elementos que influenciam ou determinam as mudanças no espaço urbano com repercussões para a mobilidade.

Nessa pesquisa esses elementos são as variáveis DURT, formadas pela junção de elementos demográficos, urbanísticos, de renda e transportes, que combinados entre si mostram como são criadas viagens representativas da mobilidade urbana. Assim, um modelo matemático exploratório que tenha como variável dependente as viagens percapitas das pessoas representando um *quantum* de mobilidade e as variáveis DURT como variáveis independentes, oferece a possibilidade inovadora de criação de uma medida para a mobilidade e de verificação da participação dessas variáveis na explicação da variável dependente.

Todavia, assim como em outras pesquisas científicas sobre transportes no Brasil, essa modelagem tem por limitação a dificuldade de obtenção de dados. A ideia inicial foi usar dados da ANTP para as viagens por transporte de passageiros, do censo 2010 e do DENATRAN. No entanto, somente 48 cidades tinham dados para o ano 2010. Uma

solução para ampliar a amostra foi usar informações de outros anos (2009 a 2014) em forma de *cross section.*

Partiu-se então do pressuposto que os dados de uma cidade não teriam sofrido significativas alterações entre os anos 2009 a 2014, de modo que a área urbana ou a população economicamente ativa ou frota de coletivos não teriam crescido ou reduzido de modo transformar a realidade das cidades quanto ao transporte público.

A nova amostra foi formada pelo conjunto de 101 cidades, porém, após a identificação de *outliers* o conjunto foi reduzido para 89 cidades. As cidades excluídas como *outliers* que mais se afastavam das demais cidades foram Tatuí, Santana de Parnaíba, Caucaia, Diadema, Carapicuíba, Cubatão, Itaquaquecetuba, Olinda, Contagem, Guarujá e Itapecerica da Serra.

Ajustada a amostra, a modelagem ocorreu de modo gradativo, primeiramente verificando-se a correlação entre as variáveis e, em seguida procurando-se entender quais variáveis mais explicavam a variável dependente. Concluída a formulação, o modelo foi aplicado para os dados das cidades Florianópolis, Cascavel e Sorocaba.

Embora tenha sido pesquisado por intemédio de e-mails e contatos por telefone, o pesquisador não obteve dados de outras cidades para um período maior de tempo, portanto, a aplicação do modelo para essas cidades foi decorrente da escassez de dados.

As informações referentes à cidade de Florianópolis foram obtidas a partir da pesquisa de Conrado (2007) e complementadas por dados fornecidos pela prefeitura municipal da cidade, enquanto os dados referentes à Sorocaba foram encontrados no portal da prefeitura da cidade, disponível na *internet* e os referentes à Cascavel foram fornecidos pela Companhia de Transporte e Trânsito de Cascavel (CETTRANS).

4.1 Formulação de Modelo

O modelo exploratório para explicação da mobilidade urbana foi formulado a partir de um conjunto de 89 cidades, considerando 7 (sete) variáveis quantitativas e 2 variáveis *dummy*. Visando entender preliminarmente as relações entre as variáveis e sua correlação com a variável dependente, as cidades foram separadas em decis baseando-se nos valores da variável dependente VTC/Pop.

O processo de formulação do modelo foi realizado em etapas de modo que foram elaborados vários modelos preliminares com a inclusão gradativa das variáveis e cálculo do R e R^2. O objetivo dessa abordagem foi a verificação do potencial de explicação de cada variável independente individualmente em relação à variável dependente e da verificação dos efeitos das variáveis combinadas em relação ao grau de explicação da variável dependente.

4.1.1. Particionamento por Decis

A amostra com 89 cidades tem média de viagens percapita por passageiros de transporte coletivo igual a 92,92 e desvio padrão igual a 33,43. A Tabela 4.1 apresenta os valores de médios de VTC/Pop para cada decil e seus respectivos desvios padrões.

Tabela 4.1: Médias e desvios-padrões da variável dependente por decil.

Decil	VTC/Pop		
	Média	Desvio Padrão	Desvio padrão em relação à média (%)
DC 01	23,62	8,95	38%
DC 02	43,58	2,99	7%
DC 03	54,59	3,27	6%
DC 04	66,07	4,10	6%
DC 05	72,74	1,29	2%
DC 06	79,73	1,67	2%
DC 07	87,06	1,91	2%
DC 08	92,89	2,12	2%
DC 09	107,58	5,80	5%
DC 10	122,91	4,58	4%

O primeiro Decil (DC 01) foi formado pelas cidades Alvorada/RS, Aparecida de Goiânia/GO, Araçatuba/SP, Araguari/MG, Balneário Camboriú/SC, Birigui/SP, Brusque/SC, Dourados/MS, Hortolândia/SP, Itajaí/SC, Jaboatão dos Guararapes/PE, Jaú/SP, Ji-Paraná/RO, Marabá/PA, Maracanaú/CE, Mossoró/RN, Olinda/PE, Passos/MG, Petrolina/PE, Rio Claro/SP, Suzano/SP, Umuarama/PR e Vila Velha/ES.

Nessas cidades foi realizada a menor quantidade de viagens por transporte coletivo percapita (VTC/pop) no conjunto das 89 cidades da amostra, perfazendo-se em média 23,62 viagens por passageiro por ano. Além disso, foram as cidades cujo decil apresentou a menor renda percapita (RPC) (R$ 796,81), a menor taxa de motorização de veículos particulares (TMI) (2,9748) e a maior taxa média de motocicletização (TML) (163,05). Essas informações estão alinhados à lógica que pessoas de menor poder

aquisitivo tendem à adquirir veículos de menor valor de aquisição, menor custo de manutenção e menores gastos com combustíveis.

Com o objetivo de nortear o leitor sobre representatividade de cada variável DURT na amostra são apresentados na Tabela 4.2 a média e os respectivos desvios padrões.

Tabela 4.2: Estatística Descritiva da Amostra com 89 cidades

Variáveis	Média	Desvio Padrão
RPC_1000	0,87	0,22
densidade urbana há	55,15	24,70
DEL proxy Au/Ac	0,37	0,18
tmc	4,66	1,85
tml	129,96	54,06
tmi	3,46	1,17

Nesse decil DC 01, os resultados estatísticos (Tabela 4.3) apresentaram correlações significantes entre a variável PEA e as taxas de motorização para veículos individuais (-0,470, sig = 0,024), motocicletas (- 0,537, sig = 0,008) e densidade urbana (0,567, sig = 0,005). Esses resultados são coerentes com as características do decil mencionadas no parágrafo anterior e mostra que a densidade urbana aumenta quando a população economicamente ativa aumenta ou vice-versa. A justificativa dessa correlação está na concentração de atividades no espaço urbano, principalmente de natureza econômica.

A renda *per capita* mostrou alto grau de significância estatística em relação à taxa de motorização de veículos individuais (0,739, sig = 0,000), sugerindo que o aumento da renda influencia o aumento da frota de veículos (automóveis). Como fio condutor, essa informação sugere que, embora o aumento da renda permita que as pessoas façam maior quantidade de viagens, não necessariamente escolherão o transporte coletivo, público ou particular, para esse fim.

Nesse decil há também uma relação inversa entre a densidade urbana e a taxa de motorização de transporte particular (-0,452, sig = 0,030). Essa informação indica que em locais de densidades maiores as pessoas tendem a escolher modos de transportes diferentes dos veículos particulares (automóveis). Uma justificativa para essa escolha

tem relação com a possibilidade das pessoas evitarem locais de maiores níveis de congestionamento ou de dificuldade de estacionamento. Outra justificativa se relaciona ao fato de localidades de maior densidade urbana surgirem de um processo de urbanização sem planejamento e de habitação desordenada, dificultando o acesso e guarda de veículos particulares, cuja consequência seria a indução de pessoas a escolherem modos de transportes menores, como por exemplo bicicletas ou motocicletas.

A Tabela 4.3 apresenta os coeficientes de correlações significativos para o DC 01.

Tabela 4.3: Correlações de Pearson para o decil 01 (DC 01).

	Variáveis	TMI	TML	Densidade Urbana
Coeficiente de correlação	PEA	-0,470*	-0,537*	0,567*
Significância		0,024	0,008	0,005
Coeficiente de correlação	RPC	0,739**		
Significância		0,000		
Coeficiente de correlação				-0,452*
Significância	TMI			0,030

*. Correlação significante ao nível de 0,05; **. Correlação significante ao nível de 0,01.

Com a finalidade de comparar as médias das variáveis DURT dos decis com a amostra total de 89 cidades foi aplicado o teste *t de Student* para uma amostra. No decil 1 o teste apontou que não há diferença significativa entre as médias conforme Tabela 4.4.

Tabela 4.4: Comparação entre médias das variáveis DURT no Decil 1

Variável DURT	*Teste t*	Significância.
RPC	0,128	0,900
DU	-1,5380	0,138
TMC	0,102	0,920
TML	2,067	0,051
TMI	-1,984	0,060

O segundo decil (DC 02) foi formado pelas cidades Barbacena/MG, Botucatu/SP, Guarapuava/PR, Indaiatuba/SP, Lages/SC, Muriaé/MG, Ourinhos/SP, Patos de Minas/MG, Pindamonhangaba/SP, São Caetano do Sul/SP, Toledo/PR e Votorantim/SP. Esse conjunto de cidades é caracterizado por ter a menor média de população urbana (134.611 habitantes) e menor média de população economicamente ativa (PEA) - 111.628 pessoas - se comparados aos outros 9 decis.

No DC 02, as viagens percapitas de pessoas por transporte público (VTC/pop) mostrou correlação significativa em relação à frota de veículos coletivos (0,688, sig. = 0,013), indicando que a quantidade de viagens por transporte coletivo depende da relação quantitativa entre a frota de veículos coletivos e a população das cidades.

A renda percapita (RPC) no DC 02 teve comportamento similar ao DC 01 quanto à significância da correlação com a frota de veículos individuais (Tabela 4.5) (0,920, sig. = 0,000), apontando para a possibilidade da obtenção de renda influenciar a opção das pessoas por veículos individuais. Ao obter renda as pessoas passam a ter a opção de escolha por veículos próprios individuais, permitindo-se interpretar que a TMI tende a aumentar quando aumenta a RPC, o que possivelmente traz efeitos redutores na quantidade de viagens por transporte coletivo. Contudo, de acordo com o resultado do teste da RPC em relação à taxa de transporte coletivo (0,670, sig = 0,017), verifica-se que essa renda também é capaz de influenciar o aumento ou redução da frota de veículos para o transporte de passageiros. Uma explicação para o aumento da frota desses veículos se vincula ao maior poder de compra das pessoas para fins de consumo, lazer, educação, etc e do consequente aumento de demanda de viagens. Outra informação que pode ser obtida a partir da Tabela 4.5 concerne à relação entre a renda *per capita* e a densidade urbana, apontado para uma significativa correlação (0,580, sig = 0,048). Uma interpretação para essa relação considera que o aumento da densidade implica no aumento de atividades econômicas e, por consequência, da renda .

Nesse decil as variáveis referentes a taxa de transporte coletivo e de transporte particular mostram correlação significativa (0,677, sig = 0,016), sugerindo que o aumento ou redução de uma variável cria efeito no mesmo sentido em relação à outra. Uma explicação para essa relação decorre da lógica que o aumento da taxa de motorização de transporte coletivo não é suficiente para absorve na qualidade desejada parcela dos usuáros do sistema de transporte, que acabam escolhendo modos de transporte (automóveis).

Tabela 4.5: Correlações de Pearson para o decil 02 (DC 02).

	Variáveis	TMC	TMI	DU
Coeficiente de correlação	VTC/Pop.	0,688*		
Significância		0,013		
Coeficiente de correlação	RPC	0,670*	0,920**	0,580*
Significância		0,017	0,000	0,048
Coeficiente de correlação			0,677*	
Significância	TMC		0,016	

*. Correlação significante ao nível de 0,05; **. Correlação significante ao nível de 0,01.

Comparando a média da amostra de 89 cidades (população de cidades para modelagem) e amostra do decil 2 o teste *t* de *Student* indicou não haver diferença estatística significativa entre as médias das variáveis DURT (Tabela 4.6).

Tabela 4.6: Comparação entre médias das variáveis DURT no Decil 2

Variável DURT	*Teste t*	Significância.
RPC	0,392	0,702
DU	0,938	0,368
TML	0,425	0,679
TMI	1,250	0,237

O terceiro decil (DC 03) foi formado pelas cidades Americana/SP, Araucária/PR, Araxá/MG, Bagé/RS, Canoas/RS, Caraguatatuba/SP, Erechim/RS, Feira de Santana/BA, Ipatinga/MG e São Mateus/ES.

Esse decil revela uma correlação positiva (Tabela 4.7) e significativa entre a variável dependente (VTC/pop) e a variável delineamento (0,721, sig = 0,019), sugerindo que o aumento da variável dependente está atrelado ao aumento do índice de delineamento e vice-versa. Uma interpretação sugere que a forma da cidade tendente à circular influencia positivamente a criação de viagens percapitas por transporte coletivo.

Vale lembrar que o delineamento é obtido pela razão entre área urbana e a área do círculo que a sobrepõe, indicando que quanto mais próximo de 1 a cidade tende à forma circular e mais próximo de 0 a cidade tende à forma linear. As cidades mais lineares geralmente são aquelas em que as condições de relevo dificultam a ocupação do território e o transporte, sendo possível que seja um fator determinante para a opção pelo transporte motorizado. Exemplificando, Caraguatatuba (VTC/pop ano = 50,43) tem forma de delineamento tendendo a linear (0,08) e menor quantidades de viagens que

Araxá (no mesmo decil) (VTC/pop ano = 57,98) cujo delineamento tende ao circular (0,67).

Nesse decil, a taxa de motorização de transporte individual (particular) tem correlação significativa entre a renda percapita (0,897, sig = 0,000) e a densidade urbana (-0,740, sig = 0,014). Uma explicação para a correlação positiva TMI e RPC está na premissa que o aumento ou redução da renda influencia o poder de compra das pessoas e, consequentemente, no capacidade de comprar veículos particulares por qualquer motivo seja.

Por sua vez, a explicação para a relação negativa entre a TMI e a DU reside na lógica que a DU é calculada a partir da relação entre a população de uma cidade e sua respectiva área urbana, enquanto a TMI resulta da relação dada pela frota de veículos particulares e a população. Assim, o aumento da população conduz ao aumento da DU e à redução da TMI. No entanto, outra explicação tem por base que o aumento da DU permite a concentração de atividades nos locais adensados, dificultando a circulação de veículos motorizados particulares e conduz os usuários do sistema a escolha por outros modos de transporte.

Tabela 4.7: Correlações de Pearson para o decil 03 (DC 03).

	Variáveis	RPC	DU	Del.
Coeficiente de correlação	VTC/Pop.			0,721*
Significância				0,019
Coeficiente de correlação	TMI	0,897**	-0,740*	
Significância		0,000	0,014	

*. Correlação significante ao nível de 0,05; **. Correlação significante ao nível de 0,01.

Nesse decil também não houve diferença significativa - conforme teste *t* de *Student* da Tabela 4.8 entre as médias das variáveis sob análise e a média do conjunto de cidades que formarão o modelo em etapa posterior.

Tabela 4.8: Comparação entre médias das variáveis DURT no Decil 3

Variável DURT	*Teste t*	Significância.
RPC	-1,135	0,286
DU	-1,045	0,323
DEL	0,891	0,396
TMI	0,113	0,912

O quarto decil (DC 04) foi formado pelas cidades Atibaia/SP, Foz do Iguaçu/PR, Guaratinguetá/SP, Itabira/MG, Jaraguá do Sul/SC, Novo Hamburgo/RS, Praia Grande/SP e São José do Rio Preto/SP. Esse conjunto de cidades é caracterizado por ter a menor média de densidade urbana (46,8 habitantes/ha) se comparados aos outros 9 decis, conforme demonstrado na Tabela 4.9.

Tabela 4.9: Densidade urbana (DU) média por decil em ordem crescente.

Decil	DU médio
DC04	46,78
DC03	47,01
DC06	49,54
DC02	50,56
DC01	55,87
DC07	59,94
DC08	61,68
DC05	65,30
DC09	67,92
DC10	73,65

A relação entre a taxa de motorização para veículos de transporte coletivo (TMC) e o VTC/pop foi significativa (0,883, sig = 0,004). Assim como o DC 02, os resultados estatísticos sugerem que há dependência da quantidade de viagens por transporte coletivo em relação à frota de veículos coletivos à disposição da população de uma cidade, de modo que quanto maior a TMC maior a quantidade de viagens.

Embora um modelo conceitual tenha por premissa que o aumento da taxa de veículos motorizados particulares conduza à redução de viagens por transporte coletivo, a relação entre essas variáveis apontada nesse decil 04 (Tabela 4.15) foi positiva (0,753, sig = 0,031), sugerindo que o o acréscimo ou decréscimo viagens por transporte coletivo influencia no mesmo sentido a TMI e vice-versa. Esses resultados sugerem que determinados tipos de cidades tendem à complementaridade entre modos de transporte, possivelmente devido às características da cidade quanto ao sistema de transporte coletivo, infraestrutura ou geografia.

Quanto à relação entre a TMI e TML (0,912, sig = 0,002), deve ser considerado que o aumento da frota individual, principalmente automóveis, causadores de extermalidades negativas no sistema de transportes, influenciam as pessoas a buscarem suas próprias soluções a esses problemas. Assim, o aumento da taxa de motorização de

veículos de maior porte e sujeitos aos tempos parados em congestionamentos e dificuldade de estacionamento induz as pessoas a optarem por veículos de porte menor (motonetas ou motocicletas).

TABELA 4.10: Correlações de Pearson para o decil 04 (DC 04).

	Variáveis	TMC	TMI	TML
Coeficiente de correlação	VTC/Pop.	0,883**	0,753*	
Significância		0,004	0,031	
Coeficiente de correlação	TMI			0,912**
Significância				0,002

*. Correlação significante ao nível de 0,05; **. Correlação significante ao nível de 0,01.

O teste *t* de *Student* para a médias das variáveis em estudo comparados à média das variáveis do conjunto das 89 cidades (Tabela 4.11) mostrou não haver significância estatística entre si.

Tabela 4.11: Comparação entre médias das variáveis DURT no Decil 4

Variável DURT	*Teste t*	Significância.
TMC	-0,220	0,832
TMI	0,013	0,990

O quinto decil (DC 05) foi formado pelas cidades Betim/MG, Chapecó/SC, Franca/SP, Jacareí/SP, Rio Branco/AC, Salto/SP e São José dos Pinhais/PR apresentou o menor valor da média para a TMC (3,7), conforme demonstrado na Tabela 4.12.

Tabela 4.12: Taxa de motorização de veículos de transporte coletivo (TMC) média por decil em ordem crescente.

Decil	**TMC médio**
DC05	3,70
DC01	3,80
DC04	4,46
DC09	4,64
DC08	4,73
DC02	4,85
DC06	4,88
DC03	5,37
DC07	6,02
DC10	6,70

Nesse decil as viagens percapita por transporte coletivo mostraram correlação negativa (Tabela 4.13) em relação à variável TMI (-0,909, sig= 0,005) e à variável Del (-0,770, sig= 0,043), indicando que o aumento da taxa de motorização de transporte particular (individual) reduz as viagens no transporte coletivo, assim como a forma urbana das cidades desse decil. Esse resultado reforça a premissa de pesquisa que a taxa de transporte particular reduz as viagens transporte coletivo de passageiros e que a forma urbana interfere na quantidade de viagens percapita realizadas.

A correlação da renda percapita (Tabela 4.13) com a variável TMI (0,805, sig= 0,029) e variável Del (0,811, sig= 0,027), sugere que maior a renda maior será a taxa de veículos motorizados individuais (particulares) - conforme explicado anteriormente, a renda permite poder de compra de veículos particulares - e quanto maior o delineamento (circular) maior essa renda. Embora essa renda esteja sujeita a outros fatores, como por exemplo a população economicamente ativa à disposição da demanda de empregos, uma comparação entre os níveis de renda de Betim-MG (Del = 0,23 e RPC = R$ 638,26) e Salto-SP (Del = 0,47 e RPC = R$ 868,11) sugere haver uma relação para as cidades desse decil entre a forma urbana e o nível de renda percapita.

Tabela 4.13: Correlações de Pearson para o decil 05 (DC 05).

	Variáveis	TMI	DEL
Coeficiente de correlação	VTC/pop	-0,909**	-0,770*
Significância		0,005	0,043
Coeficiente de correlação	RPC	0,805*	0,811*
Significância		0,029	0,027

*. Correlação significante ao nível de 0,05; **. Correlação significante ao nível de 0,01.

O teste *t* de *Student* da Tabela 4.14 revela não haver diferença estatística significativa entre as médias das variáveis DURT nesse decil 05.

Tabela 4.14: Comparação entre médias das variáveis DURT no Decil 5

Variável DURT	*Teste t*	Significância.
RPC	-0,1421	0,205
DEL	-0,297	0,776
TMI	-0,217	0,837

O sexto decil (DC 06) foi formado pelas cidades Araraquara/SP, Cascavel/PR, Criciúma/SC, Franco da Rocha/SP, Itatiba/SP, Presidente Prudente/SP e Sete

Lagoas/MG. Essas cidades tem por características uma maior média no valor da variável delineamento, conforme Tabela 4.15.

Tabela 4.15: Valor médio da variável delineamento (Del) por decil em ordem crescente.

Decil	Delineamento		
	Média	Desvio Padrão	Desvio padrão em relação à média (%)
DC 10	0,20	0,08	39%
DC 09	0,20	0,07	34%
DC 04	0,37	0,15	40%
DC 05	0,37	0,08	21%
DC 02	0,37	0,13	35%
DC 08	0,38	0,22	59%
DC 07	0,41	0,16	38%
DC 01	0,42	0,21	50%
DC 03	0,43	0,18	42%
DC 06	0,48	0,11	22%

No DC 06 as análises estátisticas (Tabela 4.16) apontaram também para correlação negativa significativa entre a DU e a TML (-0,860, sig = 0,013). Essa relação pode ser entendida pela lógica de que o aumento da DU pode possibilitar a redução da frota de motocicletas em decorrência da opção modal recair sobre tipos de veículos não-motorizados ou deslocamentos à pé.

Além da correlação anterior, foi identificada significativa correlação positiva entre das variáveis TMC e TMI (0,766, sig = 0,045) , sugerindo que essas duas variáveis se comportam de forma parecida. Uma interpretação para essa constatação é que possivelmente, ainda que a frota de transporte coletivo aumente, parte expressiva da população ainda faz opção pelo transporte individual devido a características comuns sobre a qualidade do transporte coletivo nas cidade médias, como por exemplo a insuficiência de quantidade de linhas, a inadequação de itinerários, elevados tempos de viagem, desconforto nos veículos quanto ao ruído, trepidação e ventilação, superlotação, supressão de horários, etc.

As correlações para RPC em relação à TMI (0,838, sig = 0,019) e TML(0,810, sig = 0,027) foram positivas, enquanto para a DU (-0,882, sig = 0,009) foram negativas. Assim, pode-se entender que a opção da população pelo uso de automóveis e motocicletas decorrente da renda é um fator importante para a redução dos valores de VTC/pop. Uma possível causa da opção por automóveis é o aumento do poder

aquisitivo associado à redução de valores na aquisição dos veículos, ao parcelamento de dívidas (crédito) e a má qualidade de serviços de transporte público prestados. A relação da renda à taxa de motocicletização pode ser associada tanto à população de menor poder aquisitivo quanto de maior poder aquisitivo. Os mais pobres adquirem motocicletas - veículos de baixo custo e manutenção - para reduzir custos de locomoção e as pessoas de maior poder aquisitivo visam se afastar da má qualidade referida dos serviços de transportes de passageiros.

Tabela 4.16: Correlações de Pearson para o decil 06 (DC 06).

	Variáveis	TMI	TML	DU
Coeficiente de correlação	TMC	0,766*		
Significância		0,045		
Coeficiente de correlação	TML			-0,860*
Significância				0,013
Coeficiente de correlação	RPC	0,838*	0,810*	-0,882*
Significância		0,019	0,027	0,009

*. Correlação significante ao nível de 0,05.

O teste *t* de *Student* da Tabela 4.17 indica que não há diferença estatística significativa entre as médias das variáveis DURT do decil 06.

Tabela 4.17: Comparação entre médias das variáveis DURT no Decil 6

Variável DURT	Teste t	Significância.
RPC	0,399	0,704
TMC	0,402	0,702
TML	-0,377	0,719
TMI	-0,217	0,837

O sétimo decil (DC 07) foi formado pelas cidades Angra dos Reis/RJ, São Carlos/SP, Anápolis/GO, São Leopoldo/RS, Resende/RJ, Cachoeiro de Itapemirim/ES. Esse decil 07 mostra significativa relação (Tabela 4.18) entre a taxa de motorização por transporte coletivo e o desenho urbano dado pelo delineamento (-0,899, sig = 0,015).

Tabela 4.18: Correlações de Pearson para o decil 07 (DC 07).

	Variáveis	Del.
Coeficiente de correlação	TMC	-0,899*
Significância		0,015

Exceto Angra dos Reis/RJ, caracterizada por relevo sinuoso, à medida que o índice de delineamento aumenta a quantidade de viagens reduz. Assim como no decil 03, esse resultado sugere que cidades de forma tendendo a linear facilitariam a circulação de veículos para transporte de passageiros, tanto coletivo quanto particular.

Observa-se que dentre as cidades do DC 07 (Tabela 4.19), com exceção de Resende, as que apresentaram maiores valores de RPC foram também as que apresentaram maiores valores para os coeficientes de delineamento, indicando que as cidades de desenho mais circular apresentariam maior RPC. Embora os dados apontados sejam incipientes, suscitam a necessidade de estudos que possam demonstrar se a forma da cidade, associada a outros elementos, influencia a RPC.

Tabela 4.19: Cidades do DC 07:TMC e índice de delineamento

Cidade	TMC	Delineamento
Cachoeiro de Itapemirim/ES	11,57	0,18
Resende/RJ	9,14	0,23
Angra dos Reis/RJ	2,57	0,46
Anápolis/GO	5,49	0,48
São Leopoldo/RS	3,53	0,50
São Carlos/SP	3,83	0,62

O oitavo decil (DC 08) foi formado pelas cidades Bauru/SP, Joinville/SC, Maringá/PR, Mogi das Cruzes/SP, Piracicaba/SP e, Vitória da Conquista/BA e as correlações significativas entre as variáveis propostas para o modelo são apresentadas na Tabela 4.20.

Tabela 4.20: Correlações de Pearson para o decil 08 (DC 08).

	Variáveis	TMC	TMI	Densidade Urbana
Coeficiente de correlação	PEA	-0,844*		
Significância		0,034		
Coeficiente de correlação	RPC		0,956**	
Significância			0,003	
Coeficiente de correlação	TML			-0,885**
Significância				0,019

**. Correlação significante ao nível de 0,01.

As variáveis PEA e a TMC tem relação significativa (-0,844, sig = 0,034), conduzindo à lógica que o comportamento de aumento ou redução das variáveis tem comportamento inverso entre si. Essa relação sugere que ao exercer atividade

econômica as pessoas passam a escolher outros modos de transporte alternativos ao transporte coletivo, seguindo uma lógica que o transporte público de baixa qualidade caracterizado por elevados tempos de viagens, itinerários inadequados, descumprimento de horários, superlotação dos veículos, desconforto, entre outros fatores, induzem os usuários a aquisição de veículos. A relação entre a RPC e a TMI foi explicada no decil 06.

A relação entre a variável densidade urbana e taxa de motocicletização se mostra significantemente negativa (-0,885, sig = 0,019), apontando que quanto maior a densidade, menor é a taxa de motocicletização. Uma explicação pode ser que o aumento da densidade urbana impõe ao usuário do sistema de transporte a necessidade de outros meios de transporte ou, principalmente, a efetivação de deslocamentos à pé.

Nesse decil 8 observa-se que o delineamento e a densidade urbana das cidades de alguma forma interferem entre si. Essas cidades tem delineamento tendendo à linear (Ponta Grossa/PR = 0,17; Pelotas/RS = 0,16; Jundiaí/SP = 0,12; São Vicente / SP = 0,28; Divinópolis/MG = 0,28). Entre as 89 cidades do conjunto essas cidades ocupam respectivamente a 53ª, 67ª, 80ª, 73ª e 54ª posição no que se refere à grandeza de densidade urbana, sugerindo que cidades de características similares com forma urbana tendendo à linear tenham maior densidades de pessoas e vice-versa. Uma explicação seria que o transporte nas cidades do tipo linear também são estruturados de modo linear para permitir que as pessoas se desloquem no eixo formado pela ligação entre as extremidades das cidades. O efeito seria que as pessoas se aglomerem próximas a esse eixo para usufruir do sistema de transporte, aumentando assim a densidade urbana.

Embora tenha sido realizada a análise entre a variável PEA e TMC, *o teste t* de *Student* da Tabela 4.21 indica haver diferença estatística significativa entre a média da variável PEA da amostra maior e da amostra do decil 8. Essa diferença pode ser resultado da maior PEA registrada em Joinville-SC (281.812) e da menor (152.770) registrada em Vitória da Conquista-BA. Sugerindo que ajustes nestas cidades poderiam trazer efeitos positivos na modelagem. Todavia, por se tratar de um modelo exploratório, optou-se por manter essas cidades na amostra maior.

Tabela 4.21: Comparação entre médias das variáveis DURT no Decil 8

Variável DURT	*Teste t*	Significância.
PEA	4,759	0,005
RPC	0,917	0,401
TMC	0,130	0,902
TMI	0,863	0,428

O nono decil (DC 09) foi formado pelas cidades Divinópolis/MG, Jundiaí/SP, Pelotas/RS, Ponta Grossa/PR e São Vicente/SP. As correlações significativas para o DC 09 estão na Tabela 4.22 e apontam relação estatístistica significativa entre as variáveis PEA e DU (0,894, sig = 0,041) e as variávies RPC e TMI (0,934, sig = 0,020).

Essa relação identificada sugere que cidades com maior PEA tem maior densidade urbana e vice-versa. Uma explicação seria que as atividades econômicas induzem à aglomeração de pessoas nas cidades do perfil das encontradas no decil 9, de modo que cidades de maior atividade econômica tendem a ter maior densidade urbana de pessoas.

A renda per capita tem o potencial de permitir que as pessoas adquiram bens permanentes e de consumo. A leitura da relação entre a RPC e a TMI revela que quanto maior a renda distribuída em uma cidade, maior a tendência das pessoas adquirirem veículos particulares. Essa lógica sugere que pessoas com maior renda tende a ter os veículos particulares como escolha modal para seus deslocamentos.

Tabela 4.22: Correlações de Pearson para o decil 09 (DC 09).

	Variáveis	TMI	Densidade Urbana
Coeficiente de correlação	PEA		0894*
Significância			0,041
Coeficiente de correlação	RPC	0,934*	
Significância		0,020	

*. Correlação significante ao nível de 0,05.

O décimo decil (DC 10) é formado pelas cidades Barueri/SP, Palmas/TO, Pinhais/PR, Poços de Caldas/MG e Vitória/ES. A matriz de correlações para as variáveis do DC 10 são apresentados na Tabela 4.23. Exceto Poços de Caldas, todas essas cidades são localizadas em regiões metropolitanas.

Assim como o decil 04, as cidades do decil 10 mostram relação significativa (Tabela 4.23) entre a quantidade percapita de viagens por passageiros de transporte coletivo com a taxa de motorização de coletivo (0,933, sig = 0,021). Indicativo que

quanto maior a frota destinada a transporte coletivo mais propensas as pessoas dessas cidades estão a utilizar esse modo de transporte.

Esse decil mostra que a atividade econômica é importante para determinar o nível de renda distribuído entre as pessoas da cidades (0,906, sig = 0,034). O nível de renda por sua vez influencia a aquisição de bens permanentes e de consumo, permitindo que as pessoas tenham maior poder econômico que determinará a escolha do modo de transporte.

O aumento excessivo da frota de veículos individuais, principalmente automóveis tem por efeito a escolha dos usuários do sistema de transporte por modos mais ágeis de circulação nas vias. A correlação entre a taxa de motorização individual (TMI) e a taxa de motocicletização (TML) (-0,898; sig = 0,038) são um indicativo de que o cresimento da TML está associado ao crescimento da TMI, sugerindo que aumento da frota individual de veículos causadora de congestionamento nas vias de circulação e de dificuldades de estacionamento, influenciam os usuários do sistema de transporte a recorrem a meios de transporte de maior facilidade nos deslocamentos e estacionamentos como motocicletas.

Tabela 4.23: Correlações de Pearson para o decil 10 (DC 10).

	Variáveis	RPC	TMC	TML
Coeficiente de correlação	VTC/Pop		0,933*	
Significância			0,021	
Coeficiente de correlação				
Significância	PEA	0,906*		
Significância		0,034		
Coeficiente de correlação	TMI			-0,898*
Significância				0,038

*. Correlação significante ao nível de 0,05.

Após a análise das características de cada decil, individualmente, foram realizadas análises sobre as diferenças entre as variáveis para cada decil. As 89 cidades analisadas em conjunto mostram características heterogêneas quanto às variáveis propostas para o modelo. Por isso, o grau de correlação entre variáveis para o conjunto (Tabela 4.24) se mostra menor que para os decis com cidades de características menos heterogêneas.

Tabela 4.24: Correlações de Pearson para o conjunto das 89 cidades.

	Variáveis	PEA	RPC	TMC	TMI	TML	DEL	DU
Coeficiente de correlação	VTC/Pop	0,230*	0,247*	0,310**		-0,373**	-0,270*	0,316**
Significância		0,029	0,019	0,003		0,000	0,010	0,002
Coeficiente de correlação	PEA							0,256*
Significância								0,015
Coeficiente de correlação	RPC			0,222*	0,689**			
Significância				0,035	0,000			
Coeficiente de correlação	TMC				0,416**			
Significância					0,000			
Coeficiente de correlação	TMI							-0,278**
Significância								0,008
Coeficiente de correlação	TML							-0,321**
Significância								0,002
Coeficiente de correlação	DU						-0,419**	
Significância							0,000	

*. Correlação significante ao nível de 0,05.

Todavia, embora menores que as correlações observados nos decis, as variáveis propostas para o modelo mostraram relações significativas entre a quantidade de viagens percapita por passageiro por ano e as variáveis da modelagem (Tabela 4.24).

Os sinais aritméticos positivos de cada variável apontam para o crescimento de viagens (VTC/pop) quando a variável aumenta (PEA: 0,230, sig = 0,029; RPC: 0,247, sig = 0,019 TMC: 0,310, sig = 0,003; DU 0,316, sig = 0,002). Esses resultados confirmam a premissa inicial que essas variáveis tem o potencial de aumentar a quantidade de viagens dos usuários do sistema de transporte por intermédio do transporte coletivo e fortalecem as perspectivas dos sinais aritméticos.

Por sua vez, o sinal negativo aponta para a redução de viagens conforme se verificou quanto às variáveis TML (-0,373, sig = 0,000) e Del (0,270, sig = 0,010). Esse resultado sugere que a taxa de motocicletização e seu aumento agem de modo a reduzir as viagens por transporte coletivo, bem como a forma urbana linear tende a reduzir a quantidade da variável dependente, principalmente por essa forma incentivar o uso de veículos particulares para superar dificuldades relacionadas à relevo e distanciamento de rotas do transporte público.

Vale ressaltar que o aumento da TML associado ao da TMI se justifica pelo fato do acrescimo da taxa de motorização particular intensificar as condições de congestionamento, os tempos de viagens e a necessidade de criação de rotas alternativas

pelos usuários do sistema de transportes, induzindo o usuário a adquirir motocicletas e motonetas para solução desses problemas criados, principalmente, pelos automóveis. Vale destacar, que o aumento dessas taxas também pode ser associado ao aumento da renda distribuída pela população (RPC) (TMC: 0,222, sig = 0,035; TMI: 0,689, sig = 0,000), apontando que o aumento da renda contribui para o aumento da referidas taxas, principalmente pelo maior poder de compra das pessoas e a possibilidade de fazerem mais viagens para atividades de consumo, lazer, educação etc.

A relação entre a densidade urbana e o delineamento das cidades (-0,419, sig = 0,000) tem por interpretação que as cidades de forma urbana linear tendem a ter menor concentração de adensamento de pessoas que as cidades que tendem à forma circular, conforme explicado no decil 2.

4.1.2. Processo de Formulação Gradativa do Modelo

Após os testes para verificação da significância estatística na relação entre as variáveis dependente e independentes, a formulação do modelo contou com a identificação do coeficientes R e do R^2 de cada variável em relação á variável dependente, com a finalidade de avaliar e validar estatisticamente a regressão linear (múltipla).

A variável TML (Tabela 4.25) mostrou isoladamente o melhor poder de explicação da quantidade de viagens percapita. Os testes de significância anteriores revelaram que essa variável como redutora de viagens.

Tabela 4.25: Valores de R para modelos preliminares de uma variável.

Variável independente	R	R^2
TML	0,373	0,139
DU	0,316	0,096
TMC	0,310	0,096
Del.	0,270	0,073
RPC	0,247	0,061
PEA	0,230	0,053
TMI	0,112	0,012

Na expectativa de alcançar melhor coeficiente de determinação foram associadas variáveis duas a duas (Tabela 4.26). Quando combinadas as variáveis que mostraram melhor resultado R foram a Del e a TML (R= 0,460; R2= 0,211), no entanto esse resultado foi similar à combinação entre as variáveis RPC e TML (R= 0,458; R^2= 0,210). Além de ampliar os resultados do coeficiente de determinação, foi possível

observar que nas análises anteriores a variável RPC foi apontada como criadora de viagens, enquanto a variável Del dependeria se a forma fosse linear ou circular.

Tabela 4.26:Valores de *R* para modelos preliminares de duas variáveis.

Variáveis independentes	R	R2
Del, TML	0,460	0,211
RPC, TML	0,458	0,210
DU, TML	0,427	0,182
PEA, TMC	0,418	0,175
RPC, DU	0,417	0,174
DU, TMC	0,416	0,173
PEA, TML	0,413	0,170
Del., TMC	0,406	0,165
DU, TMI	0,378	0,143
RPC, Del.	0,361	0,130
RPC, TMC	0,360	0,130
DU, PEA	0,352	0,124
DU, Del.	0,350	0,123
Del., PEA	0,340	0,116
RPC, PEA	0,327	0,107
Del., TMI	0,310	0,096
PEA, TMI	0,267	0,071
RPC, TMI	0,260	0,068

Ainda com a finalidade de encontrar a melhor combinação de variáveis (Tabela 4.26), a variáveis foram associadas três a três obtendo-se como melhor combinação os resultados da Tabela 4.27.

Tabela 4.27: Valores de *R* para modelos preliminares de três variáveis.

Variáveis independentes	R	R^2
RPC, Del, TML.	0,528	0,279
RPC, TMC, TML	0,517	0,267
RPC, PEA, TML	0,480	0,235

As variáveis foram progressivamente incluídas e combinadas até a inclusão de todas as variáveis previstas para o modelo, inclusive as qualitativas (dummy). Os resultados constam na Tabela 4.28.

Tabela 4.28: Valores de R e R2 de correlação entre variáveis independentes e dependente.

Variáveis independentes	R	R2
RPC, PEA, DU, Del., TMC, TML, TMI, RM, multiforma	0,611	0,373
RPC, PEA, DU, Del., TMC, TML, TMI, RM	0,609	0,371
RPC, PEA, DU, Del., TMC, TML, TMI, Multiforma	0,608	0,370
RPC, PEA, DU, Del., TMC, TML, TMI	0,607	0,368
RPC, PEA, DU, Del., TMC, TMI	0,607	0,368
RPC, PEA, DU, Del., TML, TMI	0,563	0,317
RPC, PEA, DU, Del., TML	0,553	0,306
RPC, PEA, DU, Del., TMC, TMI	0,527	0,278
RPC, PEA, DU, Del., TMC	0,524	0,275
RPC, PEA, DU, Del., TMI	0,462	0,213
Del, TML	0,460	0,211
RPC, TML	0,458	0,210
RPC, DU, Del.	0,438	0,192
RPC, PEA, DU	0,437	0,191
DU, TML	0,427	0,182
PEA, TMC	0,418	0,175
RPC, DU	0,417	0,174
DU, TMC	0,416	0,173
PEA, TML	0,413	0,170
RPC, PEA, Del.	0,409	0,167
Del., TMC	0,406	0,165
DU, TMI	0,378	0,143
TML	0,373	0,139
RPC, Del.	0,361	0,130
RPC, TMC	0,360	0,130
DU, PEA	0,352	0,124
DU, Del.	0,350	0,123
Del., PEA	0,340	0,116
RPC, PEA	0,327	0,107
DU	0,316	0,090
TMC	0,310	0,096
Del., TMI	0,310	0,096
Del.	0,270	0,073
PEA, TMI	0,267	0,071
RPC, TMI	0,260	0,068
RPC	0,247	0,061
PEA	0,230	0,053
TMI	0,112	0,012

Observando a Tabela 4.28 verifica-se que as variáveis TML, DU, TMC e Del tem maior potencial de explicar a VTC/pop isoladamente, superando o poder de

explicação de variáveis combinadas, isso aponta para a possibilidade de maior importância dessas variáveis para a explicação das variações nos valores de VTC/pop.

4.1.2. – Pressupostos para Regressão Múltipla.

Os pressupostos para a regressão múltipla foram levantados na pesquisa do referencial teórico e constam na tabela 4.24. Embora conste no tópico roteiro metodológico, convém reiterar que os dados para regressão referem-se aos anos de 2009 a 2014. Esses dados foram dispostos em uma única coluna do *softwar*e Excel e importados para o SPSS.

A justificativa desse procedimento foi o fato de não haver dados disponíveis sobre a divisão modal, as quantidades levantadas de viagens por transporte público coletivo e, ainda, as quantidades de viagens fornecidas foram diferentes nas cidades entre si. Todavia, foi considerado que as mudanças das variáveis não teriam sofrido alterações significativas entre esses anos. Vale também ressaltar que a quantidade da frota utilizada para cálculo da taxa de motorização de transporte coletivo foi a frota de ônibus e micro-ônibus levantadas no portal do DENATRAN. O ideal seria utilizar a frota de veículos coletivos cadastrados no transporte público, no entanto, essa informação não foi obtida. Por consequência, a quantidade de veículos coletivos teve incluída a frota de ônibus particulares e também os destinados ao transporte intermunicipal.

Associado ao cálculo dos coeficientes das variáveis independentes obtidos a partir da regressão múltipla foram verificados se os pressupostos para essa regressão seriam atendidos (Tabela 4.29). Os resultados foram satisfatórios, apontando para a viabilidade da elaboração do modelo para o conjunto de dados utilizados.

Tabela 4.29: Resultados dos testes para regressão múltipla.

Pressuposto - Teste	Resultado			Interpretação
R	0,611			Quanto mais próximo de 1 melhor
R²	0,373			
Normalidade	KS	teste = 0,761	Sig. = 0,609	Sig < 0,05 há violação do pressuposto
Ausência de autocorrelação serial	D-W[2]	2,350		Satisfatório se resultado do teste próximo de 2.
Homocedasticidade	P-P3	0,403		Sig < 0,01 há violação do pressuposto.
Multicolinearidade	Tolerance[4]	PEA	0,849	entre 0,1 e 1 aceitável
		RPC	0,477	
		Densidade Urbana (ha)	0,557	
		TMC	0,693	
		TMI	0,359	
		TML	0,830	
		Delineamento (Au/Ac)	0,776	
		Dummy RM	0,940	
		Dummy Multiforma	0,841	

O coeficiente *R* para a equação formada é de 0,611, indicando que cerca de 61,1% dos dados se adequam à curva da equação. O R^2 calculado na regressão foi 0,373. Embora seja um valor distante de 1, para efeito deste modelo foi considerado satisfatório devido às características heterogêneas das cidades que formam o conjunto sob análise.

Essa lógica surge a partir do fato que essas cidades quando particionadas em Quartis mostram características menos heterogêneas devido à seleção por esse critério e R^2 elevado (Tabela 4.30). Todavia, há de se ressaltar que os quartis são formados por menores quantidades de cidades (n) que o conjunto total.

Tabela 4.30: Resultados R^2 por Quartil.

Quartil	n	R	R^2
1	40	0,767	0,588
2	20	0.602	0,362
3	16	0,832	0,692
4	14	0,982	0,964

Ao agrupar essas cidades diferentes entre si em um mesmo conjunto, tem-se por consequência natural a redução do R^2. Os coeficientes calculados para o conjunto das 89

cidades constam na Tabela 4.31 e formam a equação que representa o modelo para explicação da mobilidade urbana nessas cidades.

Tabela 4.31: Coeficientes da Regressão.

Constante	PEA	RPC	densidade urbana há	DEL proxy Au/Ac	tmc	tml	tmi	Desenho Multiforma	Rm
42,820	1,095	29,562	0,049	-39,141	4,679	-0,202	-0,242	4,253	-3,784

A Equação (4.1) representa o modelo elaborado para o conjunto de 89 cidades.

$$\boldsymbol{VTC/_{Pop}} = \mathbf{42,8} + \mathbf{1,1} * \boldsymbol{PEA} + \mathbf{29,6} * \boldsymbol{RPC} + \mathbf{4,7} * \boldsymbol{TMC} - \mathbf{0,24} * \boldsymbol{TMI} - \mathbf{0,20} * \boldsymbol{TML} + \mathbf{0,05} * \boldsymbol{DU} - \mathbf{39,141} * \boldsymbol{Del} - \mathbf{3,8} * \boldsymbol{RM} + \mathbf{4,3} * \boldsymbol{Multif}. \quad (4.1)$$

Onde:

VTC/Pop: proxy de mobilidade urbana

PEA: população economicamente ativa/10000

RPC: renda per capita/1000

TMC: taxa de motorização de veículos coletivos (frota/população*1000)

TMI: taxa de motorização de veículos individuais (frota/população*1000)

TML: taxa de motorização de motocicletas (frota/população*1000)/100

DU: densidade urbana

RM: dummy para cidades de Regiões Metropolitanas

Multif: dummy para cidades multiforma

4.2 Aplicação do Modelo

Formulado o modelo (equação 4.1), fez-se necessário a verificação da aplicabilidade do mesmo. Embora os dados relativos às quantidades de viagens por transporte coletivo sejam escassos, foi possível identificar dados na *internet* referentes a Cascavel, Florianópolis e Sorocaba.

Dessas cidades somente Cascavel faz parte do conjunto de dados usado para modelagem. O fato das outras duas não terem participado com dados na formulação do modelo serve para verificar se este seria adequados a outras cidades.

4.2.1 Aplicação do Modelo na cidade de Cascavel

Cascavel está localizada no estado do Paraná, na região Sul do País. Sua população estimada no ano 2015 pelo IBGE foi de 312.778 pessoas. Sua área urbana medida foi de 8.500 ha e a área do círculo para o cálculo *índice F* foi de 17.662,5 ha, resultado em um valor de 0,0481 para esse índice - calculado de acordo com a fórmula de *índice F* indica uma caracterização de delineamento tendente a linear.

De acordo com o estabelecido no método para tipologia do desenho urbano, o traçado da malha viária da cidade (*mv*) pode ser classificado como um traçado do tipo Ortogonal.

Para a aplicação do modelo criado na cidade de Cascavel, foram utilizados dados relativos aos anos de 1993 a 2012. Entre esses, os anos de 1993 e 2002 foram realizadas 213 milhões de viagens, sendo a quantidade média de 82,1 viagens por ano. Comparando os períodos 1993-2002 e 2003-2012 identificou-se redução de 10,3 viagens entre os períodos, resultando na redução de 12,2 milhões de viagens.

A comparação entre a variável dependente VTC/pop real e a estimada pelo modelo (Tabela 4.32) apontou erro médio de 19,8% com amplitude -1,0% 45,0%.

Tabela 4.32: Viagens Médias entre 1986-2004 e Estatística do erro

Média de Viagens estimadas	erro médio	variância do erro	desvio padrao
82,21	18,62	298,37	17,27
	19,8%	2,7%	16%

As diferenças entre os valores observados e os calculados pelo modelo são apresentadas no Gráfico 4.1.

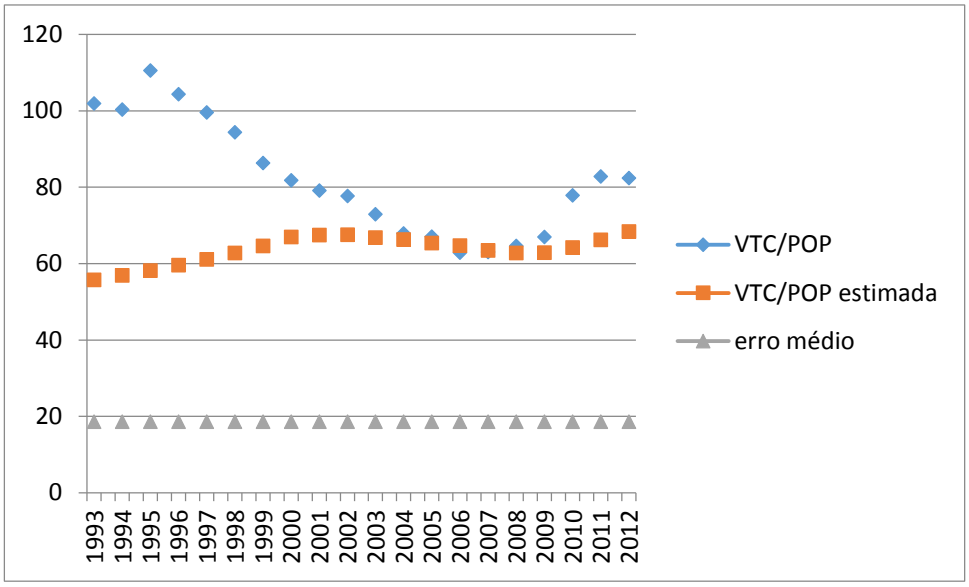


Gráfico 4.1: Comparativo entre projeção do modelo e dados reais para VTC/pop.

Observa-se que no início da série temporal os valores calculados (estimados) pelo modelo estavam distantes dos valores fornecidos pela ANTP, no entanto, à medida que os anos se aproximaram aos anos passados mais próximos a 2012 essa diferença reduziu.

Tabela 4.33: Formação quantitativa das Viagens de Passageiros por Transporte Coletivo.

	vtc/pop	PEA	RPC	TMC	TMI	TML	DU	del
1993	55,3	9,4	10,4	20,0	-1,1	-8,4	1,1	-18,8
% na participação de viagens		16,9%	18,9%	36,2%	-2,0%	-15,2%	2,0%	-34,0%
2002	67,4	13,3	22,2	15,8	-0,8	-8,5	1,4	-18,8
% na participação de viagens		19,8%	32,9%	23,5%	-1,2%	-12,7%	2,0%	-28,0%
2012	68,4	16,9	33,9	21,6	-1,1	-28,5	1,6	-18,8
% na participação de viagens		24,8%	49,6%	31,6%	-1,6%	-41,7%	2,3%	-27,5%

De acordo com a Tabela 4.33, a variável de maior destaque na criação de viagens no ano 1993 foi a TMC (36,2%), enquanto a que mais influenciou na redução de viagens foi a Del (-34,0%). No ano 2002, a variável que mais influenciou na criação foi a RPC (32,9%) e na redução foi a Del (-28,0%). No ano 2012 a variável RPC reincidiou como a que mais criou viagens (32,9%) e a TML a que mais reduziu (-28%).

Vale ressaltar que esses valores resultaram da aplicação de dados específicos da cidade ao modelo.

4.2.2 Aplicação do Modelo na cidade de Florianópolis

O município de Florianópolis está localizado no estado de Santa Catarina, na região Sul do país. Sua população estimada pelo IBGE para o ano de 2015 foi de 469.690 pessoas. De acordo com medição realizada pelo SOMABRASIL, sua área urbana é 8.610 ha e área do círculo para o cálculo de índice de forma é 124.284 ha, acarretando em um valor de 0,069 para este índice - calculado de acordo com a equação 2.1 caracterizando o delineamento da cidade tendente a linear. De acordo com o estabelecido no método para tipologia do desenho urbano, o traçado da malha viária da cidade (*mv*) pode ser classificado como um traçado do tipo Ortogonal .

Os coeficientes do modelo criado foram aplicados aos dados referentes a 1986 e 2004, calculando-se a quantidade de viagens percapita por passageiros (VTC/pop) e, em seguida, calculado o erro médio, a variância, o desvio padrão desse erro e sua representação percentual (Tabela 4.34).

Tabela 4.34: Viagens Médias entre 1986-2004 e Estatística do erro

Média de Viagens estimadas	erro médio	variância do erro	desvio padrao do erro médio
208,45	106,41	831,53	28,84
	50,2%	0,8%	9%

Devido a esse *erro*, a quantidade de viagens reais e a estimada teve significativa variação. Entretanto, uma justificativa para esse caso é o fato de Florianópolis ser uma cidades de características distintas de todas as demais que formam a amostra para modelagem, principalmente por estar localizada em uma ilha, servida por modos de transporte hidroviários. Vale ressaltar que esses valores resultaram da aplicação de dados específicos da cidade ao modelo.

Tabela 4.35: Formação quantitativa das Viagens de Passageiros por Transporte Coletivo.

	VTC/POP estimada	PEA	RPC	TMC	TMI	TML	DU	DEL	RM
1986	92,1	9,9	22,2	38,1	-1,5	-12,9	-0,1	-2,7	-3,8
% na participação de viagens		11%	24%	41%	-1,6%	-14,0%	-0,1%	-2,9%	-4,1%
1995	99,7	14,3	32,2	27,6	-1,1	-9,3	-0,2	-2,7	-3,784
% na participação de viagens		14%	32%	28%	-1,1%	-9,4%	-0,2%	-2,7%	-3,8%
2005	116,3	21,7	46,6	26,4	-1,0	-13,5	-0,2	-2,7	-3,784
% na participação de viagens		19%	40%	23%	-0,9%	-11,6%	-0,2%	-2,3%	-3,3%

Pela análise da Tabela 4.35 verifica-se que em 1986 a taxa de transporte coletivo teve maior participação na criação da variável dependente, porém, nos anos 1995 e 2005 a variável RPC foi a que mais contribuiu na formação de viagens. Uma justificativa para essa mudança reside na tendência de redução ou estagnação do aumento da frota de ônibus ao longo de décadas e o aumento da RPC decorrente do desenvolvimento econômico vivido pelas classes sociais naquelas décadas.

Embora a taxa de motorização de veículos particulares tenha sido crescente e tenha o potencial de reduzir viagens no transporte coletivo, a variável independente que mais contribuiu para a redução da variável dependente foi a taxa de motocicletização (TML). Essa informação está alinhada à análise do R^2 que apontaram essa variável com maior poder de explicação (individualmente) da variável dependente.

A forma da cidade de Florianópolis representada pela variável Del tende à linear. Essa informação está alinhada à lógica que cidades do tipo linear surgem de uma necessidade do uso de transporte motorizados para os deslocamentos de pessoas no espaço urbano.

Quanto à localização, a variável dependente RM mostra participação negativa na formação de viagens percapita por pessoa por transporte coletivo por ônibus. Uma explicação reside no fato de regiões metropolitanas terem outros modos de transporte coletivos não abrangidos nesta pesquisa. Por isso, o fato dessa variável reduzir viagens nesse modelo não significa que por si só regiões metropolitanas tendem a ter menor transporte coletivo.

4.2.3 Aplicação do Modelo na cidade de Sorocaba

Sorocaba é uma importante cidade localizada na região metropolitana do estado de São Paulo. O Produto Interno Bruto (PIB) da cidade foi o 20º maior entre as cidades brasileiras no ano de 2013 (IBGE, 2016) e sua população total estimada para 2015 foi de 644.919 pessoas (IBGE, 2106a). A área urbana da cidade foi calculada em 15.291 ha, enquanto a área do círculo para cálculo do índice de forma foi de 42.983 ha, resultando em um índice de 0,36 a partir do qual concluiu-se que o delineamento da cidade tende a linear. De acordo com o Denatran haviam 3.100 unidades de veículos de transporte motorizado coletivo em 2014, incluindo veículos para uso público, particular e prestadores de serviços em outros cidades.

Entretanto, essa cidade apresenta externalidades negativas do sistema de transporte que tem por paradigma o automóvel, como por exemplo, emissões de poluentes causadores dos gases de efeito estufa, poluição atmosférica e sonora, doenças respiratórias, sedentarismo, irritabilidade, perda de tempo em congestionamentos, acidentes e comprometimento de grande parte da renda das pessoas.

Para exemplificar, de acordo o Ministério da Sáude foram registrados em Sorocaba 1.754 atendimentos por serviços hospitalares motivados por acidentes de trânsito entre o período entre janeiro de 2008 e maior de 2016 ao custo de R$ 3,2 milhões por serviços hospitalares, 742 mil por serviços de natrureza profissional e 13.842 dias de internações na rede hospilar. Desses acidentes registrados 70 resultaram em morte. Além dos custos econômicos e financeiros esses acidentes impuseram sofrimentos e custos humanos aos acidentados e suas famílias.

Ainda exemplificando as externalidades negativas o DATASUS (2014) aponta que o índice de poluição no ar de Sorocaba estava, em 2014, acima do nível considerado como limite pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e que a cidade figurava "como o 9º município onde mais pessoas morreram por doenças respiratórias, cânceres e outros agravos à saúde, com 186 registros".

Embora o DATASUS não relacione esses dados diretamente à poluição provocada pelo transporte, autores apontam que o sistema de transporte motorizado é causador de poluição e que a saúde pública arca com os custos dos tratamentos de doenças causadas por emissões de gases na atmosfera originadas dos veículos

motorizados, como por exemplo Guimarães e Lee (2010), Tavares *et al* (2010), Carvalho (2011a), Gondelach (2012) e Pollet *et al* (2012).

Além das externalidades negativas relacionadas aos acidentes e poluição, os congestionamentos no trânsito são problemas que tendem a se agravar. De acordo com o diagnóstico no Plano Diretor de Transporte Urbano e Mobilidade, a previsão é que em 15 anos haja "*aumento de 9% no tempo médio de viagem do modo coletivo e de 16% no modo individual e significativa redução das velocidades médias para ambos os modos, por consequência, espera-se aumento do congestionamento*".

Entre 2002 e 2014 foram realizadas 52,43 milhões de viagens por ano na cidade de Sorocaba. Embora tenha havido aumento de viagens se comparados o primeiro ano em análise (2002, 52,5 milhões) e o último (2014, 60 milhões), nesse período houve redução de 101 viagens percapitas por habitantes para 94 viagens.

Comparando-se as viagens por intermédio da aplicação do modelo, essa redução também é revelada, de 91 VTC/pop para 81 VTC/pop. A comparação entre a variável dependente VTC/pop real e a estimada pelo modelo apontou erro médio de 7% com amplitude 0,0% e 20,30%.

Tabela 4.36: Viagens Médias entre 2002-2014 e Estatística do erro

Média de Viagens estimadas	erro médio	variância do erro	desvio padrao
82,21	6,61	27,25	5,22
	7,0%	0,3%	5%

A variação entre a variável VTC/pop real e estimada e o erro médio está representado no gráfico 4.2.

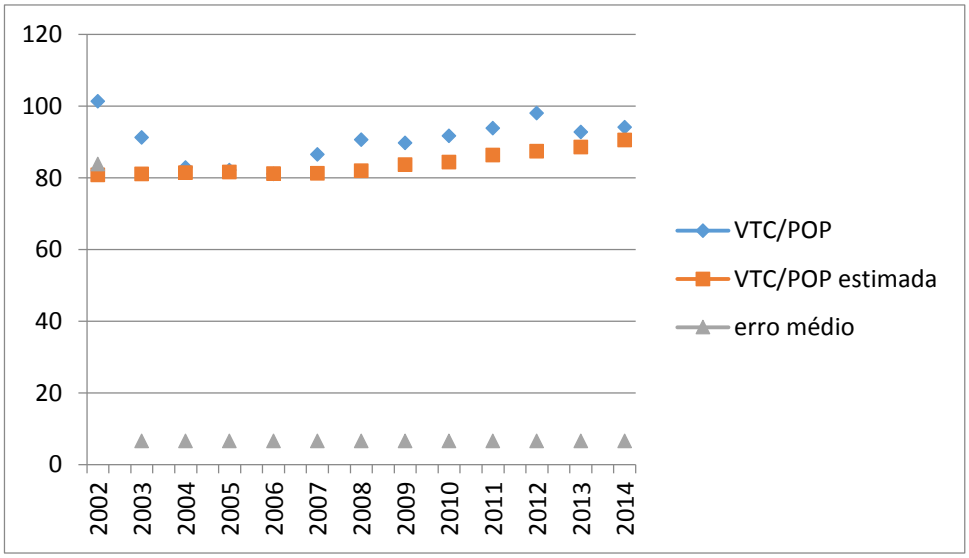


Gráfico 4.2: Comparativo entre projeção do modelo e dados reais e estimados para VTC/pop.

Para entender quais as variáveis mais influenciaram a formação dessas viagens percapitas por habitante por ano em Sorocaba, assim como aconteceu nos casos de Florianópolis e Cascavel, foi verificada a participação das variáveis independentes na formação da variável dependente (Tabela 4.37).

Tabela 4.37: Formação da VTC/população pelo modelo.

	vtc/pop estimada	PEA	RPC	TMC	TMI	TML	DU	Del	DESENHO Multiforma
2002	80,80	26,44	27,39	16,48	-0,69	-9,99	2,18	-28,07	4,25
% na participação de viagens		33%	34%	20%	-1%	-12%	3%	-35%	5%
2007	81,30	30,48	30,54	16,91	-0,84	-17,22	2,43	-28,07	4,25
% na participação de viagens		37%	38%	21%	-1%	-21%	3%	-35%	5%
2013	84,69	32,27	34,94	23,81	-1,28	-26,70	2,64	-28,07	4,25
% na participação de viagens		38%	41%	28%	-2%	-32%	3%	-33%	5%

As variáveis que mais se destacaram na criação e redução de viagens por habitantes foram respectivamente a RPC e a Del. Nos resultados dos testes de correlação mostrados na Tabela 4.24 para relação entre VTC/pop _RPC (correlação de Pearson = 0,247, sig = 0,019) e (VTC/pop _TML, correlação de Pearson = -0,373, sig = 0,003). também tiveram destaque, portanto, os resultados dos cálculos de participação na formação de viagens estão alinhados aos resultados estatísticos. Vale ressaltar que o potencial de redução de viagens pela variável delineamento superou o percentual de

criação de viagens pela renda percapita no ano 2002 e se manteve constante nos demais períodos, sugerindo que a forma urbana das cidades é determinante para a quantidade de viagens que as pessoas fazem por transporte coletivo, reforçando-se a lógica que cidades de forma linear influenciam a opção por outros modos de transporte ao invés do transporte coletivo por ônibus.

Por outra perspectiva, a medida que a participação das variáveis que criam viagens aumenta e mantida a forma urbana da cidade, a participação do delineametno na formação de viagens diminui, posto que tem valor constante. Por efeito, se o delineamento tende a circular (mais próximo de um) maior será a quantidade de viagens reduzidas, enquanto se tender a linear (mais próximo de zero) menor será a quantidade reduzida de viagens. Essa lógica pode ser visualizada ao comparar-se o produto entre os coeficientes e a quantidade de variáveis DURT na Tabela 4.38.

Tabela 4.38: Viagens por estimadas por variáveis DURT

Ano	VTC/POP amostra	VTC/POP estimada	Viagens PEA_10000	Viagens RPC_1000	Viagens TMC	Viagens DU	Viagens DEL	Viagens TML	Viagens TMI
2002	101,35	80,80	26,44	27,39	16,48	2,18	-28,07	-9,99	-0,69
2003	91,26	81,08	27,20	27,99	16,26	2,22	-28,07	-10,88	-0,71
2004	82,85	81,41	27,99	28,61	16,20	2,32	-28,07	-11,97	-0,74
2005	82,14	81,63	28,80	29,24	16,36	2,38	-28,07	-13,38	-0,76
2006	81,13	81,15	29,63	29,88	16,44	2,43	-28,07	-15,43	-0,80
2007	86,51	81,30	30,48	30,54	16,91	2,43	-28,07	-17,22	-0,84
2008	90,67	81,96	31,36	31,21	17,95	2,42	-28,07	-19,10	-0,89
2009	89,76	83,73	32,27	31,90	19,31	2,46	-28,07	-20,27	-0,94
2010	91,76	84,43	33,20	32,73	20,07	2,46	-28,07	-22,01	-1,03
2011	93,85	86,39	34,15	33,45	22,53	2,50	-28,07	-24,12	-1,12
2012	98,08	87,39	35,14	34,19	23,30	2,52	-28,07	-25,56	-1,20
2013	92,76	88,57	36,15	34,94	23,81	2,64	-28,07	-26,70	-1,28
2014	94,13	90,53	37,20	35,71	24,49	2,68	-28,07	-27,23	-1,32

Isso faz sentido se considerarmos que cidades lineares facilitam a circulação de veículos automotores (inclusive ônibus) e que cidades circulares incentivam outros modos de transportes de menores tamanhos ou deslocamentos a pé.

4.3 Comparação dos Resultados nas cidades de aplicação do modelo

Comparando-se o Gráfico 4.1 e Gráfico 4.2, o melhor resultado na aplicação do modelo foi a cidade de Sorocaba, por apresentar resultados estimados mais próximos da quantidade de viagens reais que as outras cidades.

A diferença percentual entre a média das viagens estimadas pelo modelo formulado nesta pesquisa e a quantidade de viagens percapitas coletadas foi 6,6%, enquanto em Cascavel esse percentual foi de 23% e em Florianópolis foi de 51%.

A aplicação do modelo nessas três cidades revela a importância que as variáveis tem na formação de viagens por transporte coletivo. De acordo com o que mostra o Gráfico 4.1, em Cascavel as variáveis que mais criam viagens são a RPC, PEA e TMC, enquanto como redutora de viagens sobressai a forma urbana (delineamento).

O aumento da RPC permitiria a maior quantidade de deslocamentos de pessoas pelo sistema de transporte, motivado principalmente pelo maior acesso aos modos de transporte e ampliação de atividades. De acordo com Carvalho e Pereira (2011), a renda *per capita* conduz a uma tendência de aumento dos números de usuários do sistema de transporte. Silva (2011) entende que a RPC também determina as distâncias de viagens em quilômetros.

Em Florianópolis preponderam na criação de viagens a RPC e a TMC e a TML se mostra como a principal redutora de viagens. Em Sorocaba, PEA e a RPC são as variáveis que mais criam viagens, enquanto a TML a que tem maior potencial redutor.

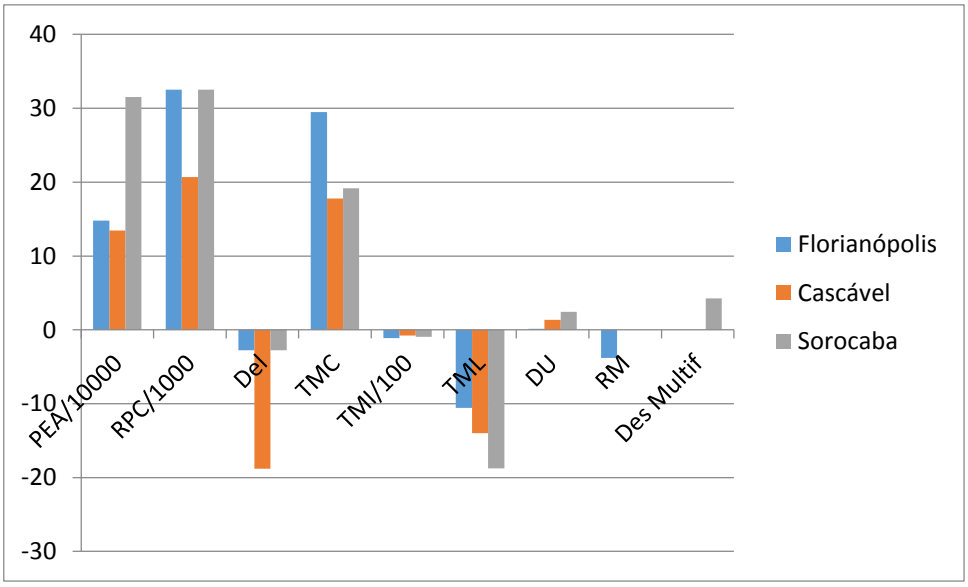


Gráfico 4.3: Comparativo de formação de viagens por DURT

Observa-se no Gráfico 4.3 que no caso da cidade Cascavel a forma urbana representada pela variável delineamento (Del) teve maior participação (negativa) na formação de viagens que nas outras cidades, superando a redução de viagens provocada pelo aumento da taxa de motorização por transporte particular e a taxa de motocicletização, provocadas pelo aumento das frotas dos respectivos veículos.

A variável delineamento (Tabela 4.39) em Florianópolis teve menor participação na redução de viagens que a variável RM que determina a localização em região metropolitana (-3,8 viagens). Se comparadas as reduções da TMI nas três cidades verifica-se que não há diferenças significativas na redução de viagens provocadas por essa variável, sugerindo que o fato de uma cidade estar em região metropolitna não seria a justificativa dos usuários do sistema de transportes deixarem de fazer viagens por transporte coletivo (ônibus). Uma explicação seria que as cidades de região metropolitana têm outros modos de transporte coletivos à disposição ou fazem uso de transporte intermunicipal, cujos veículos estão registrados em outra cidade.

Tabela 4.39: Valores médios das variáveis DURT

		PEA/10000	RPC/1000	Del	TMC	TMI	TML	DU	RM	Des Multif	Vtc/pop médio estimado
Coeficientes	Constante = 42,82	1,095	29,562	-39,141	4,679	-0,242	- 0,202	0,049	-3,784	4,253	
médias das variáveis DURT	Cascavel	12,3	0,7	0,48	3,8	3,1	69,3	27,8	0	0	
	Florianópolis	13,5	1,1	0,07	6,3	4,6	52,2	3,3	1	0	
	Sorocaba	28,8	1,1	0,07	4,1	3,9	92,9	49,7	0	1	
(Coeficiente * Valor médio da variável) e /(VTC/pop calculado médio)	Cascavel	13,46	20,69	-18,78	17,78	-0,75	-13,99	1,36	0	0	62,6
	Florianópolis	14,78	32,51	-2,73	29,47	-1,11	-10,54	0,16	-3,784	0	101,6
	Sorocaba	31,53	32,51	-2,73	19,18	-0,94	-18,76	2,43	0	4,253	110,3

Nota 1: Cidade de Região Metropolitana (RM=1) e Cidade no interior dos estados (Isolada = 0);
Nota 2: Cidade com desenho em forma de Blocos (*dummy*=0); cidades com desenho multiforma (*dummy*=1)

Embora a taxa de transporte particular seja redutora de víagens, o modelo revela que a taxa de motocicletização tem maior força de redução. Comparando a TMI com a densidade urbana, ainda que o coeficiente daquela seja menor, a DU compensa os efeitos redutores provocados pela TMI ao criar mais viagens positivas. Portanto, a DU

se mostra uma variável capaz de ser utilizada como instrumento de planejamento para criação de viagens por transporte coletivo, principalmente em cidades com menor RPC e TMC, como por exemplo Cascavel.

As três cidades em análise tiveram em comum o potencial da taxa de motocicletização reduzir viagens sustentáveis. O aumento de motocicletas tem sido comum nas cidades médias. Aparentemente uma solução aos problemas de mobilidade pois na perspescitiva das pessoas terem mais agilidade e custos baixos, todavia, com riscos para a segurança e efeitos sobre a saúde pública decorrente dos atendimentos e manutenção de acidentados.

Soluções aos problemas causados pelo transporte particular devem ter por base o processo de integração entre os atores dos sistemas de transporte (usuários, operadores do transporte público, sociedades civil representada por comerciantes e prestadores de serviços etc).

4.3.1 Outras Possibilidades de Aplicação dos Modelos

Esse modelo mostra-se com potencial de auxíliar na formulação de políticas públicas relacionadas à mobilidade urbana das cidades estudadas, permitindo ao gestor público utilizá-lo como instrumento de explicação da mobilidade para tomar ações preventivas ou interventivas, com dosagem das variáveis visando o atingimento de metas.

Por exemplo, o caso específico de Florianópolis indicou que a taxa de transporte público coletivo influenciou mais na formação de viagens se comparada à Cascavel e Sorocaba, sugerindo que a criação de mecanismos para aumentar as quantidades das variáveis formadoras de viagens e inibir o crescimento das variáveis que reduzem a variável dependente do modelo, com consequente redução da mobilidade urbana sustentável deve ser o foco de políticas públcas para o transporte de pessoas.

Entre as políticas públicas a serem consideradas estão o incentivo ao aumento da frota com concessão de incentivos fiscais ao transporte coletivo, a estipulação de previsão contratual de ampliação da frota no processo de licitação para permissão ou concessão, o planejamento urbano que torne a forma da cidade mais adequada ao transporte coletivo, como por exemplo influenciando no desenho urbano das cidades tanto quanto ao delineamento quanto ao desenho da malha viária, o estímulo do transporte público, como por exemplo redução de tempos de espera e de viagens,

políticas de integração física e tarifária, criação de faixas exclusivas para transporte coletivo, etc.

Quanto às ações que visam a redução da taxa de motorização de transporte particular e, principalmente, de motocicletização, sugere-se a adoção de políticas de controle e fornecimento de habilitação para a direção desses veículos, impondo critério mais rigorosos para liberação dessa habilitação e uso desses veículos por pessoas não habilitadas, bem como políticas de estacionamento oneroso, pedágios urbanos e restrição de circulação em horários ou dias específicos.

Essas políticas poderiam ser traçadas a partir de metas para melhoria da variável dependente. Por exemplo, considerando seja estabelecida a meta de aumento de 5% na variável VTC/pop entre perídos determinados, seria necessário responder à seguinte pergunta: "Quanto aumentar ou reduzir nas variáveis independentes para alcançar a meta desejada?" O incentivo ou desincentivo a uma das variáveis poderia permitir o alcance dessa meta.

Para exemplificar, em Sorocaba no ano 2010 foram estimadas 84,4 viagens percapitas por transporte coletivo por habitante. Um aumento de 5% equivaleria a 88,66 VTC/pop no ano no qual se pretenderia alcançar a meta. Esse aumento poderia ser alcançado com uma política que visasse uma ou mais variáveis independentes DURT específicas.

A Tabela 4.40 mostra o quanto deveria ser acrescido em somente uma das variáveis para alcançar a meta pretendida nessa suposição. Ressalta-se que as variáveis que trariam melhor resultado no caso de intervenção são as taxas de motorização de coletivos e de motocicletização.

Esses dados revelam que as variáveis de maior influência são de intervenção mais simples se comparadas às demais, que necessitam de ações de natureza macroeconômica para sua modificação, enquanto a TMC e TML em tese poderiam ser objeto de ações diretas de financiamento e subsídio.

Tabela 4.40: Variação em variáveis DURT para alcance de metas para a VTC/pop

	PEA/10000	RPC/1000	Del	TMC	TMI	TML	DU	Constante
								42,82
Coeficientes	1,095	29,562	-39,141	4,679	-0,242	-0,202	0,049	
Quantidade média da variável	30,316	1,107	0,717	4,290	4,244	108,942	50,293	4,253 (Desenho Multiforma)
% de aumento/ redução da variável	12,7%	12,9%	-15,0%	21,1%	-100,0%	-19,2%	171,5%	
	37,42	32,73	-28,07	20,07	-1,03	-22,01	2,46	88,66
	33,20	36,95	-28,07	20,07	-1,03	-22,01	2,46	88,66
	33,20	32,73	-23,85	20,07	-1,03	-22,01	2,46	88,66
	33,20	32,73	-28,07	24,30	-1,03	-22,01	2,46	88,66
	33,20	32,73	-28,07	20,07	1,03	-22,01	2,46	86,49
	33,20	32,73	-28,07	20,07	-1,03	-17,78	2,46	88,66
	33,20	32,73	-28,07	20,07	-1,03	-22,01	6,69	88,66

4.4 Síntese do capítulo

A variável dependente do modelo foi representada pela *proxy* resultante do número de viagens por transporte coletivo *per capita* realizadas em uma cidade (VTC/pop). Essa *proxy* visou superar as lacunas de dados sobre a divisão modal e criar um modo de medida da mobilidade representado por viagens no espaço urbano associado ao uso de variáveis independentes que incorporam dados populacionais e econômicos e relativos ao sistema de transporte e forma urbana da cidade.

Os sinais aritméticos previstos para as variávies independentes na metodologia se confirmaram pela análise estatística de correlação e apontaram as variáveis população economicamente ativa, renda percapita, taxa de motorização de transporte coletivo, densidade urbana e a forma urbana de tipologia multiforma criadoras de viagens, enquanto as variáveis taxa de motorização de transporte individual, taxa de motocicletização, delineamento e região metropolitana foram redutoras de viagens de acordo com o modelo.

As variáveis taxa de motorização de transporte coletivo e a renda percapita se destacaram quanto à participação na criação de viagens. Os resultados foram coerentes com pesquisas realizadas por outros pesquisadores e com a lógica que maior a quantidade de transporte coletivo para uso das pessoas maior quantidade de viagens será

realizadas. Embora a renda possa permirtir a aquisição de veículos, o modelo a apontou como uma importante variável para criação de viagens por transporte sustentável.

As variáveis taxa de motocicletização e delineamento tiveram destaque como redutoras de viagens, superando a taxa de motorização de transporte individual. Isso revela que as motocicletas e motonetas representam uma opção modal com maior competividade em relação aos modos de transporte coletivo, de forma que, em comparação com os automóveis, as motocicletas representam um meio de transporte mais atrativo para os potenciais usuários de transporte coletivo e portanto exercem maior influência sobre o número de viagens. Os motivos com potencial de justificar a aceitação e opção das pessoas pelas motocicletas e similares são o baixo custo de aquisição, o baixo custo de manutenção, a facilidade de deslocamento nas vias de circulação, etc.. No entanto, esse tipo de veículo oferece risco de acidentes com resultados mais danosos aos usuários.

A forma urbana foi abordada atráves de variáveis quantitativas e qualitativas para representar, pela inserção do índice *F* descrito por Ferrari (1982) e usado por geógrafos para medir a configuração espacial das cidades, como uma forma de classificar as cidades para explorar os efeitos da forma urbana nas criação de viagens percapita por transporte coletivo e pela criação de uma tipologia resumida de desenhos urbanos e de localização das cidades.

A variável Delineamento possibilitou identificar uma relação quantitativa entre a quantidade de viagens criadas e a forma tendente a circular ou linear das cidades, enquanto as variáveis relativas à localização permitiram quantificar os efeitos da posição das cidades em regiões metropolitanas ou no interior dos estados e a o desenho urbano os efeitos do desenho na formação da variável dependente.

Ainda em relação à variável delineamento, assumindo-se que o principal fator que exerce influência para uma forma linear das cidades é o relevo acidentado ou a localização margeando rios ou em litorais, os resultados sugerem que cidades com geometria mais circular podem ofecerer melhor performance ou necessidade de elaboração de linhas de transporte coletivo que atendam de modo eficaz o território do município, enquanto cidades com mais irregularidades (lineares) podem incluir pontos nos quais sejam necessárias baldeações ou caminhadas, desmotivando assim a população a utilizar o transporte coletivo ao invés de transportes individuais.

As análises possibilitaram a confirmação da premissa que a forma urbana da cidade influência a formação de viagens por transporte público coletivo, uma vez que os coeficientes e alterações sofridas pelo modelo, quando essas variáveis foram incluídas na modelagem, sugeriram que as formas de desenho urbano Ortogonal favorecem as viagens por transporte coletivo, enquanto cidades com desenho multiforma tem o potencial de reduzir essas viagens.

Uma possível explicação para o resultado da variável região metropolitana (redução de viagens) pode ser o fato de cidades dessas regiões serem comuns a realização de viagens intermunicipais e a opção de realizar esses trajetos de carro ou moto ao invés de ônibus, uma vez que na segunda opção comumente é necessário que o usuário embarque em dois transportes distintos, sendo um intermunicipal e outro município.

O modelo inovou ao introduzir como uma das variáveis explicativas uma medida específica para o transporte por motocicletas ou motonetas, criando-se a taxa de motocicletização que se mostrou como medida redutora da mobilidade urbana por transporte sustentável.

Todavia, não foi capaz de explicar a totalidade das viagens criadas ao ser aplicado para as cidades de Cascavel, Florianópolis e Sorocaba, no entanto, há de se considerar que essas duas últimas cidades não fizeram parte do conjunto da amostra de 89 cidades que formaram a amostra e que a cidade Florianópolis tem características específicas como por exemplo o fato de ser uma ilha e possuir transporte aquaviário.

No entanto, a aplicação do modelo gerados às cidades de Florianópolis, Sorocaba e Cascavel foi essencial para a avaliação da aplicabilidade da técnica de modelagem e do modelo propriamente dito. Para cidades com características muito diferentes da amostra não foram obtidos bons resultados, como foi o caso da cidade de Florianópolis, que inclui fatores como a localização em uma ilha e a relevência do transporte hidroviário, no entanto para cidades mais similares, como é a cidade do Sorocaba o modelo foi satisfatório. Para a cidade de Cascavel, o resultado se mostrou satisfatório, no entanto os erros foram grandes se comparados com os erros para a cidade de Sorocaba. Isso ressalta a importância de se trabalhar com um conjunto de dados o mais homogêneo e representativo possível.

De acordo com (Bassanezi, 2010), os modelos são considerados adequados quando satisfatórios na visão de seu formulador. Além disso, os resultados encontrados estão de acordo a lógica de validação proposta na interpretação da revisão do referencial teórico onde houve resumida argumentação fundamentada a partir de Bassanezi e Bruton sobre a validação de modelos, onde foi proposta a validação por intermédio de valores médios observados e estimados, erros médios e coerência com os resultados de explicação (R^2) da função do modelo ao fenômeno real. Portanto, os resultados foram considerados satisfatórios considerando-se esse critério de validação.

5 CONCLUSÕES

A presente pesquisa visou a explicar a mobilidade urbana por transporte sustentável nas cidades médias brasileiras, por intermédio de um modelo econométrico exploratório formado por variáveis demográficas, urbanísticas, de renda e do sistema de transportes (DURT), a fim de permitir que gestores possam elaborar políticas públicas com vistas a reduzir ou eliminar as externalidades negativas decorrentes da mobilidade.

Essa questão tinha por desafio transpôr a problemática da falta de dados sobre a opção modal, as dificuldades de dados relativas às variáveis DURT e as dificuldades de explicar a mobilidade urbana de modo generalizado a todas a cidades médias brasileiras, uma questão difícil devido à diversidades de características dessas cidades.

A pesquisa teve como principais limitações a falta de dados para o conjunto das 149 cidades médias pretendidas para pesquisa, que conduziu à utilização de um conjunto menor de cidades (oitenta e nove) de características diferentes entre si, o que pode ter influenciado o resultado final da modelagem. Por limitação conceitual não foram utilizadas variáveis relacionadas ao transporte de cargas no espaço urbano e como medida para quantidade de frota ônibus para transporte público foi utilizada a frota de ônibus disponível no Denatran, consequentemente não houve diferenciação na frota de ônibus. Por fim, ainda como limitação, não foi realizada uma análise considerando a morfologia urbana.

A proposta da modelagem foi alcançada, no entanto, o modelo tem o potencial de ser aperfeiçoado com utilização de séries históricas que poderão ser construídas no futuro – desde que os gestores públicos tomem decisões para implantação e disponibilização de dados – ou com associação a outros modelos, como por exemplo o modelo Cobb-Douglas.

Outra forma de aperfeiçoamento do modelo, considerando-se que as cidades brasileiras são bastante heterogêneas entre si, seria a criação de modelos que considerassem apenas as cidades com características mais homogêneas, no entanto, a escassez de dados impôs a formulação de um modelo com cidades de características heterogêneas, o que influenciou o grau de precisão do modelo. Apesar disso, os resultados obtidos foram considerados satisfatórios aos objetivos desta pesquisa e de acordo com a interpretação da revisão do referencial teórico para as perspecitivas de Bassanezi (2010) e Bruton (1979).

As principais inovações trazidas na pesquisa foram o uso integrado das variáveis DURT associadas à variável forma urbana estabelecida pelo delineamento tendendo a linear ou circular, a classificação das cidades quanto à localização em regiões metropolitanas ou no interior dos estados e o desenho urbano classificado em ortogonal ou multiforma. Outra importante inovação foi o exame separado da taxa de motorização veicular dos efeitos da taxa de motocicletização sobre a redução de viagens por transporte coletivo. Por fim, inovou em criar uma medida de mobilidade urbana, embora ainda incipiente, dada pela utilização da *proxy* VTC/pop.

Quanto ao conhecimento criado nesta pesquisa, tem potencial de contribuir ao gestor público na criação de estratégias para aumentar a quantidade de viagens por transporte público por meio de obras, políticas públicas, etc. ao conduzir o aumento ou valores de variáveis. Por exemplo, a taxa de motorização de transporte coletivo mostrou-se importante na criação de viagens, portanto, incentivos de natureza econômica ou triburário para aumento e melhoria da qualidade dessa frota tem o potencial de direcionar as pessoas ao uso do ônibus em seus deslocamentos.

Outro modo do gestor público agir sobre a formação das variáveis a partir do modelo criado seria subdividir as cidades por áreas tendendo ao formato circular para estruturação das linhas de transporte coletivo, unindo essas áreas por linhas troncais e, consequentemente, integrando o transporte. A ideia para essa ação tem fundamento o potencial de cidades lineares em reduzir viagens e de cidades circulares em criar viagens. Portanto, ao tornar uma configuração tendendo circular por sub-conjuntos de áreas, essas poderiam ter o mesmo comportamento das cidades tendendo a circular, com o potencial de criar viagens.

Embora os gestores públicos possam fomentar a busca por essas soluções, deve haver um processo de integração entre os atores dos sistemas de transporte, como usuários, operadores do transporte público, sociedades civil representada por comerciantes e prestadores de serviços etc. Mas esse processo não se mostra fácil, pois cada ator de mobilidade tem seu próprio interesse. A sugestão é que o diálogo seja a base para o entendimento em prol do bem comum que é a mobilidade das pessoas e preservação do meio ambiente.

Utilizando-se essas informações, os resultados das análises sugerem que, embora o modelo vise explicar a mobilidade no pretérito, pode permitir o conhecimento prévio da mobilidade em períodos futuros próximos, estimando-se o *quantu*m das variáveis independentes e seus efeitos sobre a variável dependente, e assim orientar os gestores públicos na formulação de políticas públicas.

Embora sirvam para confirmar lógicas de outros pesquisadores sobre quais variáveis utilizar em seus modelos, por exemplo a renda percapita e a população economicamente ativa, o modelo criado inclui a forma urbana, principalmente caracterizada pelo delineamento como uma importante variável para estabelecer os efeitos quantitativos da configuração espacial sobre a mobilidade urbana e segrega a taxa de motocicletização da taxa de transporte individual, utilizando um novo conceito para entender a participação das motocicletas na redução de viagens, ressaltando-se a taxa de motocicletização tem tratamento diferente de outros modelos matemáticos para explicação da mobilidade. Por fim, essa modelagem mostrou-se como uma importante forma de entender quantitativamente a formação de viagens por transporte sustentável, definida nessa pesquisa como a preponderância do transporte coletivo de pessoas sobre o de transporte motorizado.

No âmbito da sustentabilidade o modelo permite entender o quanto cada variável contribui para o sistema de transporte ser mais ou menos sustentável e abstrair os efeitos das opções modais sobre a mobilidade urbana. Por exemplo, o aumento da motocicletização tem por efeito potencial a migração de pessoas que utilizariam o transporte coletivo para o transporte individual, criando outros tipos de externalidades no sistema de transporte motorizado. Uma dessas externalidades são as crescentes estatísticas de acidentes entre motocicletas e similares.

Como sugestões para novas pesquisas, ao considerar as limitações práticas e conceituais dessa pesquisa e para maior acurácia da modelagem com cidades de características DURT mais homogêneas, sugere-se pesquisas futuras que visem:

- a criação ou complementação de bancos de dados referentes à divisão modal ;
- a formulação de modelos com cidades de características homogêneas;
- a formulação de modelos a partir de uma maior diversidade de variáveis DURT quantitativas; por exemplo com a inclusão de variáveis relativas ao transporte de cargas, ao transporte não motorizado ou à quantidade de polos geradores de viagens;
- a formulação de modelos a partir de uma maior diversidade de variáveis DURT qualitativas; por exemplo com a inclusão de variáveis relativas ao clima, relevo montanhoso ou planície, atributos do transporte público coletivo motorizado, tais como nível de ruído e acessibilidade;
- a formulação de modelos que utilizem tipologias do traçado urbano das cidades médias brasileiras levantados com maior precisão no levantamento dos ângulos que formam o traçado viário;
- a formulação de modelo associado ao modelo Cobb-Douglas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACIOLY C.; DAVIDSON F. (2011). Densidade Urbana: Um Instrumento de Planejamento de Gestão Urbana. 2ª ed. Ed. Mauad.

ALJOUFIE M.; ZUIDGEEST M.; BRUSSEL M.; MAARSEVEEN M.V. (2012). Integrated Land Use and Transport Planning in Jeddah: Policy Assesment and Simulation. Conference CODATU XV.

ANTP (2011). Sistema de Informações de Mobilidade Urbana. Relatório Geral 2011.

BARROS G. (2015) Estudos Econômicos (São Paulo). Estud. Econ. vol.45 no.1 São Paulo Jan./Mar. 2015. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-41612015000100153

BATTY M; AXHAUSEN K.W.; GIANNOTTI; POZDNOUKHOV A.; BAZZANI A.; WACHOWICZ M.; OUZOUNIS G.; PORTUGALI Y. (2012). Smart Cities of the Future. The European Physical Journal. Special Topics.

BASSANEZI R.C. (2010). Ensino-Aprendizagem com Modelgagem Matemática. Ed. Contexto.

BLAYE.A. (1981). Dormitórios e Vilas Operárias: O Trabalhador no Espaço Urbano Brasileiro. Habitação em Questão. 2ª edição. Org. Lícia do Prado Valladares. Zahar Editores - Rio de Janeiro - RJ.

BRAGA A.F.; NASSI C. D. (2002). Modelo Econométrico de Distriuição de Viagens Através do Sistema de Transporte Público. XVI Congresso de Pesquisa e Ensino em transportes. Revista Panorama Nacional de Pesquisa em Transportes.

BRASIL. Lei nº 12.587, de 03 de janeiro de 2012. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm

BRUTON M.J. (1979). Introdução ao Planejamento dos Transportes. Ed. Interciência - USP.

CAIXETA C.R., Minamisava R., Oliveria L.M.A.C., Brasil V.V. (2008). Morbidade por Acidentes de Transporte entre Jovens de Goiânia, Goiás**.** *Revista Ciência e Saúde Coletiva*. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-81232010000400021&script=sci_arttext

CAGED (2017). Evolução do Emprego do CAGED. http://bi.mte.gov.br/eec/pages/consultas/evolucaoEmprego/consultaEvolucaoEmprego.xhtml#relatorioSetorEco

CAMPOS F.; MIRANDA G. R. (2005). A escrita da História. Escala Educacional. São Paulo.

CANO W. (2006). Introdução à Economia. 2ªed. rev. Editora UNESP.

CANO W. (2007). Desequilíbrios Regionais e Concentração Industrial no Brasil 1930-1970. 3ªed. rev. Editora UNESP.

CARMO C.L., Raia A.A.J., Nogueira A.D. (2013). Aplicações da Sintaxe Espacial no Planejamento da Mobilidade Urbana, Revista Ciência & Engenharia. 22 (1) p-29-39.

CARVALHO C.H.R.; PereiraR.H.M..(2011). . Texto para Discussão nº 1595. IPEA. http://www.econstor.eu/handle/10419/91133

CARVALHO C.H.R. (2011a). *Emissões Relativas de Poluentes do Transporte Motorizado de Passageiros Nos Grandes Centros Urbanos Brasileiros*. IPEA. https://www.econstor.eu/dspace/bitstream/10419/91332/1/664398472.pdf

CINTRA M. (2014). Os custos dos congestionamentos na cidade de São Paulo.

CONSTAZI R.N.; ANSILIERO, G. (2013). *Evolução do Emprego Formal no Período 2004-2012: Um Olhar a partir dos Registros da GFIP*. *FIPE*.http://www.fipe.org.br/publicacoes/downloads/bif/2013/9_20-31-rog-etal.pdf

CORRAR L.J.; PAULO E.; DIAS FILHO J. M. (2007). Análise Multivariada para os Cursos de Administração, Ciências Contábeis e Economia. FIPECAFI. São Paulo. Ed. Atlas.

COSTA N.M.S.M. (2007). Mobilidade e Transporte em Áreas Urbanas: O Caso da Área Metropolitana de Lisboa. Tese. Universidade de Lisboa. Faculdade de Letras de Lisboa. Departamento de Geografia

CURY V.M. (2006). História da Industrialização no Século XIX. Editora UFRJ.

DANCEY C.P.; Reidy J. Estatística sem Matemática para Psicologia. Porto Alegre: Artmed, 2006. Traduce Lori Viali.

DARGAY J.M. (2001). The effect of income on car ownership: evidence of asymmetry. Transportations Research Part A. p. 807-821.

DEMENTYEVA M.; KOSTER P.R.; VERHOEF E.T. (2015). Regulation of road accident externalities when insurance companies have market power. Journal of Urban Economics 86. 1–8.

DEMIR E. ; HUANG Y.; SCHOLTS S.; WOENSEL T.V. (2015) A selected review on the negative externalities of the freight transportation: Modeling and pricing. Transportation Research Part E 77. 95–114

DENATRAN (2016). Frota Nacional. Departamento Nacional de Trânsito. http://www.denatran.gov.br/index.php/estatistica/261-frota-2016

DUARTE A.; SANTOS R.P. (2012). A Cidade como Espaço de Intervenção dos Coletivos: Resistência e Novas Formas de Vida Urbana. Revista Ecopolítica, n.4. 31-52.

DOKMECI V.; BERKOZ L. (2000). Residential-locations Preferences according to demographic características in Istanbul. Landscape in Urban Planning. P. 45-55.

EMBRAPA (2014). Sistema de Observação e Monitoramento da Agricultura no Brasil - SOMABRASIL. Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuário http://mapas.cnpm.embrapa.br/somabrasil/webgis.html.

FARR D. (2013). Urbanismo Sustentável: Desenho Urbano com a Natureza. Ed. Bookman.

FERRARI C. (1982). Curso de Planejamento Municipal Integrado. 3ª ed. Livraria Pioneira Editora. São Paulo.L

FIELD A. (2009). Descobrindo a Estatística Usando o SPSS. Trad. Lorí Viali. Ed. Bookman-Artmed. Porto Alegre.

FRANÇA I.S.; PEREIRA A.M.; SOARES B.R.; MEDEIROS D.L. (2009). Cidade Média, Polarização Regional e Setor de Educação Superior: Estudo de Montes Claros, no Norte de Minas Gerais. Revista Formação. N. 16, volume 2 – p.52-70.

GASTALDI J. P. (2002). Elementos de Economia Política. Ed. Saraiva.

GILAT A.; SUBRAMANIAM V. (2008). Métodos Numéricos para Engenheiros e Cientistas. Editora Bookman

GIULIANI A. (2011). O Nível de Ruído Próximo aos Motoristas de Ônibus Urbano na Cidade de Porto Alegre, RS. Revista Liberato, Novo Hamburgo, Volume 12, n. 17, p. 01-106. Disponível em http://gaia.liberato.com.br/revistaliberato_copia/index.php/revista/article/view/171.

GOMIDE A.A. (2003). Transporte Urbano e Inclusão Social: Elemento para Políticas Públicas. Texto para Discussão nº960. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. IPEA. http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2893/1/TD_960.pdf

GONDELACH G.S.J., Faaij A.P.C.(2012). Performance of batteries for electric vehicles on short and longer term. Journal of Power Sources. **n. 212,** p 111-129. Disponível em http://ac.els-cdn.com.ez29.periodicos.capes.gov.br/S0378775312007069/1-s2.0-S0378775312007069-main.pdf?_tid=6055c122-18cc-11e4-a103-00000aab0f01&acdnat=1406822859_057a272aa24075c5a2234ebb1860a568

GOOGLE MAPS (2014). https://www.google.com.br/maps/@-22.066452,-42.9232368,8z

GREEN C.P.; HEYWOOD J.S.; NAVARRO M. (2016) Traffic accidents and the London congestion charge. Journal of Public Economics 133 . 11–22

GREMAUD A.P.; DIAZ M.D.M.; AZEVEDO P.F.; TONETO JÚNIOR R. (2007). Ed. Atlas.

GUIMARÃES L.E., LEE F. (2010). Levantamento do Perfil e Avaliação da Frota de Veículos de Passeio Brasileira Visando Racionalizar as Emissões de Dióxido de Carbono. Revista Sociedade & Natureza. Volume 22, n. 3,p. 577-592. Disponível em http://www.scielo.br/pdf/sn/v22n3/13.pdf.

GUJARATI D. N.; PORTER D.C. (2011). Econometria Básica. 5ª ed. Trd. Denise Durante, Mônica Rosemberg e Maria Lúcia G.L.Rosa. AMGH Editora Ltda.

HAIR J.F.; ANDERSON R.E.; TATHAM R.L.; BLACK W.C. (2005). Análise Multivariada de Dados. 5ª ed. Ed. Bookman.

HIGGINS C.J., MATTHEWS H.S.; HENDRICKSON C.T.; SMALL M.J.. (2007) *Lead demand of future vehicle technologies*. Transportation Research Part D 12. http://www-sciencedirect-com.ez29.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0378775312007069

HILL R.C.; JUDGE G.G.; GRIFFITHS W.E. (2010). Econometria. Editora Saraiva.

HILL R.C.; JUDGE G.G.; GRIFFITHS W.E. (2012). Econometria. Editora Saraiva.

HOBSBAWM F.J. (2003). Da Revolução Industrial Inglesa ao Imperialismo. 5ª ed. Forense Universitária.

HOEL L.A.; Garber N.J.; Sadek A.W. (2011) Engenharia de Infraestrurura de Transportes – Uma Integração Multimodal. Cengage Learning.

HOFFMANN R. (2001). Estatística para Economistas. 3º ed. São Paulo. Ed. Pioneira Thomson Learning.

HUGHES-HALLETT D; GLEASON A.M.; LOCK P.F.; FLATH D.E.; GORDON S.P.; LOMEN D.O.; LOVELOCK D.; MCCALLUM W.G.; OSGOOD B.G.; QUINNEY D.; PASQUALE A.; RHEA K.; TECOSKY-FELDMAN J.; THRASH J.B. (2005). Cálculo Aplicado. 2ª ed.Trad. Rafael José Iorio Júnior. Editora LTC.

IBGE (2016). População brasileira. http://paises.ibge.gov.br/#/pt/pais/brasil/info/populacao

JODELET D. (2002). A Cidade e a Memória. Projeto do Lugar: Colaboração entre Psicologia, Arquitetura e Urbanismo. Org. Vicente Del Rio, Cristiane Rose Duarte e Paulo Afonso Rheingantz. Editora Contra Capa Livraria Ltda.

JONES P. (2014). The Evolutions of Urban Mobility: The Interplay of Academic and Policy Perspectives. IATSS Research.

KEZIC M.E.L.; Durango-Cohen P.L. (2012). The Transportations Systems of Buenos Aires, Chicago and São Paulo: City Centers, Infrastructures and Policy Analysis. Transportation Research Part A. n. 46. P. 102-122.

KLINK J. (2010). Governança das Metrópoles: Conceitos, Experiências e Perspectivas. Ed. Annablume.

KMENTA J. (1988). Elementos de Econometria. Teoria Econométrica Básica. Vol. 1 e 2. Ed. Atlas.

LANGE O. (1967). Introdição à Econometria. Ed. Fundo de Cultura S/A.

LEITE N.B.F. (2013). Expansão Urbana e seus Efeitos sobre a Mobilidade e Acessibilidade Avaliada com Auxílio dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) em Teresina-PI. Tese. Universidade Federal de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Geografia.

LEMOS J.C. ; KRAFTA R. (2002). Modelo de Simulação do Conhecimento Espacial. Projeto do Lugar: Colaboração entre Psicologia, Aruitetura e Urbanismo. Orgs. Vicente Del Rio, Cirstiane Rose Duarte, Paulo Afonso Rheigantz. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura - PROARQ . UFRJ.

LIMA F.F., DANTAS A.B., AGUIAR J.A., FILGUEIRA J.M.(2010). Análise da Influência do Aumento da Frota de Veículos sobre o Número de Morbidades Hospitalares por Doenças Respiratórias entre os anos de 2004 e 2007 nos Municípios do Rio Grande do Norte. V CONNEPI - Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica. Disponível em

http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/1846/1060.

LOBODA C.R.; MIYAZAKI (2012). Entre a Centralidade e a Circulação: Uma abordagem sobre o Transporte Coletivo em Duas Cidades Médias Brasileiras. Revista Caminhos da Geografia. Instituto de Geografia. Programa de pós-graduação em Geografia

LÓPES F.; NIETO D.B.; ARIAS C. (2010). Relaciones Entre el Concepto de Movilidad y la Ocupación Territorial de Medellín. Revista EIA. n. 13. P 23-37

LYNCH K. (2010). A Boa Forma da Cidade. Trad. Jorge Manuel Costa Almeida e Pinho. Ed. Edições 70.

MADALLA G.S. (2003). Introdução à Econometria. 3ª ed. Ed. LTC.

MAIA D.S.; CARDOSO C.A.A.; ALONSO S.F.; BEZERRA R.S. (2013). Agentes Econômicos e Reestruturação Urbana Regional: Campina Grande e Londrina. Editora Outras Expressões.

MAGNOLI D.; ARAÚJO R. (2005). A construção do mundo: Geografia Geral e do Brasil. Vol. Único. Editora Moderna. São Paulo.

MALTA D.C., MASCARENHAS M.D.M., BERNAL R.T.I., SILVA M.M.A., PEREIRA C.A., MINAYO M.C.S., MORAIS NETO O.L.M. (2011). Análise das Ocorrências das Lesões no Trânsito e Fatores Relacionados segundo 2005.Resultados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) - Brasil, 2008. *Ciência e Saúde Coletiva*. Volume 16, n. 9, p. 3679-3687. Disponível em http://www.scielo.br/pdf/csc/v16n9/a05v16n9.pdf

MARINS K.R.C.C.; ROMÉRO M.A. (2013). Urban and Energy Assessment from a Systemic Approach of Urban Morphology, Urban Mobility, and Buildings: Case Study of Agua Branca in São Paulo. Journal of Urban Planning and Development. P. 280-291.

MCIDADES (2014). PAC 2 - Mobilidade Médias Cidades**.**Ministério das Cidades. Governo Federal. Disponível em http://www.cidades.gov.br/index.php/progsemob/1838-pac-2-mobilidade-medias-cidades. http://www.pac.gov.br/noticia/1fe959af.

MEDRANO R.M.A.; Taco P.W.G. (2013). Modelagem de Fatores da Expansão Urbana e Padrões de Viagens Aplicando Equações Estruturais. Journal of Transporte Literature. vl. 7, n.4, pp 225-246.

MELO R.A., Pimentel R.L., Silva W.M,Lacerda D.M. (2010). Previsão do Nível de Ruído Gerado pelo Tráfego de Veículos na Cidade de João Pessoa, Brasil. XVI PANAM, Lisboa, Portugal. Disponível em http://www.ct.ufpb.br/ricardo/ricardo/producao/2010/PANAM_01475.pdf

MORETTIN P.A.; e Toloi C.M.C. (2006). Análise de Séries Temporais. 2ª ed. rev. e ampl.. Editora Edgard Blucher

MOURA J. M. (2014). O Programa Minha Casa, Minha Vida na Região Metropolitana de Natal: uma análise espacial dos padrões de segregação e desterritorialização. urbe, Rev. Bras. Gest.

Urbana vol.6 no.3 Curitiba Sept./Dec. 2014.http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2175-33692014000300006&script=sci_arttext.

NOGUEIRA M; GARCIA R.A.. (2007). Nogueira M., Garcia R.A. (2007). A Inserção das Cidades Médias na Rede Urbana Brasileira. *Revista Terr@Plural*. Volume 1, n. 2**,** p. 61-71. Disponível em http://www.revistas2.uepg.br/index.php/tp/article/viewFile/1152/866.

PEREIRA R.H.M.; Schwanen T. (2013). Tempo de Deslocamento Casa-Trabalho no Brasil (1992-2009): Diferenças entre Regiões Metropolitanas, Níveis de Renda e Sexo. Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). N. 1813.

PFEIFFER L.M.; Strambi O. (2005) Análise e Modelagem da Evolução Temporta, da Posses de Autos na Região Metropolitana de São Paulo. Revista Transportes. ANPET.

PIQUET R. (1998). Cidade-Empresa:Presença na paisagem urbana brasileira. Jorge Zahar Editor.

POSO A.T. (2007). O processo de Reestruturação da Siderurgia Mundial e Brasileira. Dissertação. Departamento de Geografia. USP. file:///C:/Users/Welligton/Downloads/DISSERTACAO_ANTONIO_TOLEDO_POSO.pdf

POLLET B.G., STAFFELL I., SHANG J.L. (2012). Current Status of Hybrid, Battery and Fuel Cell Electric Vehicles: From Electro Chemistry to Market Prospects. Electrochimica Acta. Volume 84, p. 235-249. Disponível em http://www-sciencedirect-com.ez29.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0013468612005671

PPA (2016). Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental. Prefeitura de Porto Alegre. L.C. 434/99, atualizada e compilada até a L.C. 667/11, incluindo a L.C. 646/10.http://www.portoalegre.rs.gov.br/planeja/spm/1s1.htm

PRADO C. JR. (2014). Formação do Brasil Contemporâneo. Companhia das Letras. São Paulo.

RÉQUIA W.J.J. (2013). Frota de Veículos Automotores e Seca no Distrito Federal: Os Efeitos Sobre a Saúde Pública. Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade. Volume 8, n. 3. Disponível em http://www.revistas.sp.senac.br/index.php/ITF/article/viewFile/477/420.

RIBEIRO A.C.T. (2000). Rio de Janeiro - Perfis de uma Metrópole em Mutação. Org. Rosélia Piquet. IPPUR/UFRJ.

RIBEIRO R G.. (2015). Estudo dos Deslocamentos Urbanos da Classe Média Brasileira na Região Metropolitana de Belo Horizonte Tese PET COPPE.

SANTOS P.M. (2010). A percepção da Importância dos Atributos do Transporte Coletivo. Universidade do Rio Grande do Sul. Departamento de Engenharia. https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28584/000769209.pdf?sequence=1

SILVA A.L. (2013). Breve Discussão sobre o Conceito de Cidade Média. Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de

Maringá (UEM). Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia. v. 5, n. 1 , p. 58-76.

SILVA E.T. (2012). Estrutura Urbana e Mobilidade Espacial na Metrópoles. Tese. Universidade Federal do Rio de Janeiro – Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional.

SILVA M. (2011). Determinantes da Alocação Urbana e Práticas de Mobilidade da População de Baixa Renda: A Segregação Espacial na Cidade do Rio de Janeiro. Dissertação. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes.

SOBARZO O. (2011) As Cidades Médias e a Urbanização Contemporânea. Revista Cidades.

SOUZA M. L.(2008). ABC do Desenvolvimento Urbano. Ed. Bertrand Brasil.

SOUZA M.L. (2010). Mudar a Cidade: Uma Introdução Crítica ao Planejamento e à Gestão Urbanos.Ed. Bertrand Brasil.

SPIEGEL M.R. (1978). Álgebra Superior. Editor McGraw W-Hill do Brasil Ltda.

STAMM C. (2013). Determinantes do Movimento de Trabalhadores Pendulares na Aglomeração Urbana do Nordeste do Rio Grande do Sul: Uma Análise a Partir dos Transportes Coletivos. Tese**.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Faculdade de Arquitetura – Pós Graduação Em Planejamento Urbano e Regional.

STEVENSON W.J. (1986). Estatística Aplicada à Administração. Tradução Alfredo Alves de Farias. Ed. Habra Ltda.

TAVARES F.V.F., BARRETO A.A., DUTRA E.G., JACOMINO V.M.F. (2010). Estudo do Processo de Dispersão de Emissões Veiculares em uma Microrregião de Belo Horizonte (MG) Utilizando Simulação Numérica**.** EngSanitAmbient. Volume 15, n. 4, out/dez 2010. p. 315-324.

VANCE C.; HEDEL R. (2007) The impact of urban form on automobile travel: disentangling causation from correlation. Transportation (2007) 34:575–588

VASCONCELLOS E.A.; CARVALHO C.H.R; PEREIRA R.H.M.P. (2011) Transporte e Mobilidade Urbana. Textos para Discussão CEPA-IPEA, 34. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

VASCONCELLOS E.A. (2012). O Transporte Urbano no Brasil. Le Monde Diplomatique Brasil.

VASCONCELLOS E.A. (2014). Políticas de Transporte no Brasil - A Construção da Mobilidade Excludente. Ed. Manole.

VERA L.A.N.; WAISMAN J. (2004*).* Análise das Relações Causais Presentes nas Decisões Diárias Sobre Mobilidade Individual: Mudar de Modo de transporte. XVII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. ANPET. http://www.cbtu.gov.br/estudos/pesquisa/anpet_xviiiCongrpesqens/ac/arq69.pdf

VERGARA S.C. (1998). Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração. Ed. Atlas.

WILHEM J. (2013). Mobilidade Urbana: Um Desafio Paulistano. Revista Estudos Avançados. 27 (70).

WOOLDRIDGE J.M. (2010). Introdução à Econometria: Uma Abordagem Moderna. Ed. Cengage Learning.

7 APÊNDICE

Apêndice 7.1: Cidades Médias Brasileiras entre 100 mil e 1 milhão de habitantes, respectivas centralidade na rede urbana e populações de acordo com os censos 1980, 1991, 2000 e 2010.

Nome do Município	Estado	Região Geográfica	Centralidade REGIC-IBGE	Censo 1980	Censo 1991	Censo 2000	Censo 2010
Abaetetuba	Pará	Norte	3B	74.545	100.016	119.152	141.054
Açailândia	Maranhão	Nordeste	4A	50.291	83.807	88.320	104.013
Alagoinhas	Bahia	Nordeste	3B	96.538	116.488	130.095	142.160
Anápolis	Goiás	Centro-Oeste	3A	180.015	239.047	288.085	335.032
Angra dos Reis	Rio de Janeiro	Sudeste	3B	57.861	85.220	119.247	169.270
Apucarana	Paraná	Sul	3A	80.245	94.873	107.827	120.884
Aracaju	Sergipe	Nordeste	2A	293.131	401.244	461.534	570.937
Araçatuba	São Paulo	Sudeste	2C	129.304	159.499	169.254	181.618
Araguaína	Tocantins	Centro-Oeste	2C	71.566	103.396	113.143	150.520
Araguari	Minas Gerais	Sudeste	4B	83.523	91.428	101.974	109.779
Arapiraca	Alagoas	Nordeste	2C	124.477	165.347	186.466	214.067
Arapongas	Paraná	Sul	4A	54.668	64.528	85.428	104.161
Araraquara	São Paulo	Sudeste	2C	128.109	166.190	182.471	208.725
Araras	São Paulo	Sudeste	3B	65.017	87.355	104.196	118.898
Araruama	Rio de Janeiro	Sudeste	4B	49.822	58.310	82.803	112.028
Bacabal	Maranhão	Nordeste	3A	81.373	98.817	91.823	99.960
Bagé	Rio Grande do Sul	Sul	3A	100.135	118.689	118.767	116.792
Balneário Camboriú	Santa Catarina	Sul	3B	21.858	40.229	73.455	108.107
Barbacena	Minas Gerais	Sudeste	3A	86.388	100.038	114.126	126.325
Barreiras	Bahia	Nordeste	2C	41.462	78.938	131.849	137.428
Barretos	São Paulo	Sudeste	3A	72.765	95.414	103.913	112.102
Bauru	São Paulo	Sudeste	2C	186.664	260.362	316.064	344.039
Bento Gonçalves	Rio Grande do Sul	Sul	3A	58.941	78.680	91.486	107.341

Apêndice 7.1:Cidades Médias Brasileiras entre 100 mil e 1 milhão de habitantes, respectivas centralidade na rede urbana e populações de acordo com os censos 1980, 1991, 2000 e 2010.

Birigui	São Paulo	Sudeste	4A	50.889	75.054	94.300	108.722
Blumenau	Santa Catarina	Sul	2B	157.258	211.677	261.808	309.214
Boa Vista	Roraima	Norte	2C	51.662	142.813	200.568	284.258
Botucatu	São Paulo	Sudeste	3A	64.539	85.689	108.306	127.370
Bragança	Pará	Norte	3B	85.087	97.111	93.779	113.165
Bragança Paulista	São Paulo	Sudeste	3B	84.048	108.448	125.031	146.663
Brusque	Santa Catarina	Sul	3B	41.224	57.630	76.058	105.495
Cabo Frio	Rio de Janeiro	Sudeste	3A	55.593	84.614	126.828	186.222
Cachoeiro de Itapemirim	Espírito Santo	Sudeste	2C	113.290	143.763	174.879	189.878
Cametá	Pará	Norte	3B	79.317	85.154	97.624	120.904
Campina Grande	Paraíba	Norte	2B	247.820	326.153	355.331	385.276
Campo Grande	Mato Grosso do Sul	Centro-Oeste	2A	291.777	525.612	663.621	787.204
Campos dos Goytacazes	Rio de Janeiro	Sudeste	2C	335.776	338.640	406.989	463.545
Caraguatatuba	São Paulo	Sudeste	5	33.799	52.915	78.921	100.899
Caruaru	Pernambuco	Nordeste	2C	172.532	213.557	253.634	314.951
Cascavel	Paraná	Sul	2B	140.706	192.673	245.369	286.172
Castanhal	Pará	Norte	3A	65.251	101.976	134.496	173.096
Catanduva	São Paulo	Sudeste	3A	72.866	93.318	105.847	112.843
Caxias	Maranhão	Nordeste	3A	125.507	145.709	139.756	155.202
Caxias do Sul	Rio Grande do Sul	Sul	2B	220.566	290.968	360.419	435.482
Chapecó	Santa Catarina	Sul	2B	83.756	122.882	146.967	183.561
Codó	Maranhão	Nordeste	4A	108.965	111.537	111.146	118.072
Colatina	Espírito Santo	Sudeste	3A	102.563	106.712	112.711	111.794
Conselheiro Lafaiete	Minas Gerais	Sudeste	3B	72.438	88.827	102.836	116.527

Apêndice 7.1:Cidades Médias Brasileiras entre 100 mil e 1 milhão de habitantes, respectivas centralidade na rede urbana e populações de acordo com os censos 1980, 1991, 2000 e 2010.

Corumbá	Mato Grosso do Sul	Centro-Oeste	4A	81.145	88.279	95.701	103.772
Criciúma	Santa Catarina	Sul	2C	101.379	145.159	170.420	192.236
Cuiabá	Mato Grosso	Centro-Oeste	2A	209.553	401.112	483.346	551.350
Divinópolis	Minas Gerais	Sudeste	2C	117.330	151.345	183.962	213.076
Dourados	Mato Grosso do Sul	Centro-Oeste	2C	100.987	135.779	164.949	196.068
Eunápolis	Bahia	Nordeste	3B	48.309	70.524	84.120	100.246
Feira de Santana	Bahia	Nordeste	2B	291.504	405.691	480.949	556.756
Florianópolis	Santa Catarina	Sul	2A	187.871	254.944	342.315	421.203
Foz do Iguaçu	Paraná	Sul	3A	124.789	188.190	258.543	256.081
Franca	São Paulo	Sudeste	3A	148.997	232.656	287.737	318.785
Garanhuns	Pernambuco	Nordeste	3A	87.038	103.293	117.749	129.392
Governador Valadares	Minas Gerais	Sudeste	2C	195.115	230.487	247.131	263.594
Guarapuava	Paraná	Sul	3A	125.757	159.573	155.161	167.463
Guaratinguetá	São Paulo	Sudeste	3B	84.879	98.251	104.219	112.091
Ilhéus	Bahia	Nordeste	2B	131.454	223.352	222.127	184.231
Imperatriz	Maranhão	Nordeste	2C	169.804	276.450	230.566	247.553
Ipatinga	Minas Gerais	Sudeste	2C	150.322	179.696	212.496	239.177
Itabira	Minas Gerais	Sudeste	4A	71.115	85.294	98.322	109.551
Itajaí	Santa Catarina	Sul	3A	86.460	119.583	147.494	183.388
Itapecerica da Serra	São Paulo	Sudeste	5	60.476	85.158	129.685	152.380
Itapetininga	São Paulo	Sudeste	3B	84.384	105.049	125.559	144.416
Itapipoca	Ceará	Nordeste	3B	69.377	77.225	94.369	116.065
Jaú	São Paulo	Sudeste	3A	74.011	90.961	112.104	131.068
Jequié	Bahia	Nordeste	3A	116.868	135.497	147.202	151.921
Ji-Paraná	Rondônia	Norte	3A	54.566	97.710	106.800	116.587

Apêndice 7.1: Cidades Médias Brasileiras entre 100 mil e 1 milhão de habitantes, respectivas centralidade na rede urbana e populações de acordo com os censos 1980, 1991, 2000 e 2010.

João Pessoa	Paraíba	Nordeste	2A	329.942	497.214	597.934	723.514
Joinville	Santa Catarina	Sul	2B	235.812	346.095	429.604	515.250
Juazeiro do Norte	Ceará	Nordeste	2C	135.616	173.304	212.133	249.936
Juiz de Fora	Minas Gerais	Sudeste	2B	307.525	385.756	456.796	517.872
Jundiaí	São Paulo	Sudeste	4A	258.808	312.517	323.397	370.251
Lages	Santa Catarina	Sul	3A	129.685	150.866	157.682	156.737
Limeira	São Paulo	Sudeste	3A	150.558	207.405	249.046	276.010
Linhares	Espírito Santo	Sudeste	3B	106.207	119.501	112.617	141.254
Londrina	Paraná	Sul	2B	301.711	388.331	447.065	506.645
Macaé	Rio de Janeiro	Sudeste	3A	66.231	100.646	132.461	206.748
Macapá	Amapá	Norte	2C	111.061	179.509	283.308	397.913
Maceió	Alagoas	Nordeste	2A	399.298	628.209	797.759	932.608
Marabá	Pará	Norte	2C	37.713	121.814	168.020	233.462
Marília	São Paulo	Sudeste	2C	121.774	151.760	197.342	216.684
Maringá	Paraná	Sul	2B	168.239	239.930	288.653	357.117
Mogi Guaçu	São Paulo	Sudeste	4A	73.549	107.440	124.228	137.286
Montes Claros	Minas Gerais	Sudeste	2B	177.308	247.285	306.947	361.971
Mossoró	Rio Grande do Norte	Norte	2C	130.850	191.959	213.841	259.886
Muriaé	Minas Gerais	Sudeste	3A	69.990	84.507	92.101	100.861
Natal	Rio Grande do Norte	Norte	2A	416.898	606.541	712.317	803.811
Nova Friburgo	Rio de Janeiro	Sudeste	3A	123.370	166.941	173.418	182.016
Novo Hamburgo	Rio Grande do Sul	Sul	2C	136.503	200.879	236.193	239.051
Ourinhos	São Paulo	Sudeste	3A	59.739	76.902	93.868	103.026
Palmas	Tocantins	Centro-Oeste	2B	3.288	24.261	137.355	228.297
Paranaguá	Paraná	Sul	3A	81.974	107.583	127.339	140.450

Apêndice 7.1:Cidades Médias Brasileiras entre 100 mil e 1 milhão de habitantes, respectivas centralidade na rede urbana e populações de acordo com os censos 1980, 1991, 2000 e 2010.

Parauapebas	Pará	Norte	4A	8.577	53.016	71.568	153.942
Parintins	Amazonas	Norte	3B	51.391	58.416	90.150	102.066
Parnaíba	Piauí	Nordeste	3A	102.181	127.986	132.282	145.729
Passo Fundo	Rio Grande do Sul	Sul	2B	116.534	147.215	168.458	184.869
Passos	Minas Gerais	Sudeste	3A	69.054	84.515	97.211	106.313
Patos	Paraíba	Nordeste	3A	65.160	81.292	91.761	100.695
Patos de Minas	Minas Gerais	Sudeste	3A	86.121	102.698	123.881	138.836
Paulo Afonso	Bahia	Nordeste	3A	71.131	86.562	96.499	108.419
Pelotas	Rio Grande do Sul	Sul	2C	241.110	289.494	323.158	327.778
Petrolina	Pernambuco	Nordeste	2C	104.300	174.972	218.538	294.081
Piracicaba	São Paulo	Sudeste	2C	214.295	283.540	329.158	364.872
Poços de Caldas	Minas Gerais	Sudeste	3A	86.972	110.152	135.627	152.496
Ponta Grossa	Paraná	Sul	2C	186.647	233.517	273.616	311.697
Porto Seguro	Bahia	Nordeste	4A	16.252	34.520	95.721	126.770
Porto Velho	Rondônia	Norte	2B	133.898	286.400	334.661	426.558
Pouso Alegre	Minas Gerais	Sudeste	2C	57.364	81.768	106.776	130.586
Presidente Prudente	São Paulo	Sudeste	2C	136.846	165.447	189.186	207.625
Resende	Rio de Janeiro	Sudeste	3B	75.229	91.574	104.549	119.801
Ribeirão Preto	São Paulo	Sudeste	2B	318.496	430.805	504.923	605.114
Rio Branco	Acre	Norte	2C	117.103	196.923	253.059	335.796
Rio Claro	São Paulo	Sudeste	3A	110.212	137.509	168.218	186.299
Rio das Ostras	Rio de Janeiro	Sudeste	5	-	-	36.419	105.757
Rio Verde	Goiás	Centro-Oeste	3A	69.902	95.895	116.552	176.502
Rondonópolis	Mato Grosso	Centro-Oeste	3A	81.366	125.107	150.227	195.550
Santa Cruz do Sul	Rio Grande do Sul	Sul	3A	98.120	117.795	107.632	118.287

Apêndice 7.1:Cidades Médias Brasileiras entre 100 mil e 1 milhão de habitantes, respectivas centralidade na rede urbana e populações de acordo com os censos 1980, 1991, 2000 e 2010.

Santa Maria	Rio Grande do Sul	Sul	2B	178.948	217.565	243.611	261.027
Santarém	Pará	Norte	2C	191.950	265.105	262.538	294.774
Santos	São Paulo	Sudeste	2C	416.681	424.526	417.983	419.757
São Carlos	São Paulo	Sudeste	3A	119.542	158.139	192.998	221.936
São José do Rio Preto	São Paulo	Sudeste	2B	188.501	283.281	358.523	408.435
São José dos Campos	São Paulo	Sudeste	2C	287.513	442.728	539.313	627.544
São Mateus	Espírito Santo	Sudeste	3A	44.570	73.830	90.460	109.067
Sinop	Mato Grosso	Centro-Oeste	3A	12.232	38.327	74.831	113.082
Sobral	Ceará	Nordeste	2C	103.772	127.449	155.276	188.271
Sorocaba	São Paulo	Sudeste	2C	269.830	377.270	493.468	586.311
Tatuí	São Paulo	Sudeste	4A	55.489	76.372	93.430	107.975
Teixeira de Freitas	Bahia	Nordeste	3A	51.815	85.138	107.486	138.491
Teófilo Otoni	Minas Gerais	Sudeste	2C	128.827	140.639	129.424	134.733
Teresina	Piauí	Nordeste	2A	377.774	598.449	715.360	814.439
Teresópolis	Rio de Janeiro	Sudeste	3B	98.705	120.701	138.081	163.805
Toledo	Paraná	Sul	3A	71.751	94.848	98.200	119.353
Três Lagoas	Mato Grosso do Sul	Centro-Oeste	4A	52.950	68.067	79.059	101.722
Ubá	Minas Gerais	Sudeste	3A	53.311	66.409	85.065	101.466
Uberaba	Minas Gerais	Sudeste	2C	199.203	210.803	252.051	296.000
Uberlândia	Minas Gerais	Sudeste	2B	240.961	366.711	501.214	600.285
Umuarama	Paraná	Sul	3A	100.545	100.245	90.690	100.716
Uruguaiana	Rio Grande do Sul	Sul	3A	91.497	117.457	126.936	125.507
Varginha	Minas Gerais	Sudeste	2C	64.906	88.034	108.998	123.120
Vitória	Espírito Santo	Sudeste	2A	207.747	258.245	292.304	325.453
Vitória da Conquista	Bahia	Nordeste	2B	170.624	224.926	262.494	306.374

Apêndice 7.1:Cidades Médias Brasileiras entre 100 mil e 1 milhão de habitantes, respectivas centralidade na rede urbana e populações de acordo com os censos 1980, 1991, 2000 e 2010.

Vitória de Santo Antão	Pernambuco	Nordeste	3B	93.203	106.644	117.609	130.540
Volta Redonda	Rio de Janeiro	Sudeste	2C	183.641	220.086	242.063	257.996

Apêndice 7.2: Cidades Médias entre 100 mil e 1 milhão de habitantes com as respectivas áreas urbanas e territorial, ordenadas por classificação do IBGE para rede urbana.

Classe / Quant.		Cidade	Estado	Área Urbana em km²	Área Territorial
2ª	9	Aracaju	Sergipe	88,00	182
		Campo Grande	Mato Grosso do Sul	198,00	8.093
		Cuiabá	Mato Grosso	160,00	3.495
		Florianópolis	Santa Catarina	86,10	675
		João Pessoa	Paraíba	97,38	74
		Maceió	Alagoas	86,10	503
		Natal	Rio Grande do Norte	100,34	167
		Teresina	Piauí	119,89	1.392
		Vitória	Espírito Santo	28,30	98
2B	20	Blumenau	Santa Catarina	80,00	519
		Campina Grande	Paraíba	41,60	594
		Cascavel	Paraná	85,00	2.101
		Caxias do Sul	Rio Grande do Sul	101,30	1.644
		Chapecó	Santa Catarina	46,04	626
		Feira de Santana	Bahia	66,00	1.338
		Ilhéus	Bahia	14,70	1.760
		Joinville	Santa Catarina	105,00	1.126
		Juiz de Fora	Minas Gerais	58,65	1.436
		Londrina	Paraná	116,44	1.653
		Maringá	Paraná	113,09	487
		Montes Claros	Minas Gerais	62,00	3.569
		Palmas	Tocantins	46,40	2.219
		Passo Fundo	Rio Grande do Sul	43,50	783
		Porto Velho	Rondônia	62,47	34.096
		Ribeirão Preto	São Paulo	111,38	651
		Santa Maria	Rio Grande do Sul	41,00	1.788
		São José do Rio Preto	São Paulo	79,72	432
		Uberlândia	Minas Gerais	120,65	4.115
		Vitória da Conquista	Bahia	40,30	3.357

Apêndice 7.2: Cidades Médias entre 100 mil e 1 milhão de habitantes com as respectivas áreas urbanas e territorial, ordenadas por classificação do IBGE para rede urbana.

Classe / Quant.		Cidade	Estado	Área Urbana em km²	Área Territorial
2C	38	Araçatuba	São Paulo	54,00	1.167
		Araguaína	Tocantins	49,00	4.000
		Arapiraca	Alagoas	26,00	356
		Araraquara	São Paulo	82,54	1.004
		Barreiras	Bahia	23,00	7.859
		Bauru	São Paulo	85,34	668
		Boa Vista	Roraima	81,00	5.687
		Cachoeiro de Itapemirim	Espírito Santo	156,00	878
		Campos dos Goytacazes	Rio de Janeiro	52,00	4.027
		Caruaru	Pernambuco	23,00	921
		Criciúma	Santa Catarina	53,70	236
		Divinópolis	Minas Gerais	38,70	708
		Dourados	Mato Grosso do Sul	51,60	4.086
		Governador Valadares	Minas Gerais	37,82	2.342
		Imperatriz	Maranhão	24,95	1.369
		Ipatinga	Minas Gerais	38,47	165
		Juazeiro do Norte	Ceará	29,76	249
		Macapá	Amapá	31,68	6.409
		Marabá	Pará	25,96	15.128
		Marília	São Paulo	49,00	1.170
		Mossoró	Rio Grande do Norte	33,39	2.099
		Novo Hamburgo	Rio Grande do Sul	58,00	224
		Pelotas	Rio Grande do Sul	44,91	1.610
		Petrolina	Pernambuco	28,53	4.562
		Piracicaba	São Paulo	71,20	1.379
		Ponta Grossa	Paraná	58,65	2.068
		Pouso Alegre	Minas Gerais	20,35	543

Apêndice 7.2: Cidades Médias entre 100 mil e 1 milhão de habitantes com as respectivas áreas urbanas e territorial, ordenadas por classificação do IBGE para rede urbana.

Classe / Quant.		Cidade	Estado	Área Urbana em km²	Área Territorial
		Presidente Prudente	São Paulo	50,73	563
		Rio Branco	Acre	42,96	8.836
		Santarém	Pará	24,2	22.887
		Santos	São Paulo	37,07	281
		São José dos Campos	São Paulo	70,63	1.099
		Sobral	Ceará	12,06	2.123
		Sorocaba	São Paulo	116,58	450
		Teófilo Otoni	Minas Gerais	21,61	3.242
		Uberaba	Minas Gerais	63,30	4.524
		Varginha	Minas Gerais	22,24	395
		Volta Redonda	Rio de Janeiro	48,95	182
3A	46	Anápolis	Goiás	85,00	933
		Apucarana	Paraná	38,00	558
		Bacabal	Maranhão	12,60	1.683
		Bagé	Rio Grande do Sul	26,00	4.096
		Barbacena	Minas Gerais	21,52	759
		Barretos	São Paulo	23,00	1.566
		Bento Gonçalves	Rio Grande do Sul	25,00	382
		Botucatu	São Paulo	31,36	1.483
		Cabo Frio	Rio de Janeiro	38,60	410
		Castanhal	Pará	34,60	1.029
		Catanduva	São Paulo	34,20	291
		Caxias	Maranhão	22,70	5.151
		Colatina	Espírito Santo	13,30	1.417
		Foz do Iguaçu	Paraná	77,50	618
		Franca	São Paulo	87,00	606
		Garanhuns	Pernambuco	16,24	459
		Guarapuava	Paraná	41,20	3.117
		Itajaí	Santa Catarina	54,25	288
		Jaú	São Paulo	31,50	686
		Jequié	Bahia	13,40	3.227

Apêndice 7.2: Cidades Médias entre 100 mil e 1 milhão de habitantes com as respectivas áreas urbanas e territorial, ordenadas por classificação do IBGE para rede urbana.

Classe / Quant.		Cidade	Estado	Área Urbana em km²	Área Territorial
		Ji-Paraná	Rondônia	24,00	6.897
		Lages	Santa Catarina	31,48	2.632
		Limeira	São Paulo	56,00	581
		Macaé	Rio de Janeiro	26,62	1.217
		Muriaé	Minas Gerais	11,73	842
		Nova Friburgo	Rio de Janeiro	15,00	933
		Ourinhos	São Paulo	28,00	296
		Paranaguá	Paraná	23,49	827
		Parnaíba	Piauí	23,27	436
		Passos	Minas Gerais	20,27	1.338
		Patos	Paraíba	14,79	473
		Patos de Minas	Minas Gerais	29,83	3.190
		Paulo Afonso	Bahia	10,87	1.580
		Poços de Caldas	Minas Gerais	25,87	547
		Rio Claro	São Paulo	36,70	498
		Rio Verde	Goiás	33,55	8.380
		Rondonópolis	Mato Grosso	35,65	4.159
		Santa Cruz do Sul	Rio Grande do Sul	22,50	733
		São Carlos	São Paulo	47,95	1.137
		São Mateus	Espírito Santo	8,80	2.339
		Sinop	Mato Grosso	26,56	3.942
		Teixeira de Freitas	Bahia	24,16	1.164
		Toledo	Paraná	34,40	1.197
		Ubá	Minas Gerais	18,00	407
		Umuarama	Paraná	26,70	1.233
		Uruguaiana	Rio Grande do Sul	19,41	5.716
3B	19	Alagoinhas	Bahia	26,70	752
		Angra dos Reis	Rio de Janeiro	26,60	825
		Araras	São Paulo	38,80	645
		Balneário Camboriú	Santa Catarina	33,86	46
		Bragança	Pará	7,80	2.092

Apêndice 7.2: Cidades Médias entre 100 mil e 1 milhão de habitantes com as respectivas áreas urbanas e territorial, ordenadas por classificação do IBGE para rede urbana.

Classe / Quant.		Cidade	Estado	Área Urbana em km²	Área Territorial
		Bragança Paulista	São Paulo	20,00	513
		Brusque	Santa Catarina	24,00	283
		Cametá	Pará	3,39	3.081
		Conselheiro Lafaiete	Minas Gerais	27,10	370
		Eunápolis	Bahia	14,30	1.179
		Guaratinguetá	São Paulo	19,00	753
		Itapetininga	São Paulo	22,57	1.790
		Itapipoca	Ceará	3,00	1.614
		Linhares	Espírito Santo	15,58	3.504
		Parintins	Amazonas	6,96	5.952
		Resende	Rio de Janeiro	21,54	1.095
		Teresópolis	Rio de Janeiro	21,00	771
		Vitória de Santo Antão	Pernambuco	9,88	373
		Abaetetuba	Pará	9,18	1.611
4A	12	Arapongas	Paraná	29,00	382
		Birigui	São Paulo	26,00	531
		Codó	Maranhão	11,80	4.361
		Corumbá	Mato Grosso do Sul	24,00	64.963
		Itabira	Minas Gerais	16,41	1.254
		Jundiaí	São Paulo	40,00	431
		Mogi Guaçu	São Paulo	52,00	812
		Parauapebas	Pará	28,64	6.886
		Porto Seguro	Bahia	11,54	2.408
		Tatuí	São Paulo	17,73	523
		Três Lagoas	Mato Grosso do Sul	38,26	10.207
		Açailândia	Maranhão	13,50	5.806
4B	2	Araguari	Minas Gerais	49,00	2.730
		Araruama	Rio de Janeiro	31,00	638
5	3	Caraguatatuba	São Paulo	32,00	485

Apêndice 7.2: Cidades Médias entre 100 mil e 1 milhão de habitantes com as respectivas áreas urbanas e territorial, ordenadas por classificação do IBGE para rede urbana.

Classe / Quant.		Cidade	Estado	Área Urbana em km²	Área Territorial
		Itapecerica da Serra	São Paulo	10,00	151
		Rio das Ostras	Rio de Janeiro	26,38	229

Nota: Dados do IBGE (2014). Área urbana estimada no *software* SOMABRASIL.

Apêndice 7.3: Variáveis *dummy* quanto às características urbanas

Elementos	Nome da Variável	Sigla	Descrição da variável para a cidade	Não	Sim
Traçado da Malha Urbana Viária	Ortogonal	Ort	Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto e forma coesa.	1	0
	Ortogonal com Blocos	Blort	Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas(blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares.		
	Sinuoso	Sin	Estrutura urbana formada por vias predominantemente com formatos curvos, recurvados ou tortuosos.	0	1
	Multiforma	Mforma	Traçado sem predominância de formas: retangular, côncava, triangular, etc. Misto entre formato ortogonal e sinuoso, podendo apresentar áreas urbanas não contíguas em relação ao centro.		
Categoria (Localização geoeconômica)	Região Metropolitana	Rm	Cidade radicada na área da região metropolitana, caracterizada pelos movimentos pendulares de pessoas para atividades.	1	
	Isoladas	Isol	Cidade radicada no interior dos estados, caracterizada pelo distanciamento em relação às capitais e suas regiões metropolitanas.	0	

Nota 1: O a essa área tende a zero. O Delineamento tende a circular quando essa relação tende a 1.
Nota 2: Para efeito da modelagem a forma de Bloco Ortogonal foi associado à forma Ortogonal e a forma Sinuosa foi associada `forma Multiforma

Apêndice 7.4: Cidades médias entre 100 mil e 1 milhão de habitantes e respectivas categoria e forma urbana.

cidade	estado	categoria		traçado				delineam.
		Rm	Isolada	ortogonal	bloco ortogonal	sinuoso	multiforma	proxy Au/Ac
Abaetetuba	Pará	0	1	1	0	0	0	0,516
Açailândia	Maranhão	0	1	0	1	0	0	0,276
Alagoinhas	Bahia	0	1	0	1	0	0	0,765
Anápolis	Goiás	0	1	1	0	0	0	0,476
Angra dos Reis	Rio de Janeiro	0	1	0	0	1	0	0,528
Apucarana	Paraná	0	1	0	1	0	0	0,449
Aracaju	Sergipe	1	0	1	0	0	0	0,385
Araçatuba	São Paulo	0	1	0	1	0	0	0,584
Araguaína	Tocantins	0	1	0	1	0	0	0,711
Araguari	Minas Gerais	0	1	1	0	0	0	0,518
Arapiraca	Alagoas	1	0	1	0	0	0	0,251
Arapongas	Paraná	0	1	0	1	0	0	0,497
Araraquara	São Paulo	0	1	1	0	0	0	0,405
Araras	São Paulo	0	1	0	1	0	0	0,426
Araruama	Rio de Janeiro	0	1	0	0	0	1	0,102
Bacabal	Maranhão	0	1	0	1	0	0	0,578
Bagé	Rio Grande do Sul	0	1	0	1	0	0	0,252
Balneário Camboriú	Santa Catarina	1	0	0	1	0	0	0,534
Barbacena	Minas Gerais	0	1	0	0	1	0	0,598
Barreiras	Bahia	0	1	0	1	0	0	0,413
Barretos	São Paulo	0	1	1	0	0	0	0,433
Bauru	São Paulo	0	1	1	0	0	0	0,353
Bento Gonçalves	Rio Grande do Sul	1	0	0	0	0	1	0,260
Birigui	São Paulo	0	1	1	0	0	0	0,340
Blumenau	Santa Catarina	1	0	0	0	0	1	0,291

Apêndice 7.4: Cidades médias entre 100 mil e 1 milhão de habitantes e respectivas categoria e forma urbana.

cidade	estado	categoria		traçado				delineam.
		Rm	Isolada	ortogonal	bloco ortogonal	sinuoso	multiforma	proxy Au/Ac
Boa Vista	Roraima	0	1	1	0	0	0	0,600
Botucatu	São Paulo	0	1	0	1	0	0	0,370
Bragança	Pará	0	1	1	0	0	0	0,431
Bragança Paulista	São Paulo	0	1	0	0	0	1	0,182
Brusque	Santa Catarina	1	0	0	0	0	1	0,188
Cabo Frio	Rio de Janeiro	0	1	0	1	0	0	0,202
Cachoeiro de Itapemirim	Espírito Santo	0	1	0	0	1	0	0,175
Cametá	Pará	0	1	1	0	0	0	0,330
Campina Grande	Paraíba	1	0	1	0	0	0	0,543
Campo Grande	Mato Grosso do Sul	0	1	1	0	0	0	0,389
Campos dos Goytacazes	Rio de Janeiro	0	1	0	1	0	0	0,283
Caraguatatuba	São Paulo	0	1	0	1	0	0	0,220
Caruaru	Pernambuco	0	1	0	1	0	0	0,156
Cascavel	Paraná	0	1	0	1	0	0	0,481
Castanhal	Pará	0	1	0	1	0	0	0,433
Catanduva	São Paulo	0	1	0	1	0	0	0,556
Caxias	Maranhão	0	1	0	1	0	0	0,397
Caxias do Sul	Rio Grande do Sul	1	0	0	0	0	1	0,357
Chapecó	Santa Catarina	1	0	0	1	0	0	0,476
Codó	Maranhão	0	1	0	1	0	0	0,433
Colatina	Espírito Santo	0	1	0	0	0	1	0,350
Conselheiro Lafaiete	Minas Gerais	0	1	0	0	0	1	0,557
Corumbá	Mato Grosso do Sul	0	1	0	1	0	0	0,302
Criciúma	Santa Catarina	1	0	0	1	0	0	0,400
Cuiabá	Mato Grosso	1	0	0	1	0	0	0,771
Divinópolis	Minas Gerais	0	1	0	1	0	0	0,230

Apêndice 7.4: Cidades médias entre 100 mil e 1 milhão de habitantes e respectivas categoria e forma urbana.

cidade	estado	categoria		traçado				delineam.
		Rm	Isolada	ortogonal	bloco ortogonal	sinuoso	multiforma	proxy Au/Ac
Dourados	Mato Grosso do Sul	0	1	1	0	0	0	0,305
Eunápolis	Bahia	0	1	0	1	0	0	0,241
Feira de Santana	Bahia	0	1	0	1	0	0	0,534
Florianópolis	Santa Catarina	1	0	0	1	0	0	0,069
Foz do Iguaçu	Paraná	0	1	0	1	0	0	0,273
Franca	São Paulo	0	1	0	1	0	0	0,436
Garanhuns	Pernambuco	0	1	0	1	0	0	0,423
Governador Valadares	Minas Gerais	0	1	0	0	0	1	0,206
Guarapuava	Paraná	0	1	0	1	0	0	0,368
Guaratinguetá	São Paulo	0	1	0	1	0	0	0,406
Ilhéus	Bahia	0	1	0	0	1	0	0,098
Imperatriz	Maranhão	1	0	0	1	0	0	0,275
Ipatinga	Minas Gerais	1	0	0	0	0	1	0,337
Itabira	Minas Gerais	0	1	0	0	1	0	0,359
Itajaí	Santa Catarina	1	0	1	0	0	0	0,551
Itapecerica da Serra	São Paulo	1	0	0	0	1	0	0,101
Itapetininga	São Paulo	0	1	0	1	0	0	0,166
Itapipoca	Ceará	0	1	0	1	0	0	0,138
Jaú	São Paulo	0	1	1	0	0	0	0,381
Jequié	Bahia	0	1	0	0	0	1	0,217
Ji-Paraná	Rondônia	0	1	0	1	0	0	0,264
João Pessoa	Paraíba	1	0	0	1	0	0	0,176
Joinville	Santa Catarina	1	0	0	1	0	0	0,264
Juazeiro do Norte	Ceará	1	0	0	1	0	0	0,179
Juiz de Fora	Minas Gerais	0	1	0	0	1	0	0,164
Jundiaí	São Paulo	0	1	0	0	0	1	0,246

Apêndice 7.4: Cidades médias entre 100 mil e 1 milhão de habitantes e respectivas categoria e forma urbana.

cidade	estado	categoria		traçado				delineam.
		Rm	Isolada	ortogonal	bloco ortogonal	sinuoso	multiforma	proxy Au/Ac
Lages	Santa Catarina	1	0	0	1	0	0	0,223
Limeira	São Paulo	0	1	0	1	0	0	0,671
Linhares	Espírito Santo	0	1	0	1	0	0	0,144
Londrina	Paraná	1	0	0	1	0	0	0,662
Macaé	Rio de Janeiro	1	0	0	0	0	1	0,060
Macapá	Amapá	1	0	0	1	0	0	0,195
Maceió	Alagoas	0	1	0	0	0	1	0,245
Marabá	Pará	0	1	0	1	0	0	0,162
Marília	São Paulo	0	1	0	1	0	0	0,270
Maringá	Paraná	1	0	1	0	0	0	0,969
Mogi Guaçu	São Paulo	0	1	0	1	0	0	0,509
Montes Claros	Minas Gerais	0	1	0	1	0	0	0,497
Mossoró	Rio Grande do Norte	0	1	0	1	0	0	0,225
Muriaé	Minas Gerais	0	1	0	0	1	0	0,257
Natal	Rio Grande do Norte	1	0	1	0	0	0	0,209
Nova Friburgo	Rio de Janeiro	1	1	0	0	1	0	0,086
Novo Hamburgo	Rio Grande do Sul	1	0	0	1	0	0	0,831
Ourinhos	São Paulo	0	1	1	0	0	0	0,671
Palmas	Tocantins	0	1	0	1	0	0	0,144
Paranaguá	Paraná	0	1	0	1	0	0	0,221
Parauapebas	Pará	0	1	0	1	0	0	0,190
Parintins	Amazonas	0	1	0	1	0	0	0,458
Parnaíba	Piauí	0	1	0	1	0	0	0,380
Passo Fundo	Rio Grande do Sul	0	1	0	1	0	0	0,430
Passos	Minas Gerais	0	1	0	1	0	0	0,463
Patos	Paraíba	0	1	0	1	0	0	0,588

Apêndice 7.4: Cidades médias entre 100 mil e 1 milhão de habitantes e respectivas categoria e forma urbana.

cidade	estado	categoria		traçado				delineam.
		Rm	Isolada	ortogonal	bloco ortogonal	sinuoso	multiforma	proxy Au/Ac
Patos de Minas	Minas Gerais	0	1	0	1	0	0	0,329
Paulo Afonso	Bahia	0	1	0	1	0	0	0,684
Pelotas	Rio Grande do Sul	1	0	0	1	0	0	0,299
Petrolina	Pernambuco	1	0	0	1	0	0	0,245
Piracicaba	São Paulo	0	1	0	1	0	0	0,251
Poços de Caldas	Minas Gerais	0	1	0	0	0	1	0,136
Ponta Grossa	Paraná	0	1	0	1	0	0	0,144
Porto Seguro	Bahia	0	1	0	1	0	0	0,169
Porto Velho	Rondônia	1	0	1	0	0	0	0,288
Pouso Alegre	Minas Gerais	0	1	0	0	0	1	0,196
Presidente Prudente	São Paulo	0	1	0	1	0	0	0,354
Resende	Rio de Janeiro	0	1	0	1	0	0	0,285
Ribeirão Preto	São Paulo	0	1	1	0	0	0	0,368
Rio Branco	Acre	1	0	0	1	0	0	0,305
Rio Claro	São Paulo	0	1	1	0	0	0	0,289
Rio das Ostras	Rio de Janeiro	0	1	1	0	0	0	0,047
Rio Verde	Goiás	0	1	0	1	0	0	0,407
Rondonópolis	Mato Grosso	0	1	1	0	0	0	0,207
Santa Cruz do Sul	Rio Grande do Sul	0	1	0	1	0	0	0,239
Santa Maria	Rio Grande do Sul	0	1	0	1	0	0	0,123
Santarém	Pará	0	1	0	1	0	0	0,263
Santos	São Paulo	1	0	0	1	0	0	0,289
São Carlos	São Paulo	0	1	0	1	0	0	0,410
São José do Rio Preto	São Paulo	0	1	0	1	0	0	0,499
São José dos Campos	São Paulo	0	1	0	1	0	0	0,166
São Mateus	Espírito	0	1	0	1	0	0	

Apêndice 7.4: Cidades médias entre 100 mil e 1 milhão de habitantes e respectivas categoria e forma urbana.

cidade	estado	categoria		traçado				delineam.
		Rm	Isolada	ortogonal	bloco ortogonal	sinuoso	multiforma	proxy Au/Ac
	Santo							0,150
Sinop	Mato Grosso	0	1	1	0	0	0	0,334
Sobral	Ceará	0	1	0	1	0	0	0,198
Sorocaba	São Paulo	0	1	0	0	0	1	0,717
Tatuí	São Paulo	0	1	0	1	0	0	0,320
Teixeira de Freitas	Bahia	0	1	1	0	0	0	0,417
Teófilo Otoni	Minas Gerais	0	1	0	0	0	1	0,285
Teresina	Piauí	1	0	0	1	0	0	0,516
Teresópolis	Rio de Janeiro	0	1	0	0	1	0	0,279
Toledo	Paraná	0	1	0	1	0	0	0,467
Três Lagoas	Mato Grosso do Sul	0	1	1	0	0	0	0,736
Ubá	Minas Gerais	0	1	0	0	0	1	0,641
Uberaba	Minas Gerais	0	1	1	0	0	0	0,503
Uberlândia	Minas Gerais	0	1	1	0	0	0	0,351
Umuarama	Paraná	0	1	0	0	0	1	0,624
Uruguaiana	Rio Grande do Sul	0	1	1	0	0	0	0,676
Varginha	Minas Gerais	0	1	0	0	0	1	0,317
Vitória	Espírito Santo	1	0	0	0	0	1	0,034
Vitória da Conquista	Bahia	0	1	0	1	0	0	0,404
Vitória de Santo Antão	Pernambuco	0	1	0	1	0	0	0,494
Volta Redonda	Rio de Janeiro	0	1	0	0	0	1	0,294

Nota1: Dados do IBGE, REGIC (2007). Legenda: 0 = não é o caso; 1= É o caso

Nota 2: Delineamento: quanto mais próximo de 0 tende a linear, quanto mais próximo de 1 tende a circular.

Apêndice 7.5: Tabelas da plataforma SIDRA empregadas na pesquisa.

Tabela	Nome da Tabela	Períodos
200	População residente por sexo, situação e grupos de idade	2010, 2000, 1991, 1980, 1970
616	Pessoas de 10 anos ou mais de idade por grupos de idade, condição de atividade na semana referência, sexo e situação do domicílio. PEA opção municípios "TUDO"	2010, 2000 e 1991
761	População residente, por situação do domicílio, com indicação da população urbana residente na sede municipal	2010
1288	População nos censos demográficos por situação do domicílio	2010, 2000, 1991, 1980, 1970, 1960 e 1950.
1381	Pessoas de 10 anos ou mais de idades, total e com rendimento, Valor do rendimento nominal médio mensal e mediano médio mensal, das pessoas de 10 anos ou mais de idade, total e com rendimento, segundo sexo e a cor ou raça	2010
2143	População residente por deslocamento para trabalho ou estudo, situação do domicílio, sexo e grupos de idade.	2000
2915	Pessoas de 10 anos ou mais de idades, ocupadas na sema de referência, com rendimento do trabalho principal, Valor do rendimento nominal médio mensal e Valor de rendimento nominal mediano mensal das pessoas de 10 anos ou mais de idade, ocupadas na semana de referência, cm rendimento do trabalho principal por sexo e grandes grupos de ocupação no trabalho principal.	2000
3980	População residente, por naturalidade em relação ao município e à unidade da federação e tipo do setor – Resultados Gerais da Amostra	2010

Apêndice 7.6: Dados para regressão do conjunto de 89 cidades (VTC/pop, Decis, Quartis, População Urbana, Localização e Traçado)

ano	Cidade cross section DADOS	VTC/População	Decil	Quartis	Pop urbana Tabela 200	Rm= 1 Isol=0	traçado Ortogonal = 0 Multiforma = 1
2.010	Maracanaú/CE	8,44	0,16%	0,16%	207635	1	0
2.010	Birigui/SP	8,95	0,32%	0,32%	105487	0	0
2.013	Hortolândia/SP	9,84	0,50%	0,50%	209139	1	0
2.011	Balneário Camboriú/SC	10,14	0,69%	0,69%	110748	1	0
2.011	Araguari/MG	12,18	0,91%	0,91%	103140	0	0
2.013	Ji-Paraná/RO	13,85	1,17%	1,17%	115128	0	0
2.010	Mossoró/RN	16,74	1,47%	1,47%	237241	0	0
2.010	Araçatuba/SP	21,77	1,87%	1,87%	178077	0	0
2.012	Passos/MG	22,82	2,29%	2,29%	102145	0	0
2.013	Marabá/PA	24,65	2,75%	2,75%	200809	0	0
2.010	Vila Velha/ES	25,08	3,21%	3,21%	412575	1	0
2.010	Dourados/MS	25,24	3,67%	3,67%	181005	0	0
2.011	Brusque/SC	27,51	4,18%	4,18%	104211	1	1
2.013	Itajaí/SC	27,90	4,69%	4,69%	187106	1	0
2.013	Jaboatão dos Guararapes/PE	28,15	5,21%	5,21%	660939	1	0
2.013	Suzano/SP	29,75	5,75%	5,75%	269681	1	0
2.011	Rio Claro/SP	29,97	6,30%	6,30%	183072	0	0
2.010	Aparecida de Goiânia/GO	31,21	6,88%	6,88%	455193	1	0
2.011	Jaú/SP	31,47	7,46%	7,46%	128352	0	0
2.013	Alvorada/RS	31,54	8,04%	8,04%	204750	1	0
2.010	Olinda/PE	32,47	8,63%	8,63%	370332	1	1
2.010	Petrolina/PE	36,56	9,31%	9,31%	219172	1	0
2.013	Umuarama/PR	37,06	9,99%	9,99%	98753	0	0
2.011	Indaiatuba/SP	37,20	10,67%	10,67%	203037	1	0
2.014	Toledo/PR	40,42	11,41%	11,41%	118217	0	0
2.009	Muriaé/MG	41,37	12,17%	12,17%	92179	0	1
2.012	Pindamonhangaba/SP	41,94	12,95%	12,95%	144756	0	0
2.010	Patos de Minas/MG	42,70	13,73%	13,73%	127724	0	0
2.010	Guarapuava/PR	43,55	14,53%	14,53%	152993	0	0
2.011	Ourinhos/SP	44,00	15,34%	15,34%	101063	0	0
2.010	Lages/SC	44,66	16,16%	16,16%	153937	1	0
2.013	Barbacena/MG	44,99	16,99%	16,99%	122616	0	1
2.013	São Caetano do Sul/SP	46,80	17,85%	17,85%	156362	1	0
2.013	Botucatu/SP	46,97	18,71%	18,71%	131292	0	0
2.013	Votorantim/SP	48,35	19,60%	19,60%	111158	0	1

2.012	Caraguatatuba/SP	50,43	20,53%	20,53%	100589	0	0
2.011	Erechim/RS	50,47	21,45%	21,45%	91184	0	0
2.011	São Mateus/ES	51,05	22,39%	22,39%	85662	0	0
2.012	Canoas/RS	51,43	23,34%	23,34%	326505	1	0
2.013	Araucária/PR	54,24	24,34%	24,34%	119544	1	0
2.013	Ipatinga/MG	56,07	25,37%	25,37%	250454	1	1
2.011	Bagé/RS	57,89	26,43%	26,43%	97889	0	0
2.012	Americana/SP	57,95	27,50%	27,50%	213863	1	0
2.010	Araxá/MG	57,98	28,56%	28,56%	92284	0	0
2.011	Feira de Santana/BA	58,38	29,63%	29,63%	515950	0	0
2.013	Jaraguá do Sul/SC	58,60	30,71%	30,71%	145281	1	0
2.010	Praia Grande/SP	60,52	31,82%	31,82%	262051	1	0
2.012	Novo Hamburgo/RS	64,62	33,01%	33,01%	235208	1	0
2.011	São José do Rio Preto/SP	67,78	34,26%	34,26%	386981	0	0
2.011	Foz do Iguaçu/PR	68,14	35,51%	35,51%	253771	0	0
2.010	Guaratinguetá/SP	68,91	36,78%	36,78%	106762	0	0
2.014	Atibaia/SP	69,98	38,06%	38,06%	123719	0	0
2.011	Itabira/MG	70,00	39,35%	39,35%	103133	0	1
2.010	São José dos Pinhais/PR	71,46	40,66%	40,66%	236895	1	0
2.010	Salto/SP	71,78	41,98%	41,98%	104688	0	0
2.013	Jacareí/SP	71,83	43,30%	43,30%	219986	0	0
2.010	Franca/SP	72,33	44,63%	44,63%	313046	0	0
2.010	Chapecó/SC	72,33	45,96%	45,96%	168113	1	0
2.010	Betim/MG	74,56	47,33%	47,33%	375331	1	1
2.010	Rio Branco/AC	74,88	48,71%	48,71%	308545	1	0
2.010	Cascavel/PR	77,84	50,14%	50,14%	270049	0	0
2.013	Sete Lagoas/MG	78,11	51,58%	51,58%	222041	0	0
2.009	Criciúma/SC	78,53	53,02%	53,02%	185930	1	0
2.013	Presidente Prudente/SP	78,83	54,47%	54,47%	214473	0	0
2.011	Franco da Rocha/SP	80,97	55,96%	55,96%	122895	1	1
2.009	Araraquara/SP	81,81	57,46%	57,46%	194972	0	0
2.012	Itatiba/SP	81,99	58,97%	58,97%	88247	1	0
2.010	Angra dos Reis/RJ	83,53	60,50%	60,50%	163199	0	1
2.011	São Carlos/SP	85,77	62,08%	62,08%	215218	0	0
2.012	Anápolis/GO	87,29	63,69%	63,69%	336356	0	0
2.013	São Leopoldo/RS	87,93	65,30%	65,30%	224618	1	0
2.014	Resende/RJ	88,74	66,93%	66,93%	116610	0	0
2.013	Cachoeiro de Itapemirim/ES	89,08	68,57%	68,57%	187590	0	1
2.011	Vitória da Conquista/BA	89,68	70,22%	70,22%	278173	0	0
2.011	Piracicaba/SP	92,02	71,91%	71,91%	357483	0	0

2.011	Bauru/SP	92,09	73,60%	73,60%	340886	0	0
2.010	Maringá/PR	92,69	75,31%	75,31%	350653	1	0
2.010	Joinville/SC	94,32	77,04%	77,04%	497850	1	0
2.010	Mogi das Cruzes/SP	96,53	78,82%	78,82%	357313	1	0
2.010	Ponta Grossa/PR	100,85	80,67%	80,67%	304717	0	0
2.010	Pelotas/RS	101,59	82,54%	82,54%	306193	0	0
2.010	Jundiaí/SP	108,31	84,53%	84,53%	354204	1	1
2.011	São Vicente/SP	110,86	86,57%	86,57%	334027	0	0
2.010	Divinópolis/MG	116,30	88,70%	88,70%	207516	0	0
2.011	Pinhais/PR	116,56	90,85%	90,85%	118334	1	0
2.011	Vitória/ES	120,00	93,05%	93,05%	330526	1	1
2.013	Poços de Caldas/MG	122,60	95,31%	95,31%	157106	0	1
2.013	Palmas/TO	125,49	97,61%	97,61%	250482	1	0
2.013	Barueri/SP	129,92	100,00%	100,00%	256756	1	1

Apêndice 7.7: Dados para regressão do conjunto de 89 cidades (PEA_10000, RPC_1000, TMC, TMI_100, TML DU e DEL)

ano	Cidade cross section DADOS	PEA_10000	RPC_1000	TMC	TMI	TML	DU	DEL proxy Au/Ac
2.013	Jaraguá do Sul/SC	8,8325	1,09735	0,54	0,70	47,13	30,41	0,31
2.013	Suzano/SP	12,8997	0,6517	5,67	3,16	54,03	50,30	0,19
2.010	Angra dos Reis/RJ	8,0186	0,76289	2,57	1,62	55,01	61,35	0,46
2.011	Franco da Rocha/SP	6,2473	0,56431	2,95	2,23	56,65	129,36	0,31
2.010	Betim/MG	19,9497	0,63826	4,15	2,18	57,93	94,78	0,23
2.010	Maracanaú/CE	9,3717	0,38024	2,17	0,93	59,59	30,09	0,91
2.011	Vitória/ES	17,8008	1,66297	6,37	4,13	61,89	116,79	0,19
2.010	Olinda/PE	17,1454	0,62785	4,17	1,92	62,19	168,33	0,34
2.010	Mogi das Cruzes/SP	17,8416	0,89024	4,91	3,57	66,43	115,26	0,13
2.013	Jaboatão dos Guararapes/PE	29,6505	0,57459	4,31	1,58	68,62	132,29	0,33
2.013	Alvorada/RS	9,8383	0,60308	3,93	2,46	70,05	48,48	0,68
2.010	Guarapuava/PR	7,5479	0,73814	5,27	3,29	70,99	37,13	0,51
2.010	Ponta Grossa/PR	14,6118	0,8487	4,83	3,28	73,36	51,95	0,17
2.010	Vila Velha/ES	21,9896	1,16318	3,60	2,79	73,41	76,40	0,41
2.013	Hortolândia/SP	10,1168	0,65438	4,13	2,94	73,44	42,17	0,88
2.014	Resende/RJ	6,2391	0,884	9,14	3,98	75,53	54,14	0,23
2.010	Lages/SC	7,6107	0,82672	3,49	3,57	79,86	48,90	0,28
2.012	Canoas/RS	16,7981	0,90985	4,28	3,75	80,27	34,56	0,58
2.013	São Caetano do Sul/SP	8,3068	1,74366	8,31	7,32	85,68	85,87	0,51
2.010	São José dos Pinhais/PR	13,1608	0,84738	5,65	4,05	86,47	91,11	0,35
2.013	São Leopoldo/RS	11,384	0,91663	3,53	3,38	87,65	39,43	0,50
2.013	Barueri/SP	12,5594	1,03487	7,62	4,39	89,66	57,87	0,32
2.013	Araucária/PR	6,4979	0,78312	8,45	4,33	91,18	19,98	0,45
2.013	Jacareí/SP	10,7818	0,82981	4,40	3,93	91,55	46,35	0,39
2.013	Poços de Caldas/MG	8,4849	0,91388	6,59	4,45	93,12	60,73	0,20
2.013	Barbacena/MG	5,8715	0,7458	4,49	3,27	94,74	56,98	0,58
2.010	Araxá/MG	5,0367	0,85509	4,52	3,40	94,79	35,49	0,67
2.011	Itabira/MG	5,681	0,69981	7,25	3,01	95,32	62,85	0,50
2.010	Salto/SP	5,7148	0,86811	3,95	3,41	98,02	80,53	0,47
2.011	Pinhais/PR	6,1598	0,88313	5,23	3,94	98,83	78,89	0,19
2.011	Vitória da Conquista/BA	15,277	0,55593	6,32	1,73	99,09	69,03	0,42
2.010	Praia Grande/SP	12,8806	0,78125	1,91	1,96	100,48	65,51	0,08
2.011	Foz do Iguaçu/PR	13,3547	0,80885	7,69	3,67	105,55	32,74	0,35
2.010	Guaratinguetá/SP	5,38	0,91399	3,91	3,35	106,42	56,19	0,22

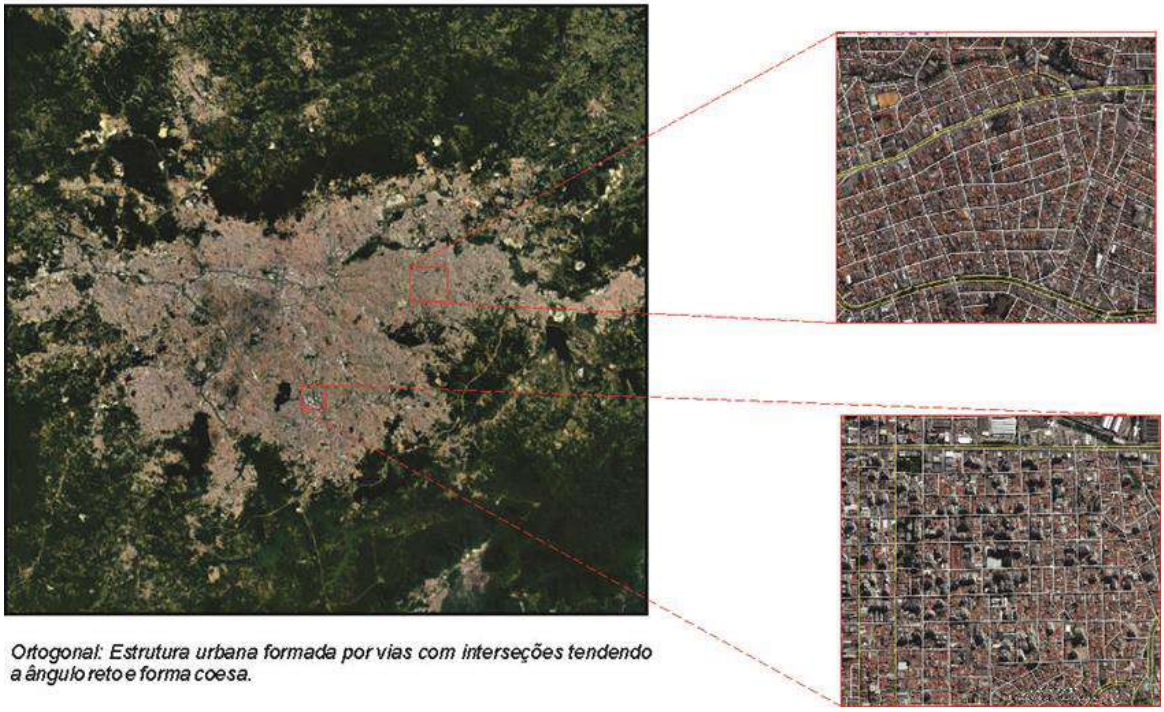
2.009	Muriaé/MG	5,294	0,70927	2,68	2,10	109,43	78,58	0,30
2.012	Pindamonhangaba/SP	7,5117	0,79782	4,28	3,50	112,34	38,39	0,15
2.010	Joinville/SC	28,1812	1,06882	2,88	4,08	113,11	47,41	0,26
2.010	Jundiaí/SP	19,4323	1,27815	5,18	5,17	114,50	88,55	0,12
2.009	Criciúma/SC	10,812	1,03457	3,42	3,88	115,15	34,62	0,52
2.010	Divinópolis/MG	11,6294	0,84179	4,36	3,05	116,99	53,62	0,28
2.013	Votorantim/SP	5,5207	0,75151	5,72	3,57	119,25	44,22	0,33
2.013	Botucatu/SP	6,5009	1,03355	6,43	4,69	121,84	41,87	0,32
2.011	São Vicente/SP	16,3359	0,77212	4,66	1,75	122,24	77,29	0,28
2.012	Novo Hamburgo/RS	13,3509	0,95733	2,97	4,28	124,25	40,55	0,49
2.011	Feira de Santana/BA	29,2296	0,58133	4,28	1,87	124,48	78,17	0,54
2.013	Sete Lagoas/MG	11,7399	0,76052	5,02	3,13	125,20	44,98	0,57
2.011	Bagé/RS	5,4786	0,74877	4,99	3,49	125,61	37,65	0,57
2.010	Pelotas/RS	14,8631	0,83442	4,18	3,04	126,79	68,18	0,16
2.011	Erechim/RS	5,3008	0,99021	8,25	4,43	127,03	37,99	0,32
2.010	Cascavel/PR	15,3131	0,95022	4,05	4,01	127,57	31,77	0,48
2.011	São Carlos/SP	12,0564	1,05179	3,83	4,76	127,89	44,88	0,62
2.012	Itatiba/SP	5,6739	1,01464	6,94	5,60	133,29	40,11	0,54
2.011	São Mateus/ES	5,6094	0,66384	5,26	2,25	135,98	97,34	0,20
2.011	Piracicaba/SP	19,2935	1,05485	5,86	4,72	136,01	67,45	0,19
2.012	Americana/SP	11,9201	1,12643	6,09	5,06	136,58	32,40	0,57
2.011	Bauru/SP	18,5226	1,03604	4,65	4,63	137,63	39,94	0,44
2.013	Ipatinga/MG	11,7497	0,81028	4,80	3,49	138,25	65,10	0,34
2.010	Aparecida de Goiânia/GO	24,8422	0,67724	1,56	1,85	138,42	31,83	0,16
2.012	Caraguatatuba/SP	5,0648	0,75418	2,80	2,94	138,67	31,43	0,08
2.013	Cachoeiro de Itapemirim/ES	9,5456	0,72036	11,57	3,05	145,30	120,25	0,18
2.009	Araraquara/SP	11,5042	1,00659	6,13	3,97	151,85	23,62	0,60
2.010	Rio Branco/AC	14,3604	0,75311	1,80	1,75	152,66	71,82	0,30
2.010	Franca/SP	17,441	0,83136	2,61	3,99	157,57	35,98	0,42
2.010	Maringá/PR	20,0918	1,14955	3,74	4,45	158,78	31,01	0,80
2.011	Jaú/SP	7,4506	0,903	4,79	4,41	165,02	40,75	0,52
2.010	Chapecó/SC	10,1124	0,98425	3,38	4,37	165,49	36,51	0,41
2.010	Petrolina/PE	10,5119	0,54883	2,26	1,39	165,51	76,82	0,27
2.013	Presidente Prudente/SP	11,0885	1,00709	5,69	4,56	165,52	42,28	0,33
2.011	Ourinhos/SP	5,2501	0,83603	6,19	3,42	167,26	36,09	0,44
2.011	Balneário Camboriú/SC	6,4171	1,57151	4,78	4,12	168,54	32,71	0,45
2.012	Anápolis/GO	17,2283	0,78164	5,49	3,72	177,10	39,57	0,48
2.011	Indaiatuba/SP	11,3547	1,07329	3,45	4,54	178,11	61,53	0,22
2.014	Atibaia/SP	6,6693	1,0104	6,08	5,63	179,77	37,48	0,50
2.010	Patos de Minas/MG	6,8967	0,81815	3,96	3,07	180,98	42,82	0,29
2.012	Passos/MG	5,2857	0,80187	5,43	3,56	183,31	50,39	0,45

2.011	Araguari/MG	5,789	0,7836	4,73	3,16	183,76	34,61	0,46
2.010	Dourados/MS	9,563	0,8591	2,72	2,93	186,76	35,08	0,32
2.010	Mossoró/RN	11,3012	0,61298	1,89	1,72	188,45	71,05	0,28
2.014	Toledo/PR	7,0248	0,85903	3,97	4,95	195,81	34,37	0,50
2.013	Umuarama/PR	5,5922	0,87289	3,67	4,38	198,38	36,99	0,64
2.011	São José do Rio Preto/SP	23,0015	1,10896	5,34	5,20	206,81	48,54	0,49
2.011	Brusque/SC	6,4471	1,0615	3,05	5,18	211,62	43,42	0,10
2.013	Palmas/TO	12,7475	1,06069	7,68	3,05	212,26	53,98	0,08
2.013	Itajaí/SC	10,3677	1,00925	3,54	4,60	212,88	34,49	0,42
2.013	Marabá/PA	10,3197	0,53966	4,59	1,59	219,39	77,35	0,24
2.011	Rio Claro/SP	10,2802	0,95882	3,94	4,27	226,33	49,88	0,34
2.010	Birigui/SP	6,0447	0,79432	1,76	3,40	245,43	40,57	0,36
2.010	Araçatuba/SP	9,5051	0,95833	4,90	3,79	251,19	32,98	0,74
2.013	Ji-Paraná/RO	6,0167	0,71872	5,90	2,30	343,80	47,97	0,27

8 ANEXOS

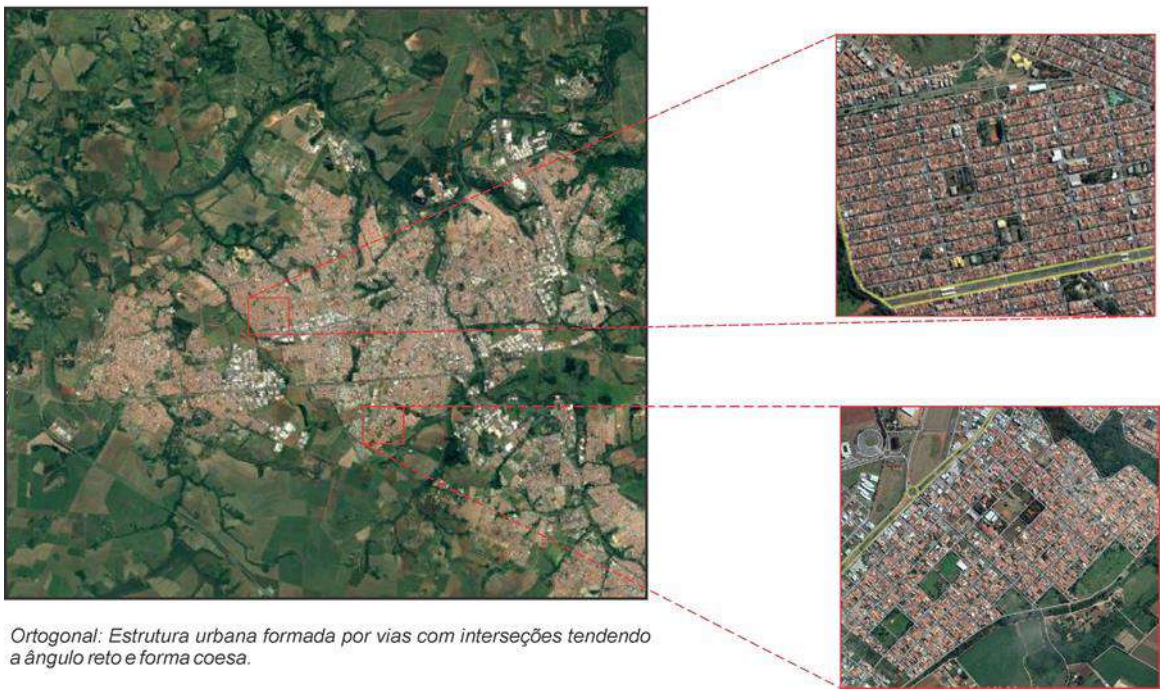
Anexo 8.1: Mapas das cidades médias brasileiras objeto de estudo e respectivas formas urbanas obtidos no Google Earth (2017).

Alvorada/SP



Ortogonal: Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto e forma coesa.

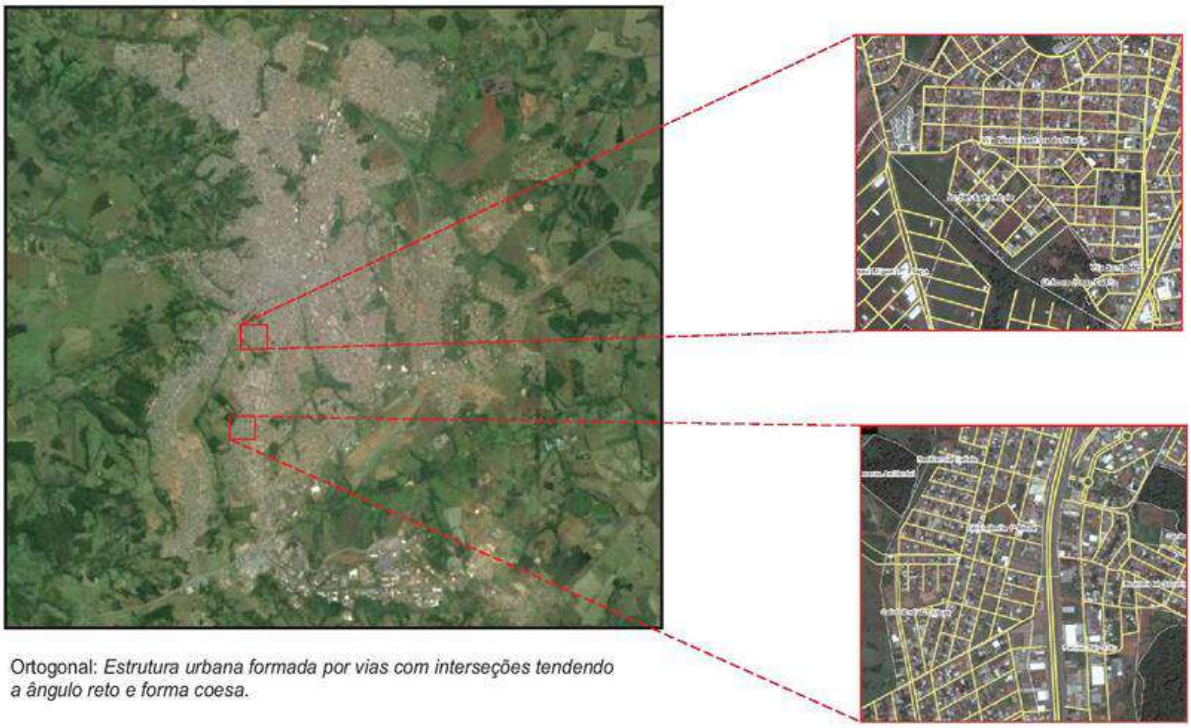
Americana/SP



Ortogonal: Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto e forma coesa.

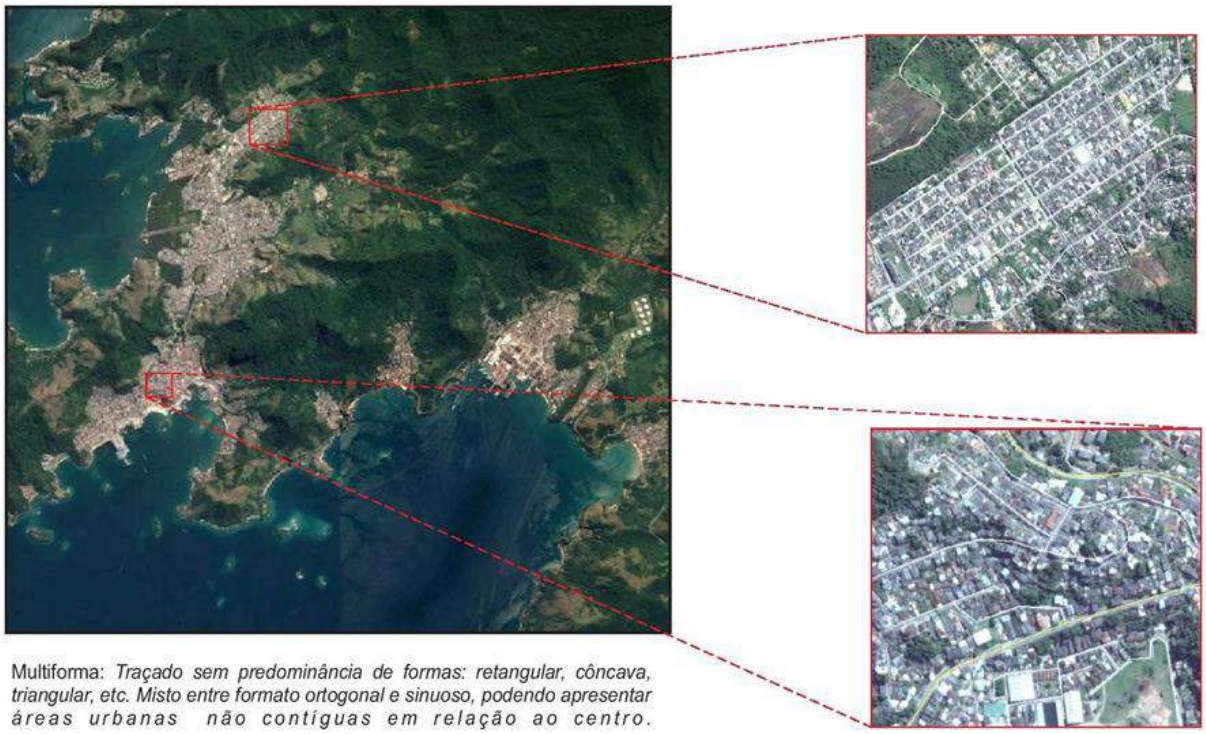
Fonte: Google Earth, 2017

Anápolis/GO



Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto e forma coesa.*

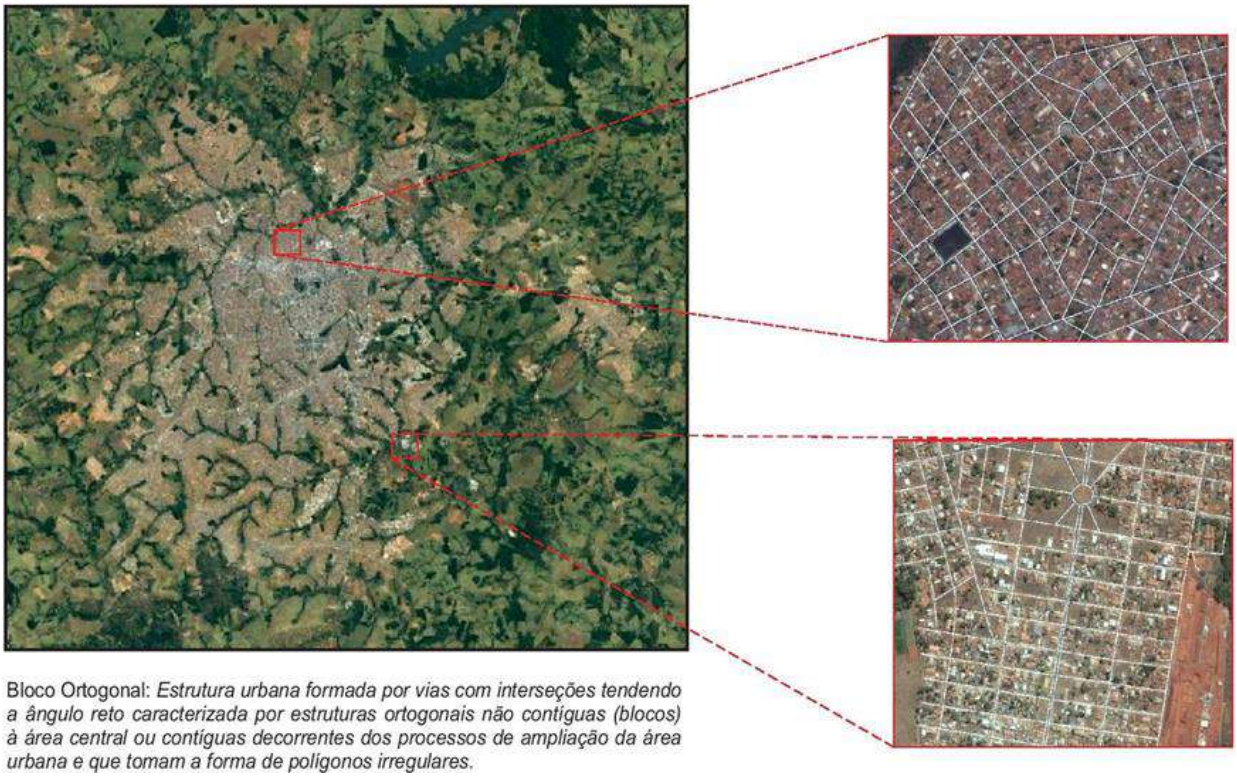
Angra dos Reis/RJ



Multiforma: *Traçado sem predominância de formas: retangular, côncava, triangular, etc. Misto entre formato ortogonal e sinuoso, podendo apresentar áreas urbanas não contíguas em relação ao centro.*

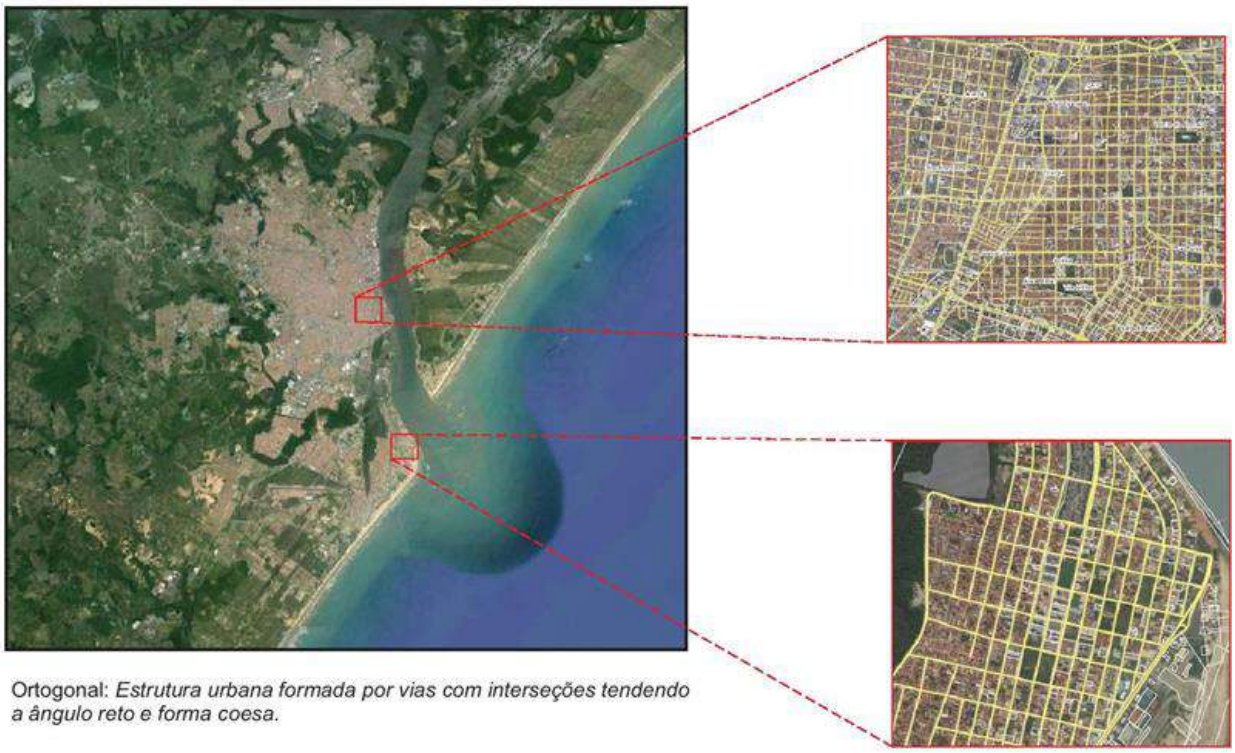
Fonte: Google Earth, 2017

Aparecida de Goiânia/GO



Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares.*

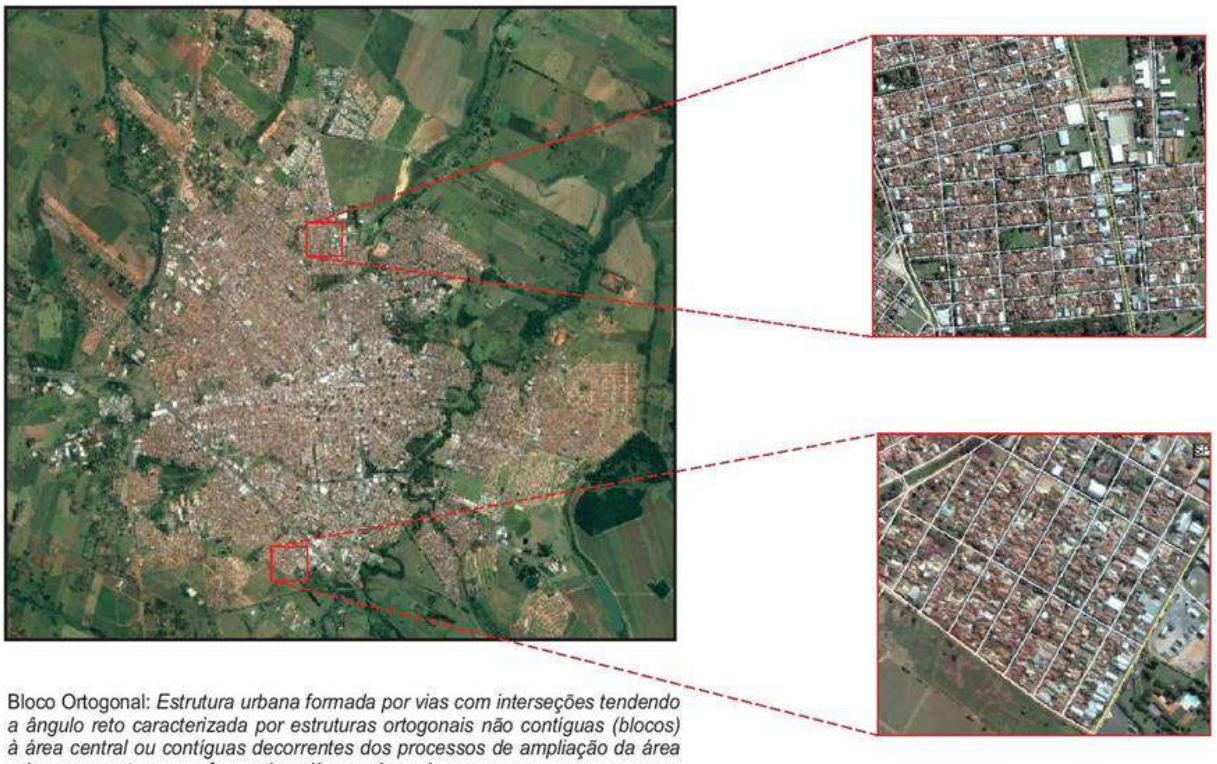
Aracaju/SE



Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto e forma coesa.*

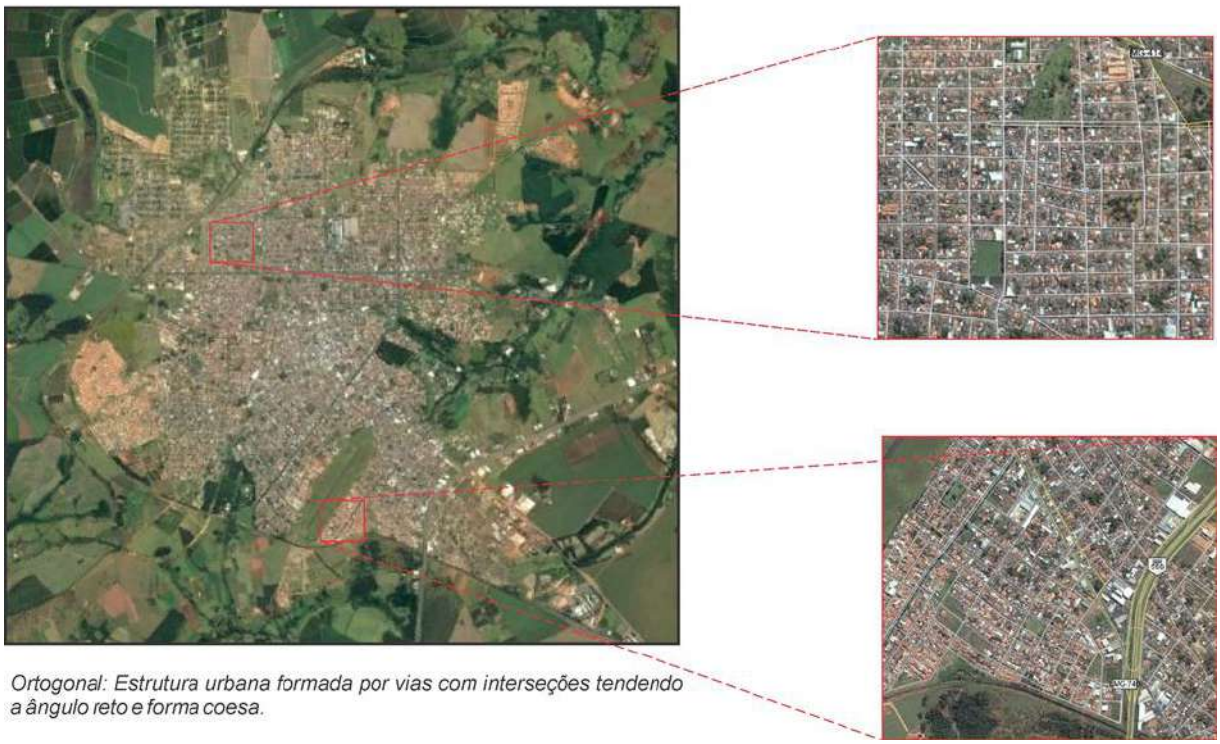
Fonte: Google Earth, 2017

Araçatuba/SP



Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares.*

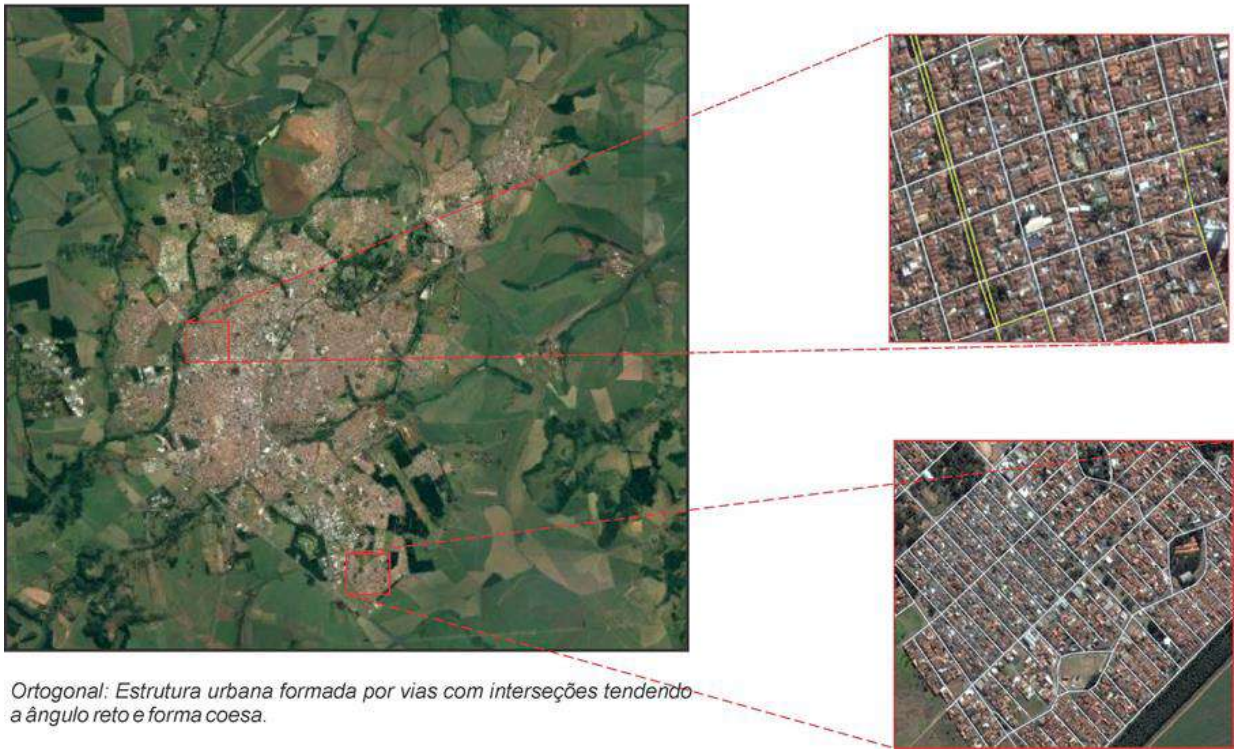
Araguari/MG



Ortogonal: Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto e forma coesa.

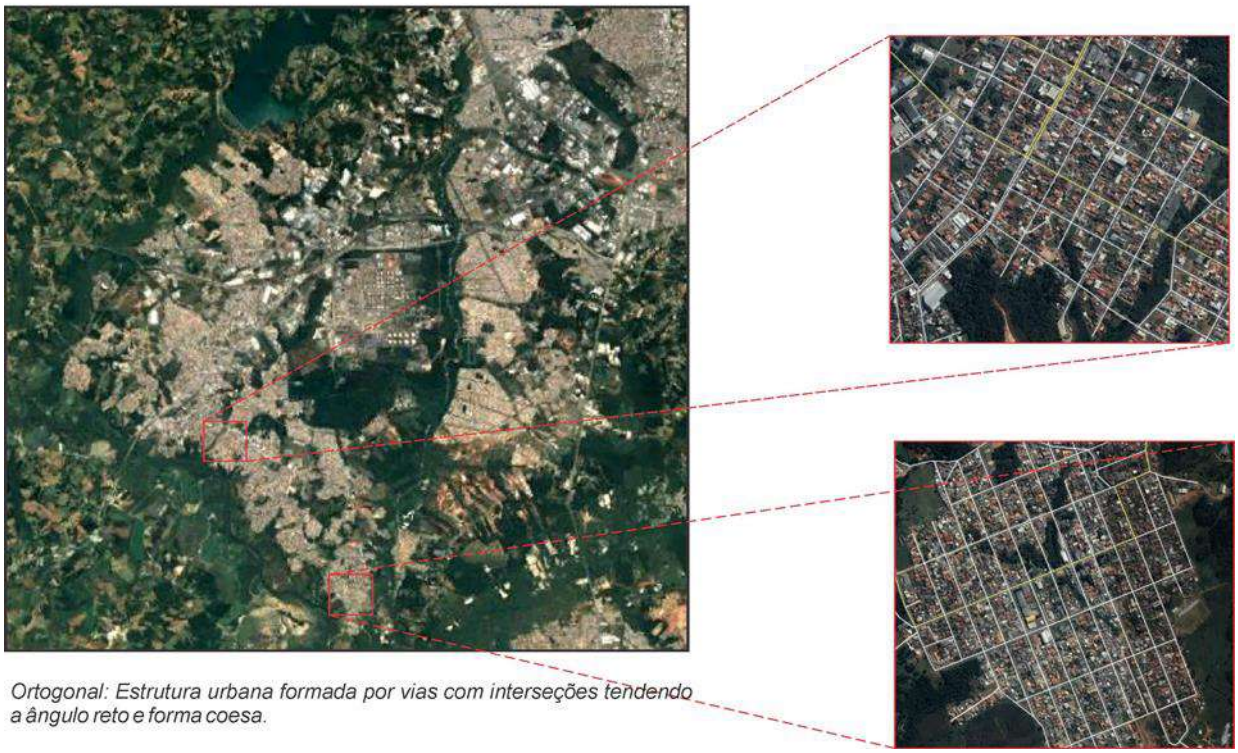
Fonte: Google Earth, 2017

Araraquara/SP



Ortogonal: Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto e forma coesa.

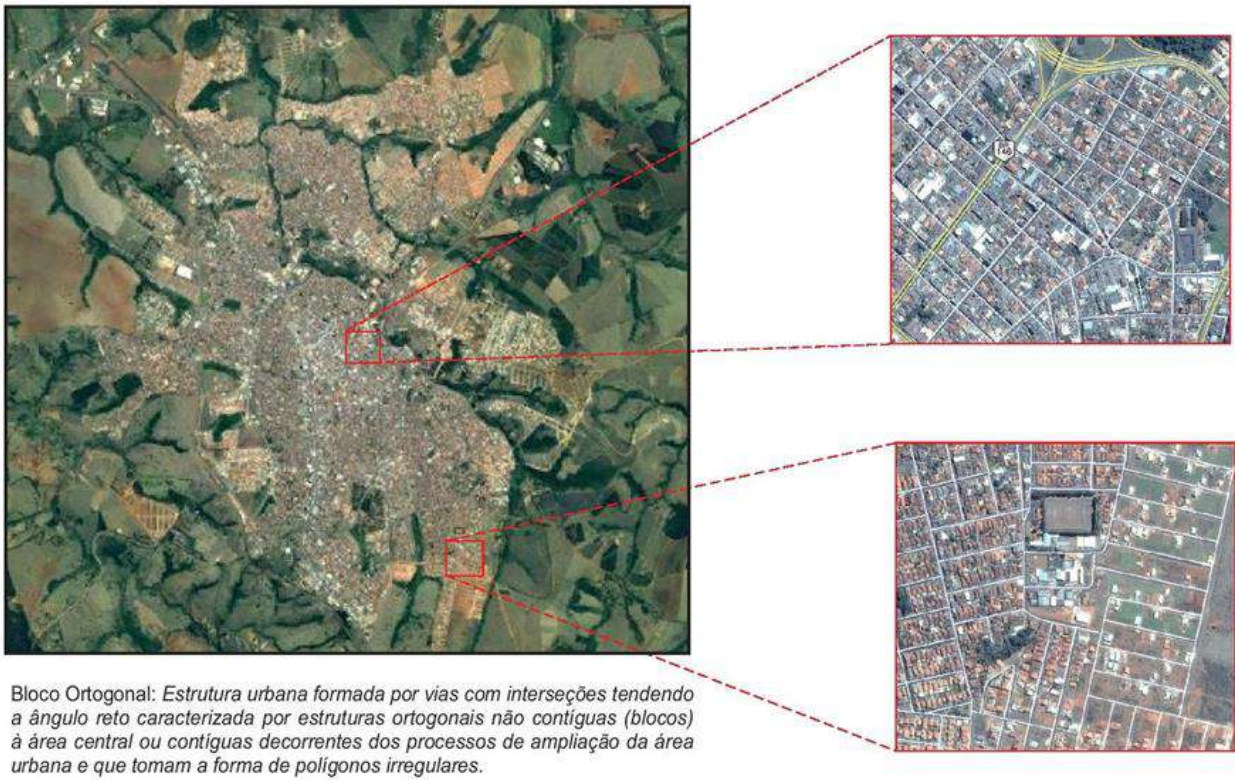
Araucária/PR



Ortogonal: Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto e forma coesa.

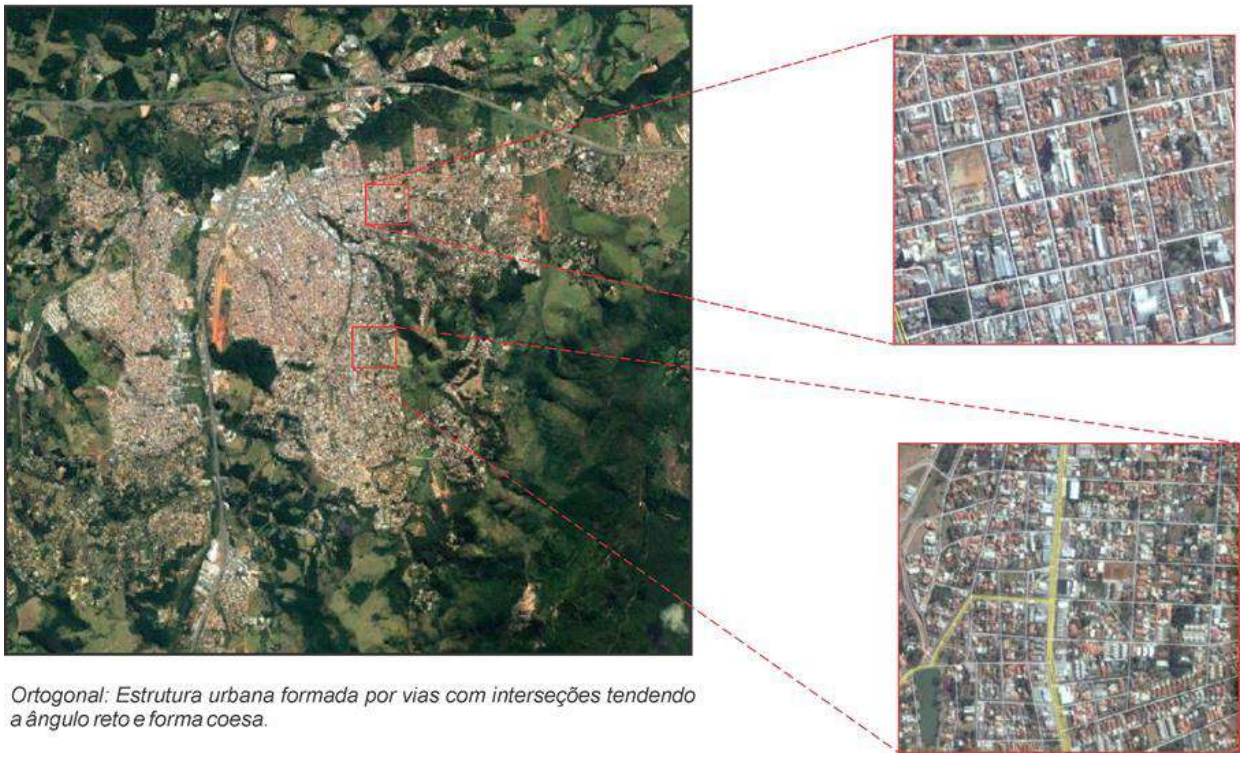
Fonte: Google Earth, 2017

Araxá/MG



Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares.*

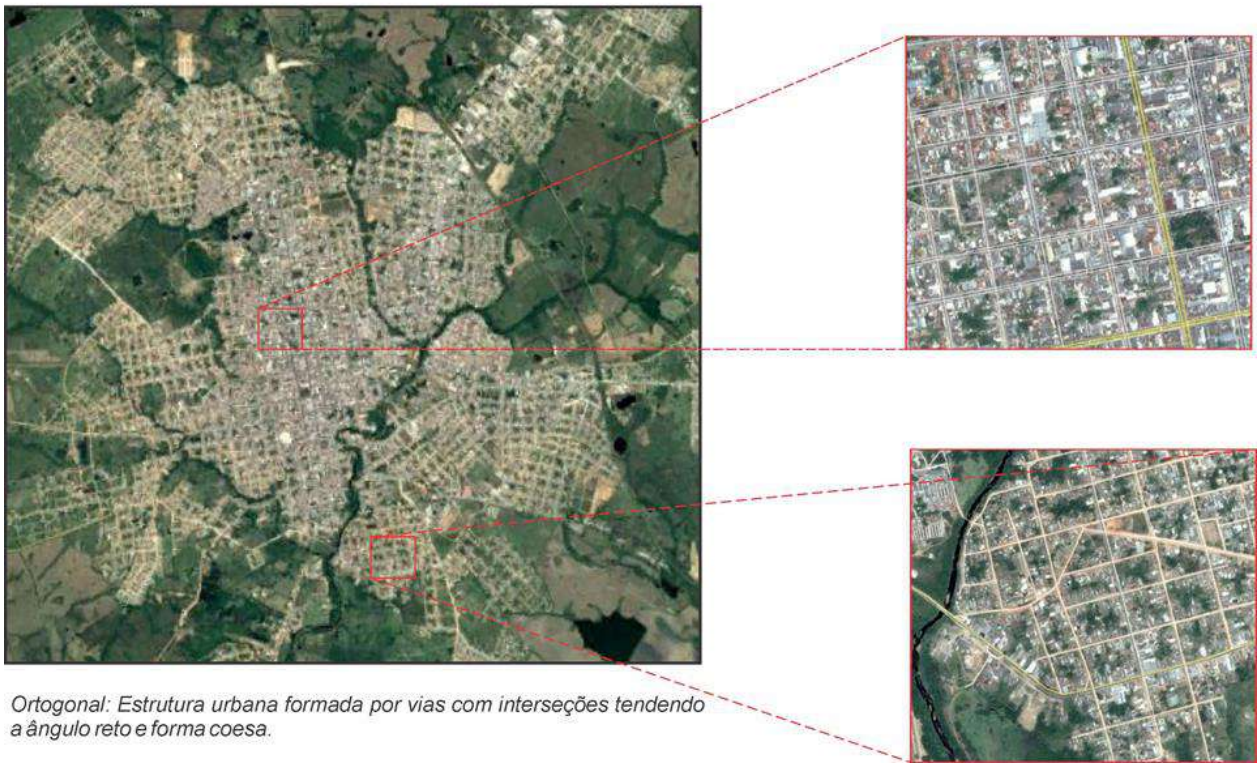
Atibaia/SP



Ortogonal: Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto e forma coesa.

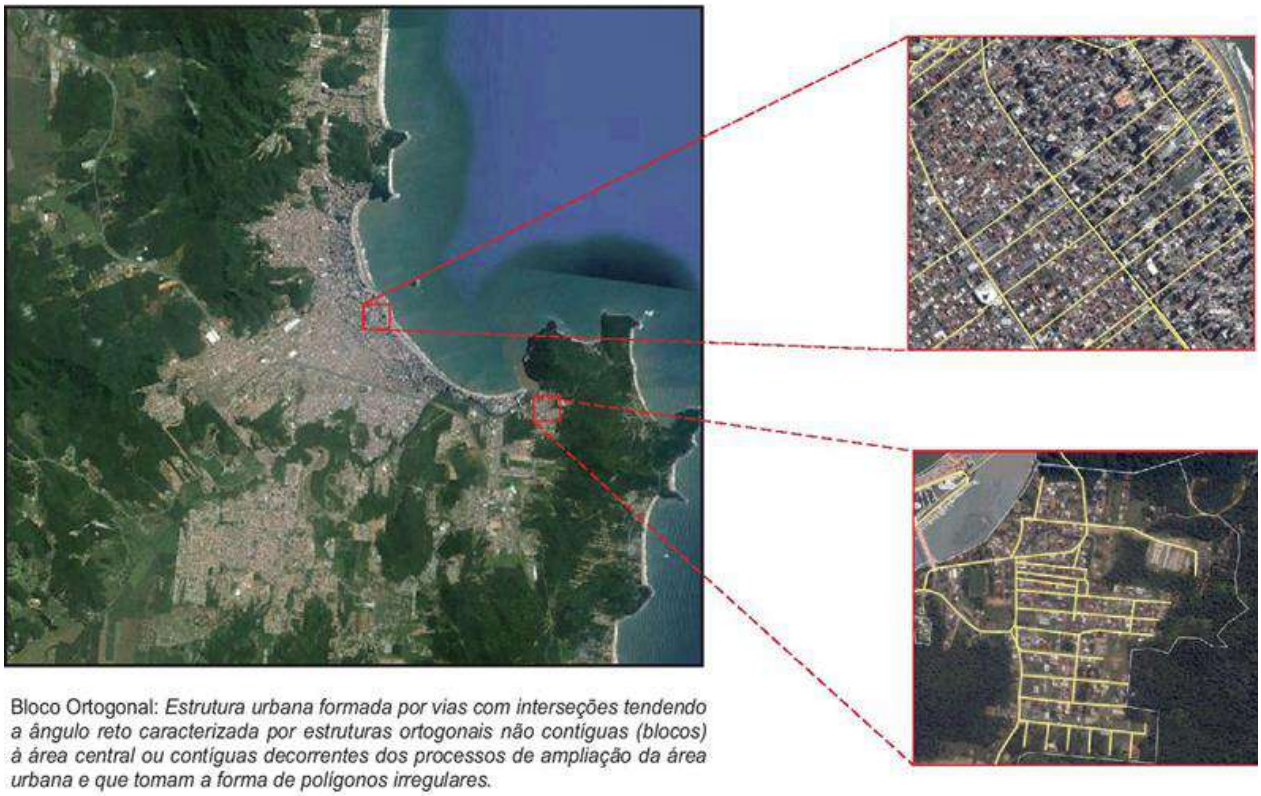
Fonte: Google Earth, 2017

Bagé/RS



Ortogonal: Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto e forma coesa.

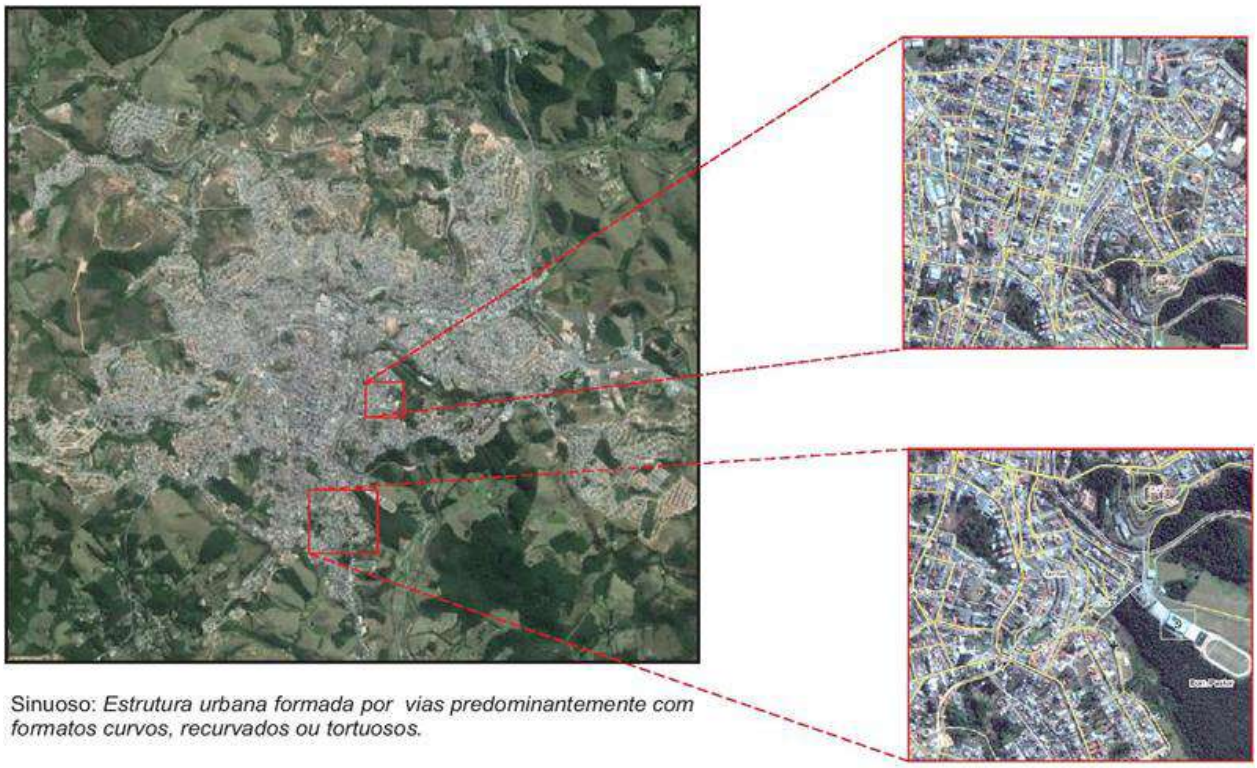
Balneário Camboriú/SC



Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares.*

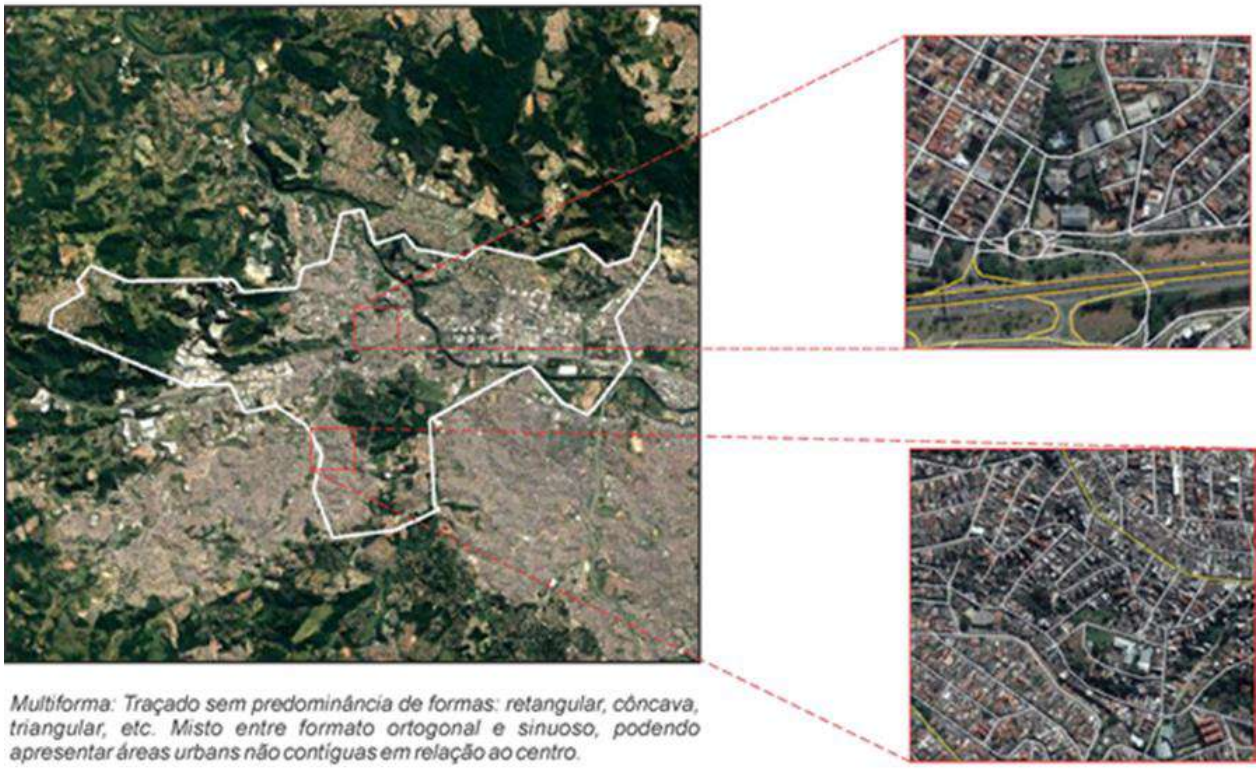
Fonte: Google Earth, 2017

Barbacena/MG



Sinuoso: *Estrutura urbana formada por vias predominantemente com formatos curvos, recurvados ou tortuosos.*

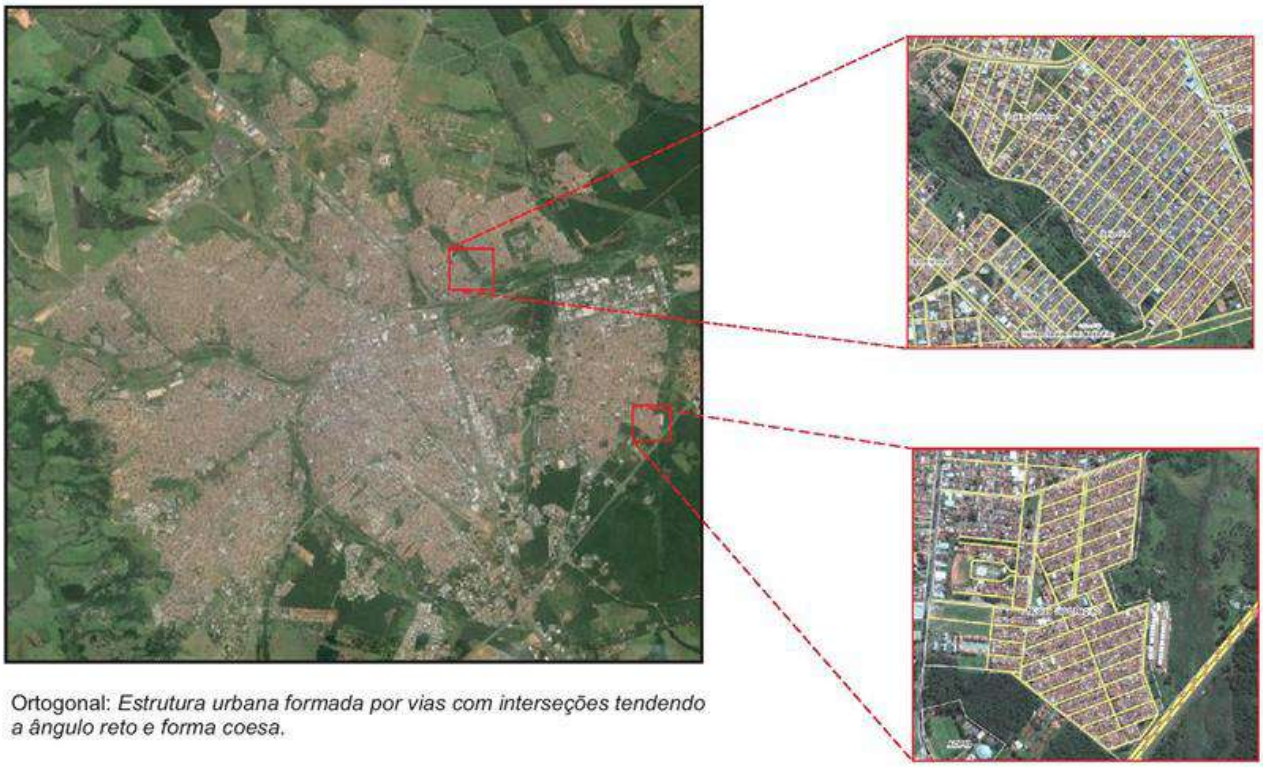
Barueri/SP



Multiforma: Traçado sem predominância de formas: retangular, côncava, triangular, etc. Misto entre formato ortogonal e sinuoso, podendo apresentar áreas urbans não contíguas em relação ao centro.

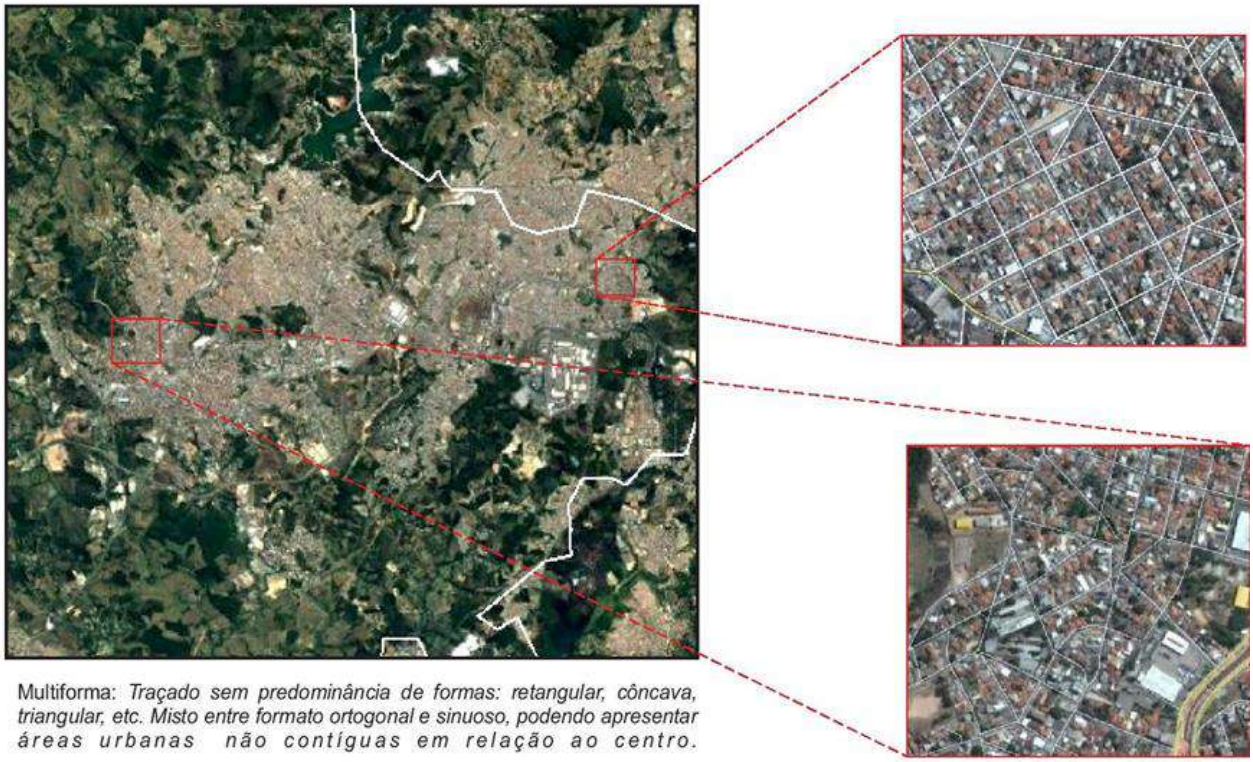
Fonte: Google Earth, 2017

Bauru/SP



Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto e forma coesa.*

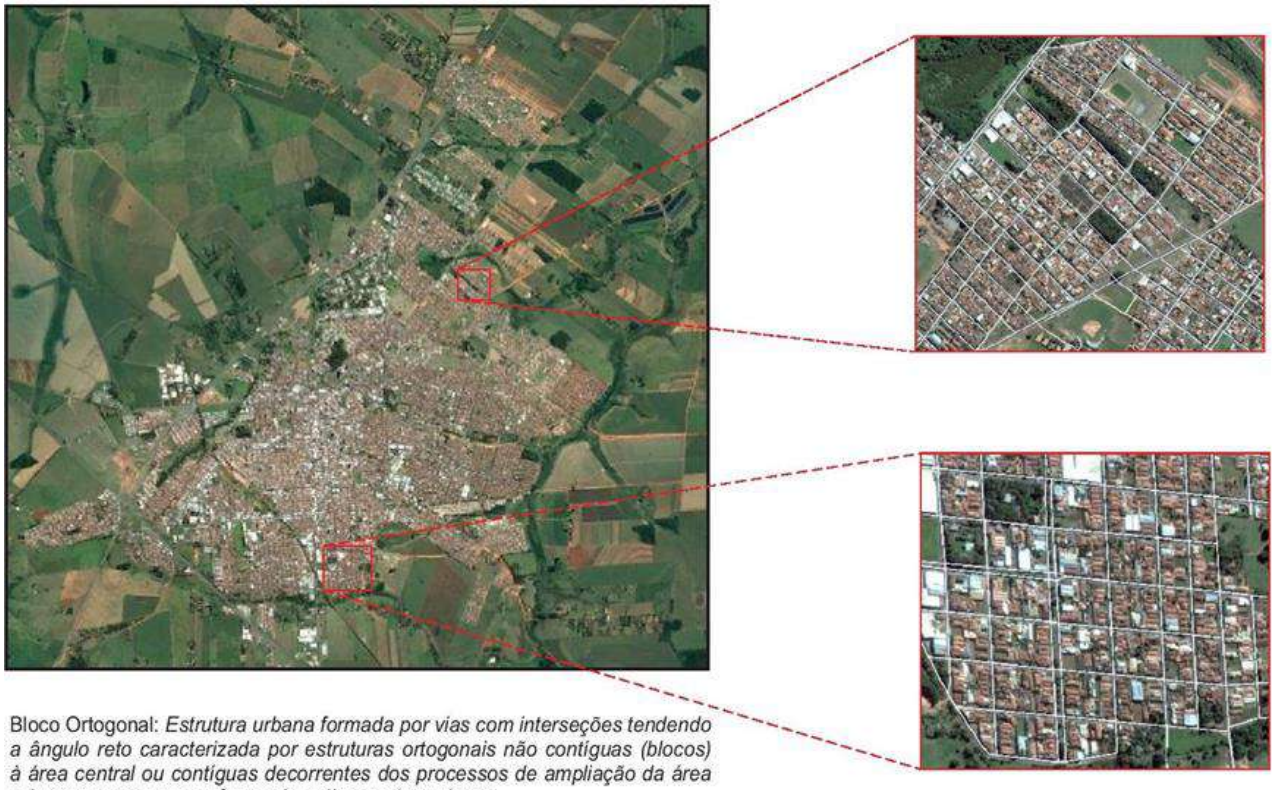
Betim/MG



Multiforma: *Traçado sem predominância de formas: retangular, côncava, triangular, etc. Misto entre formato ortogonal e sinuoso, podendo apresentar áreas urbanas não contíguas em relação ao centro.*

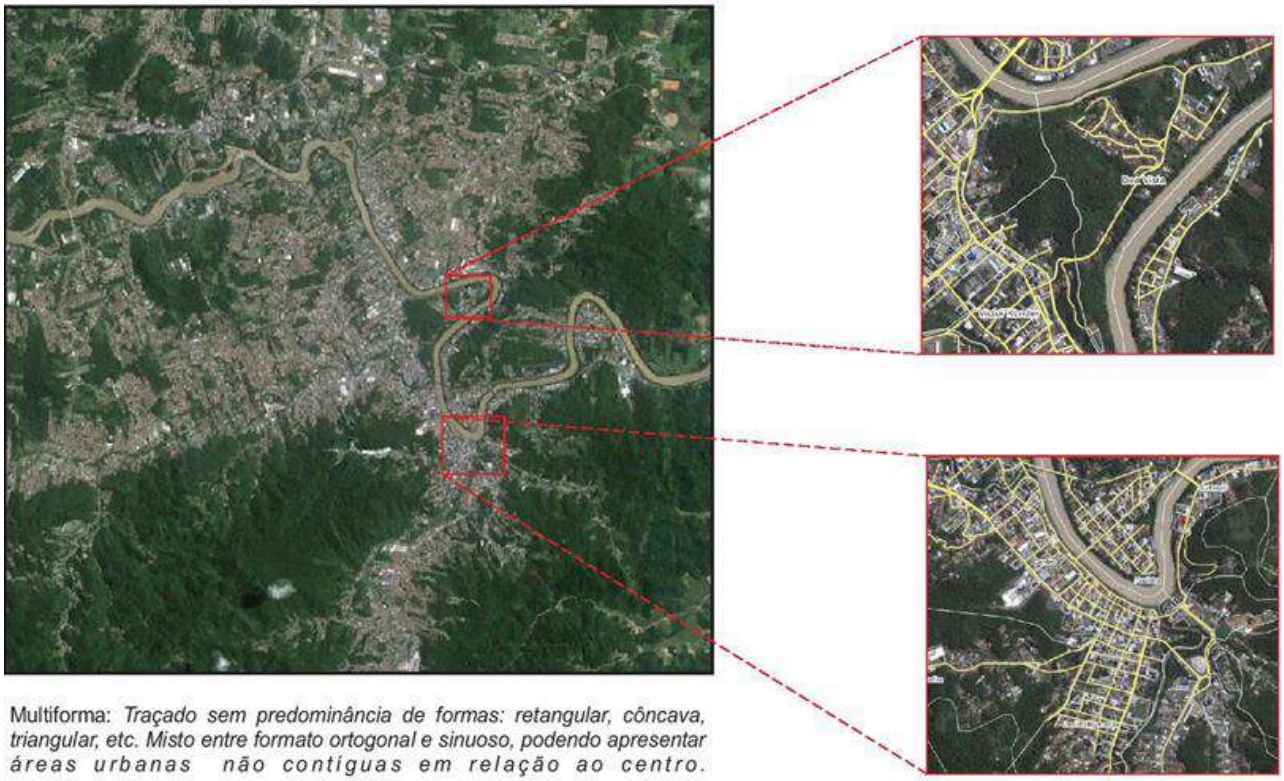
Fonte: Google Earth, 2017

Birigui/SP



Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares.*

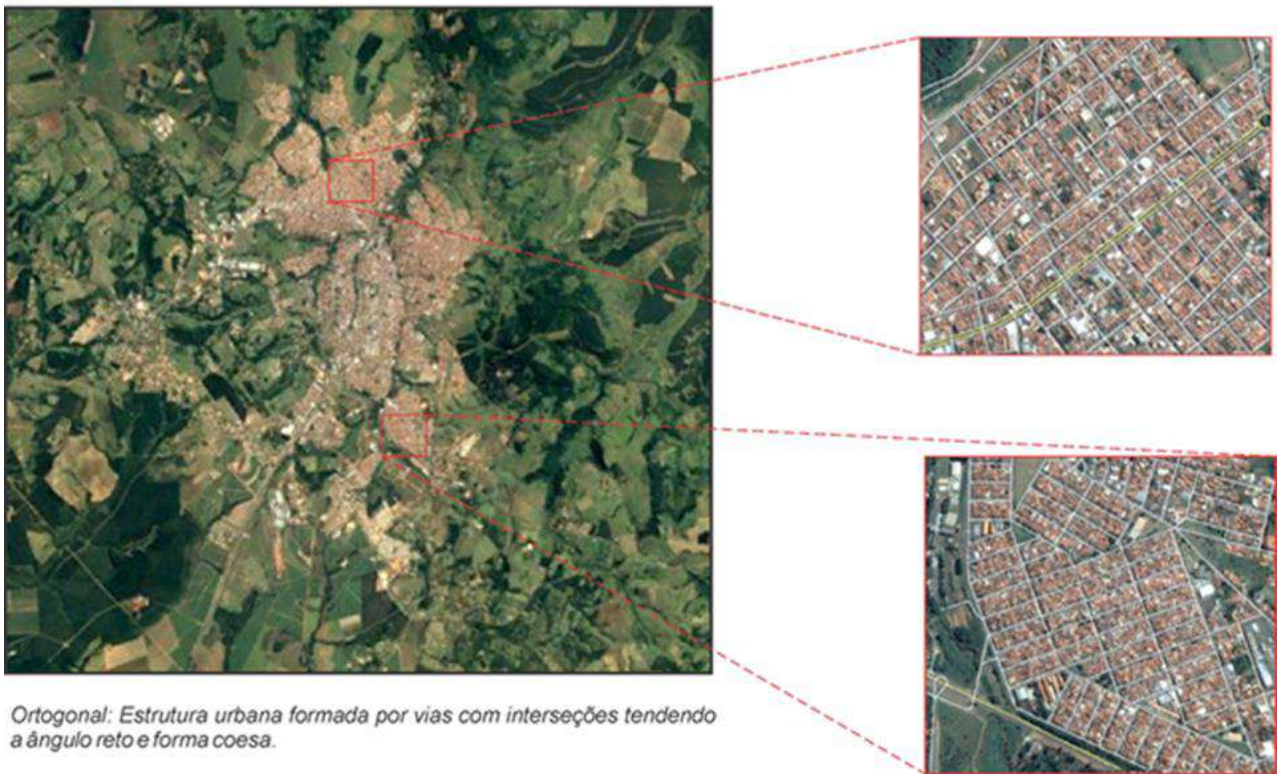
Blumenau/SC



Multiforma: *Traçado sem predominância de formas: retangular, côncava, triangular, etc. Misto entre formato ortogonal e sinuoso, podendo apresentar áreas urbanas não contíguas em relação ao centro.*

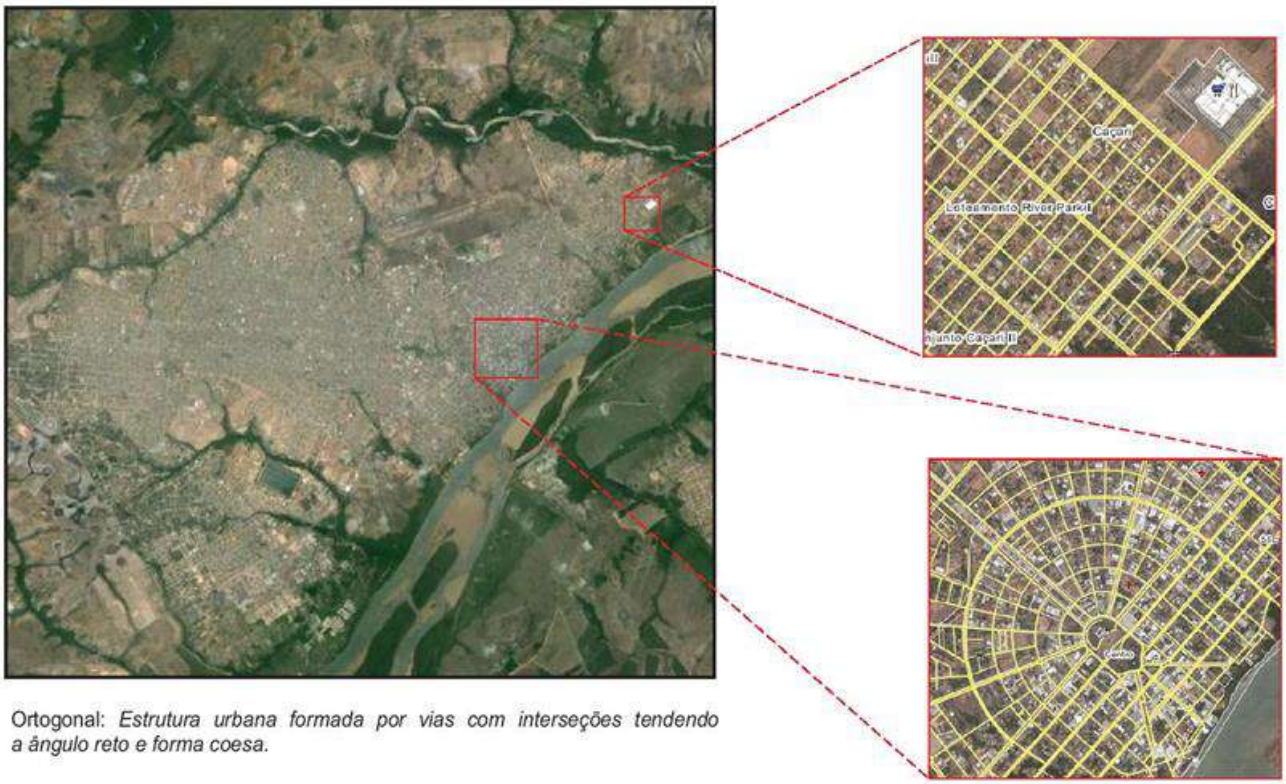
Fonte: Google Earth, 2017

Botucatu/SP



Ortogonal: Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto e forma coesa.

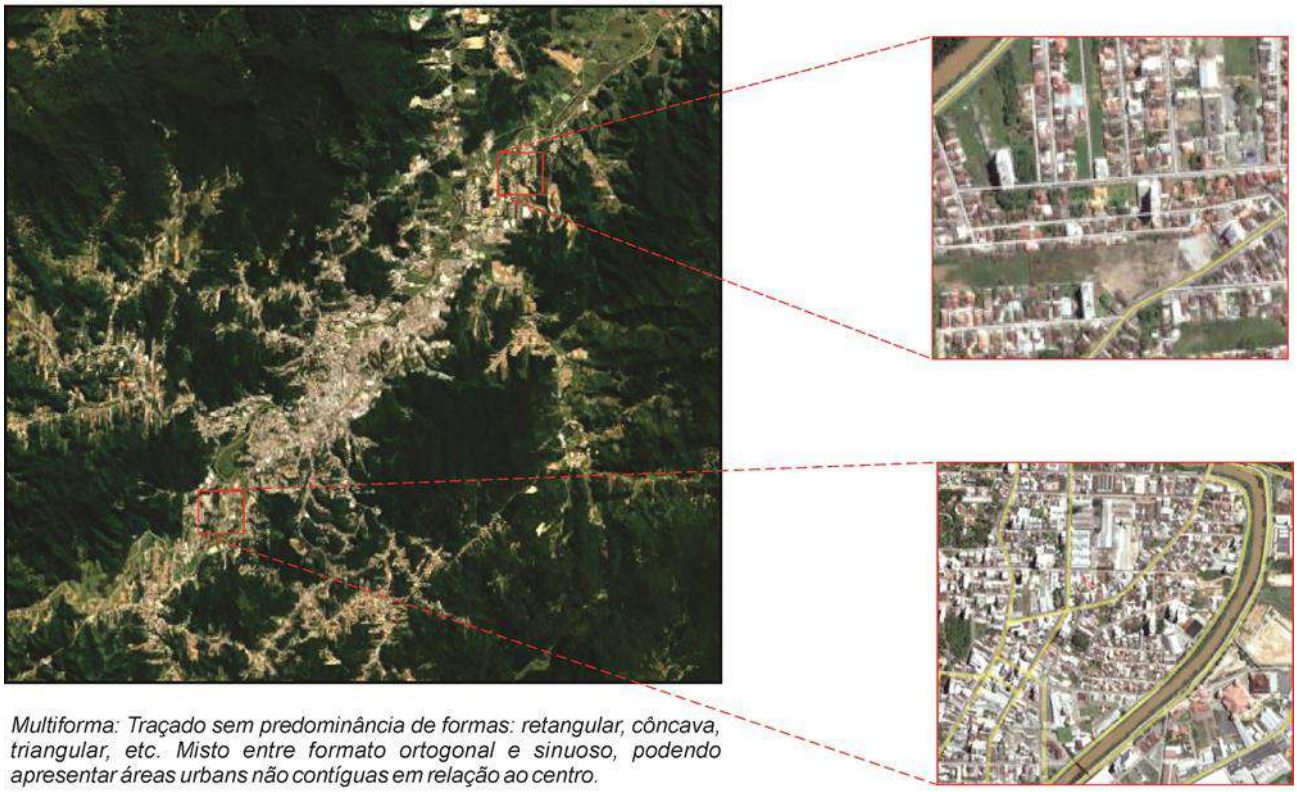
Boa Vista/RR



Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto e forma coesa.*

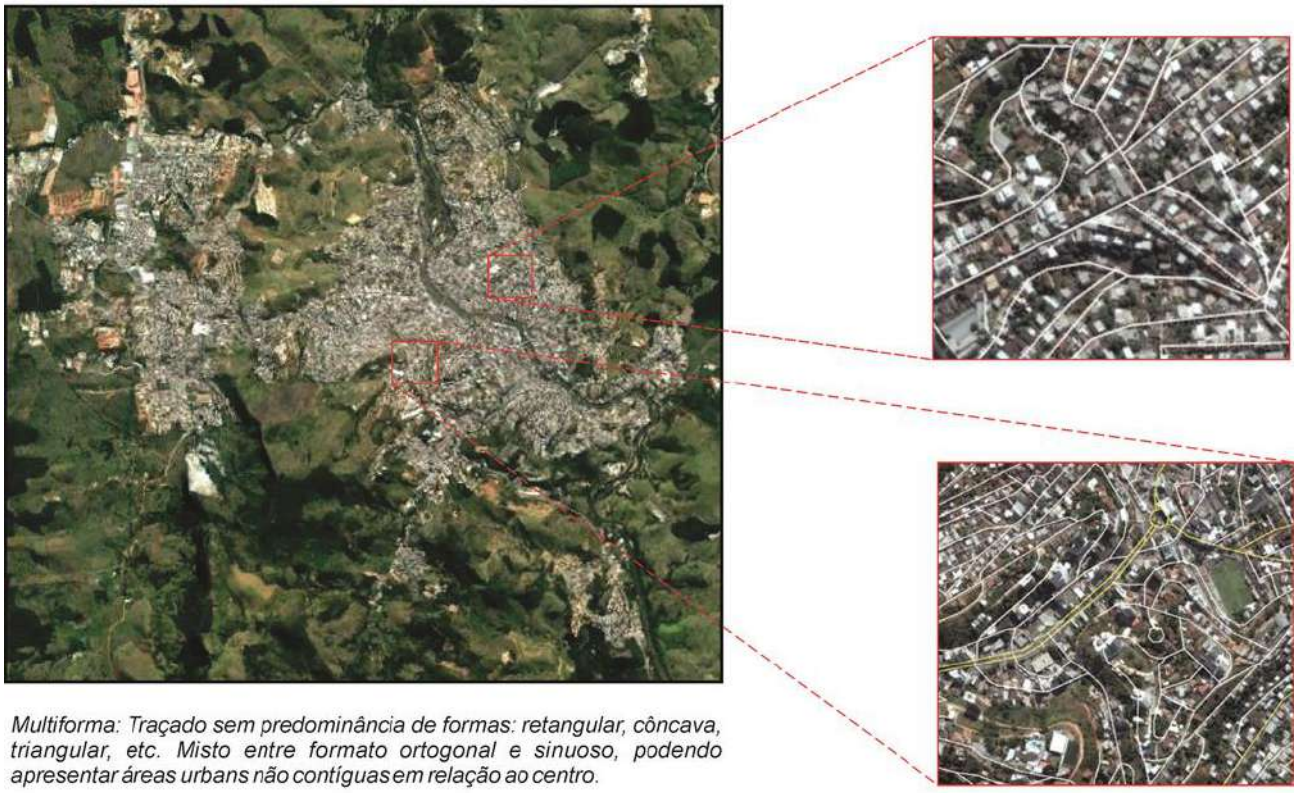
Fonte: Google Earth, 2017

Brusque/SC



Multiforma: Traçado sem predominância de formas: retangular, côncava, triangular, etc. Misto entre formato ortogonal e sinuoso, podendo apresentar áreas urbans não contíguas em relação ao centro.

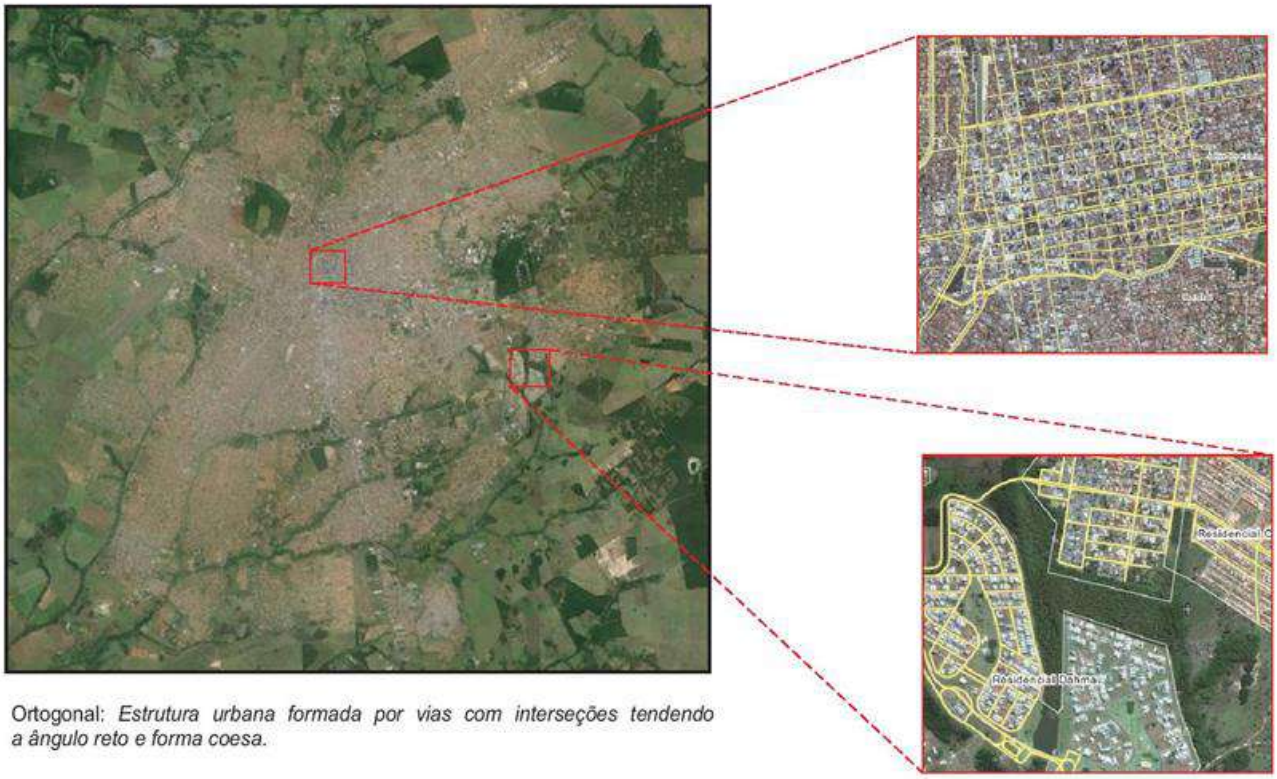
Cachoeiro de Itapemirim/ES



Multiforma: Traçado sem predominância de formas: retangular, côncava, triangular, etc. Misto entre formato ortogonal e sinuoso, podendo apresentar áreas urbans não contíguas em relação ao centro.

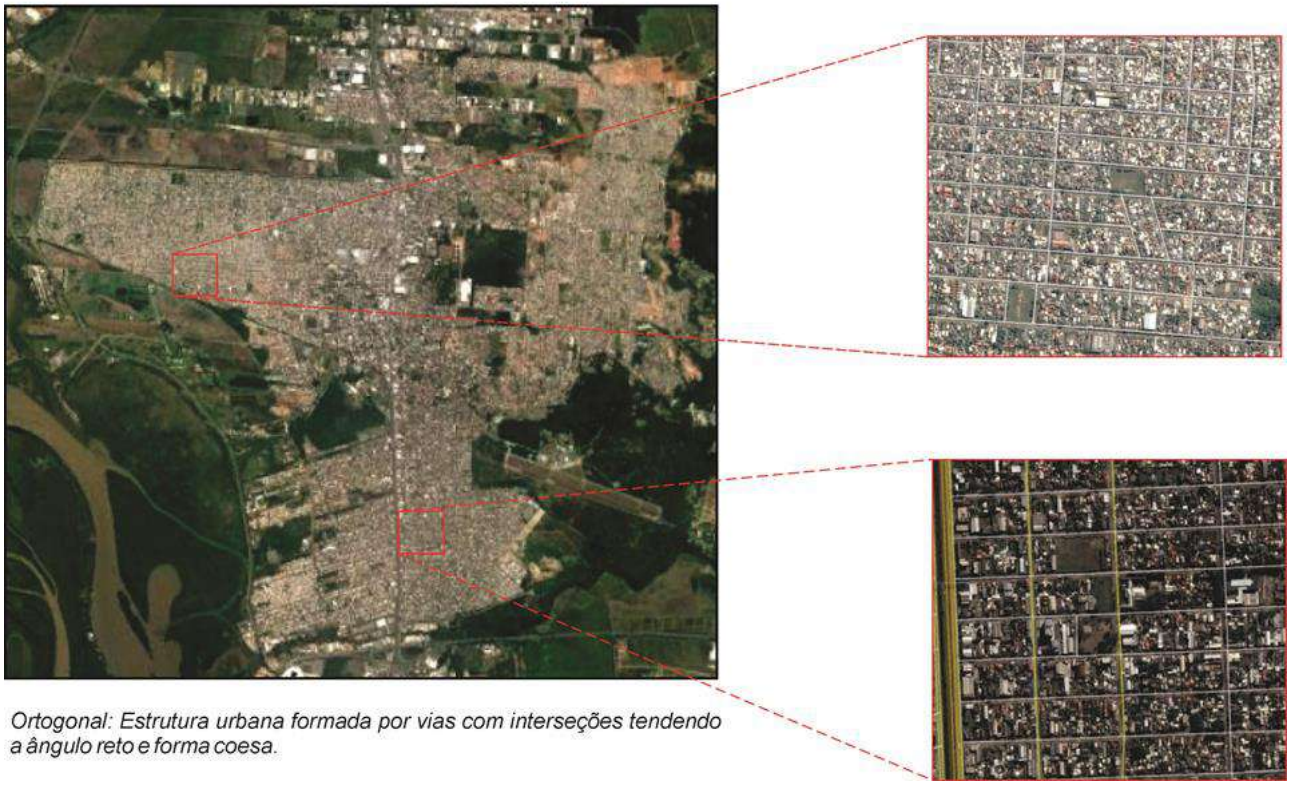
Fonte: Google Earth, 2017

Campo Grande/MS



Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto e forma coesa.*

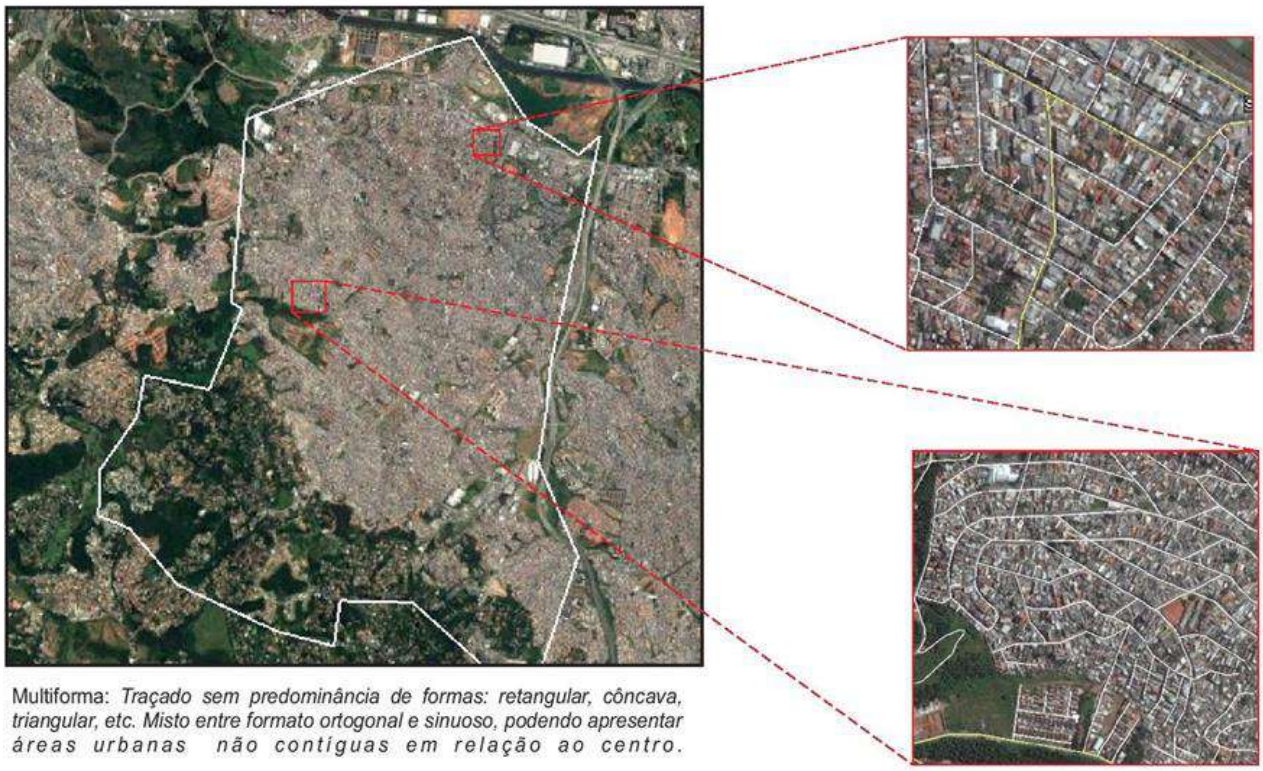
Canoas/RS



Ortogonal: Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto e forma coesa.

Fonte: Google Earth, 2017

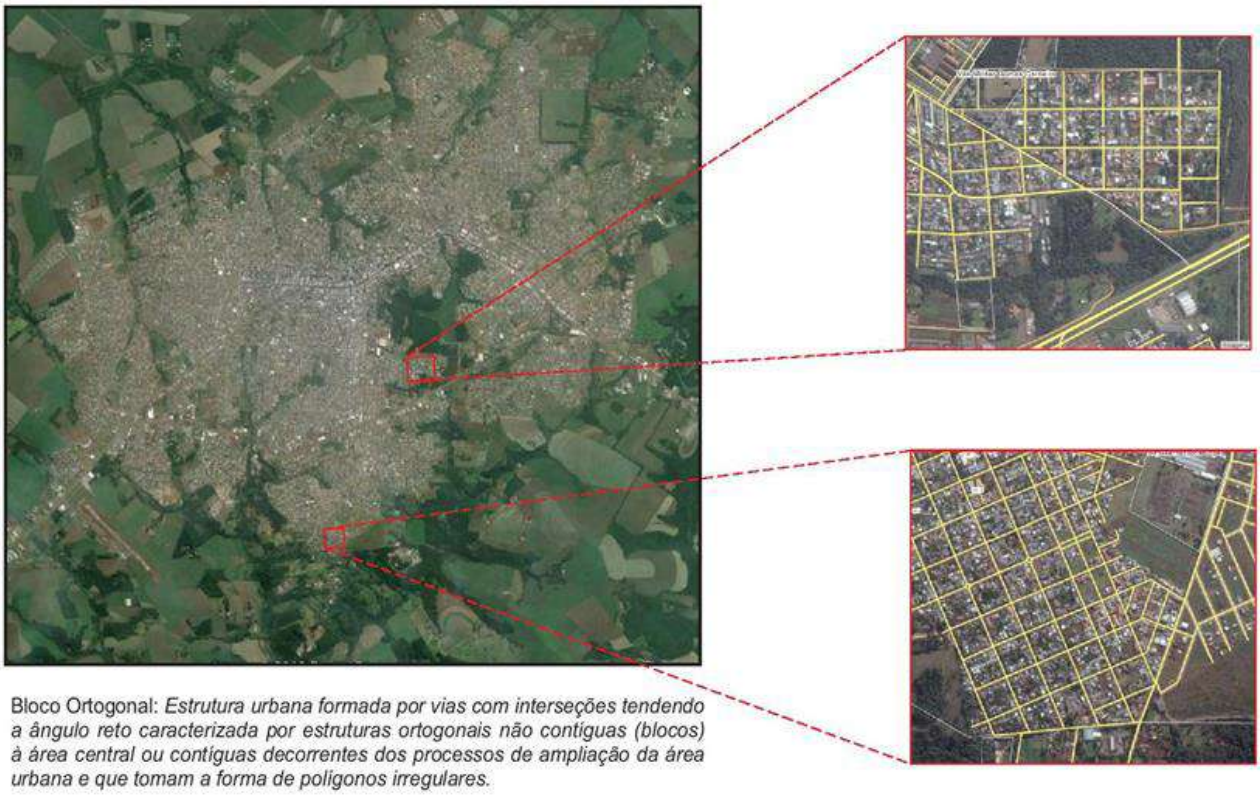
Carapicuíba/SP



Multiforma: *Traçado sem predominância de formas: retangular, côncava, triangular, etc. Misto entre formato ortogonal e sinuoso, podendo apresentar áreas urbanas não contíguas em relação ao centro.*

Fonte: Google Earth, 2017

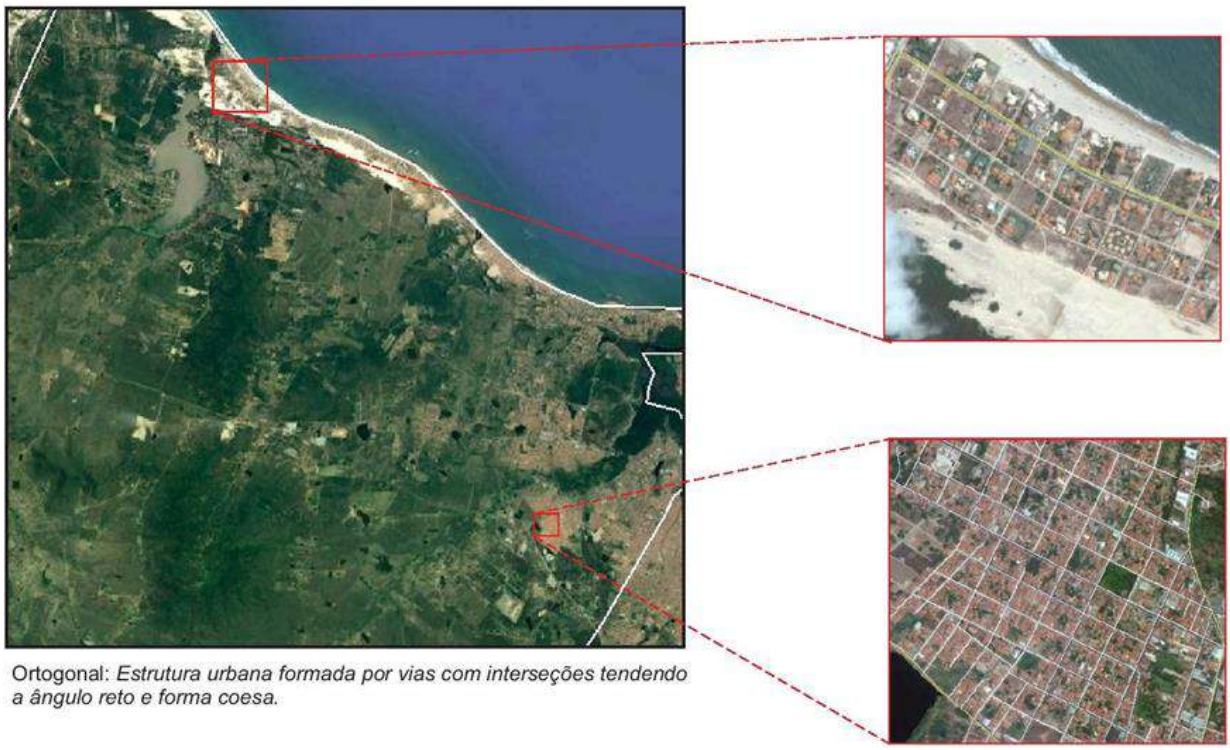
Cascavel/PR



Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares.*

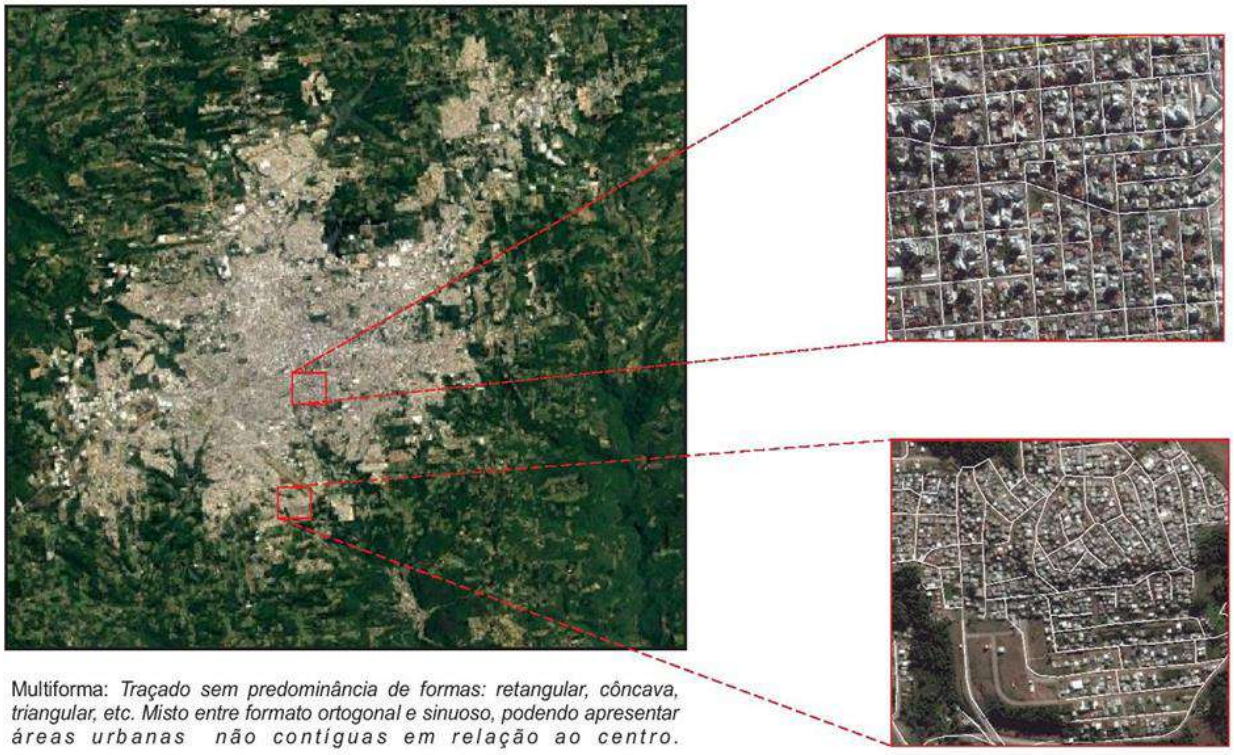
Fonte: Google Earth, 2017

Caucaia/CE



Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto e forma coesa.*

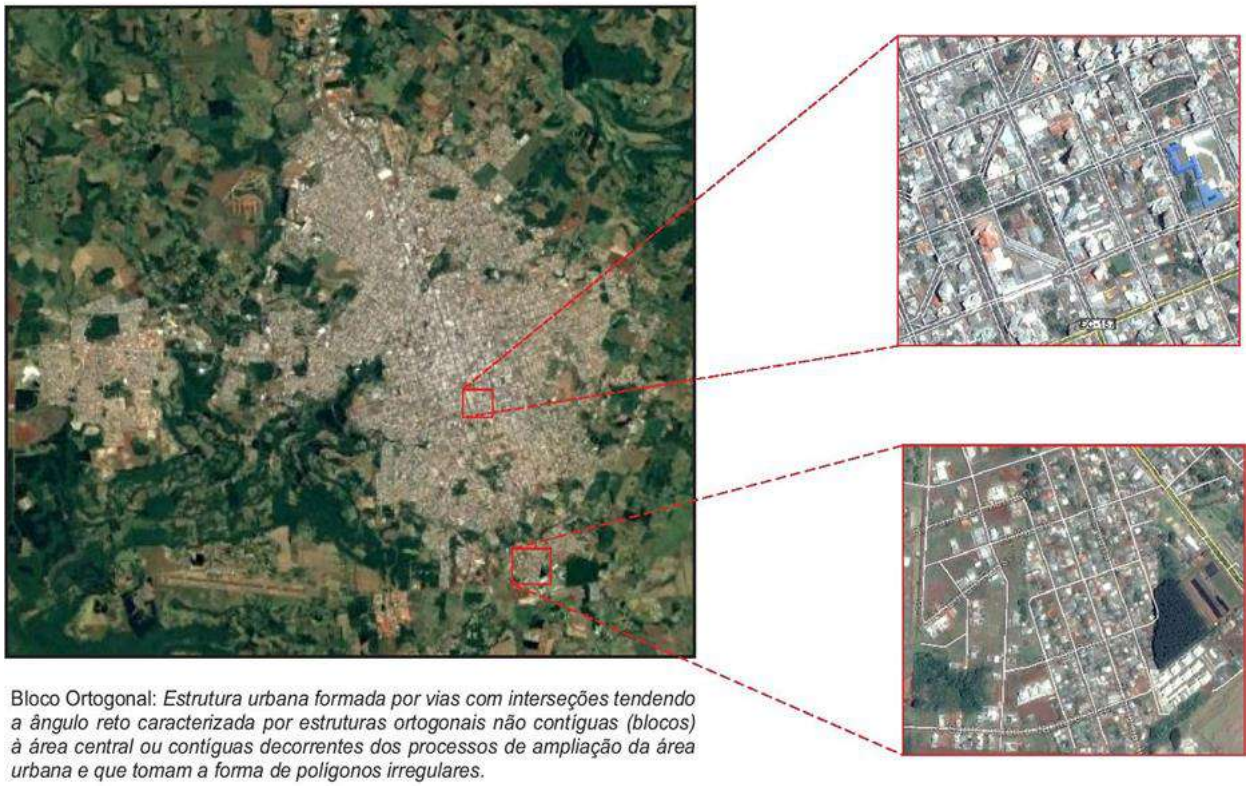
Caxias do Sul/RS



Multiforma: *Traçado sem predominância de formas: retangular, côncava, triangular, etc. Misto entre formato ortogonal e sinuoso, podendo apresentar áreas urbanas não contíguas em relação ao centro.*

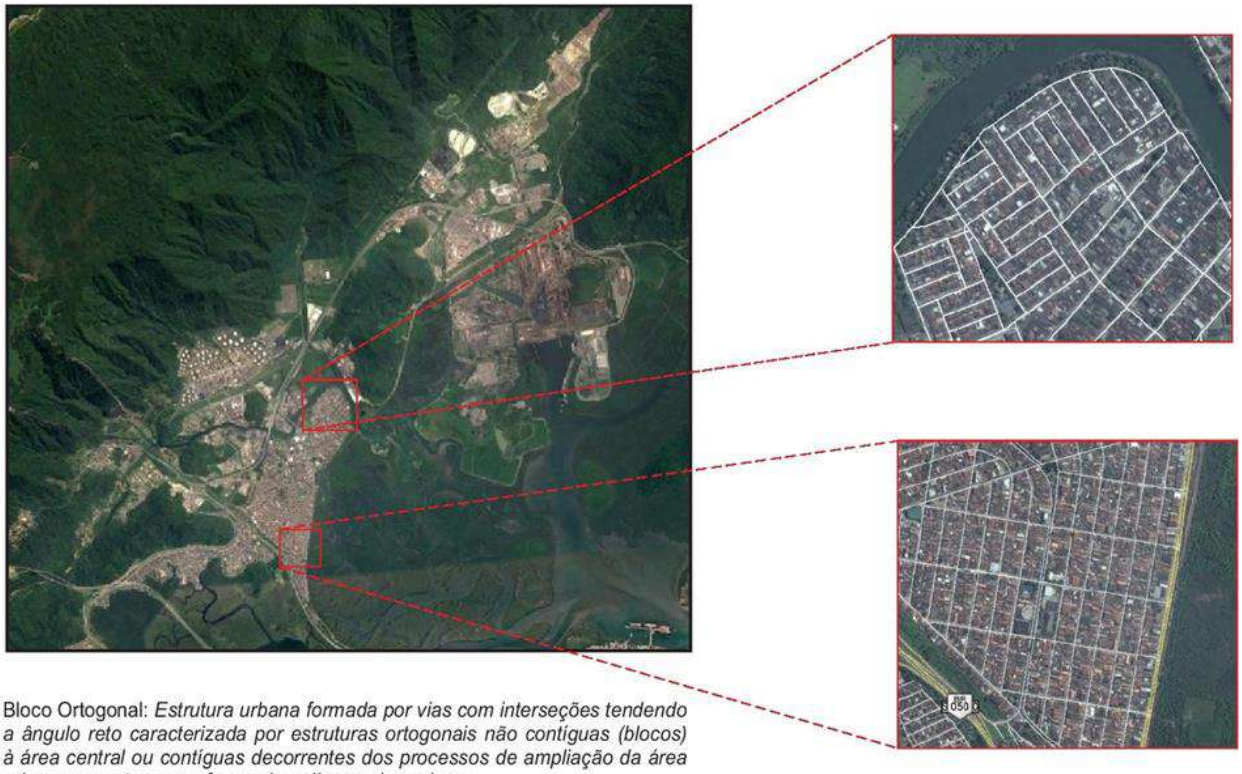
Fonte: Google Earth, 2017

Chapecó/SC



Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares.*

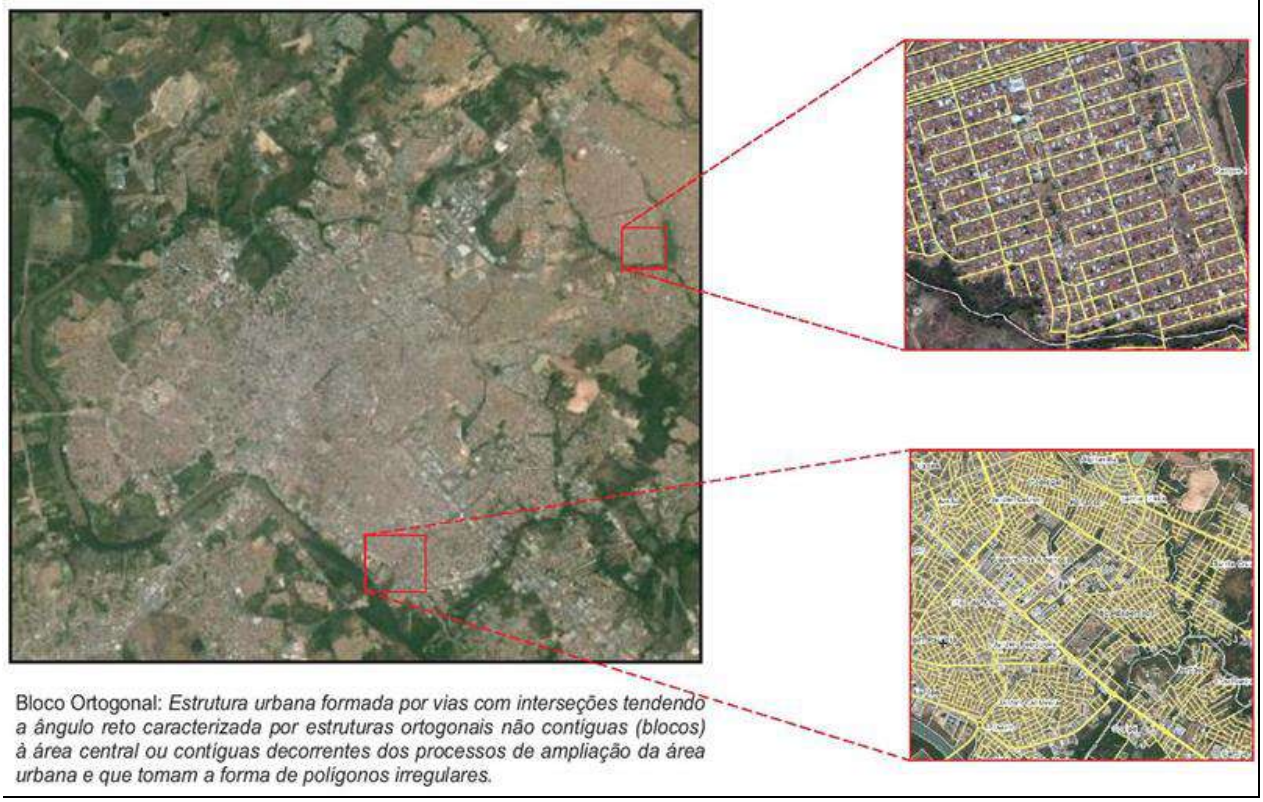
Cubatão/SP



Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares.*

Fonte: Google Earth, 2017

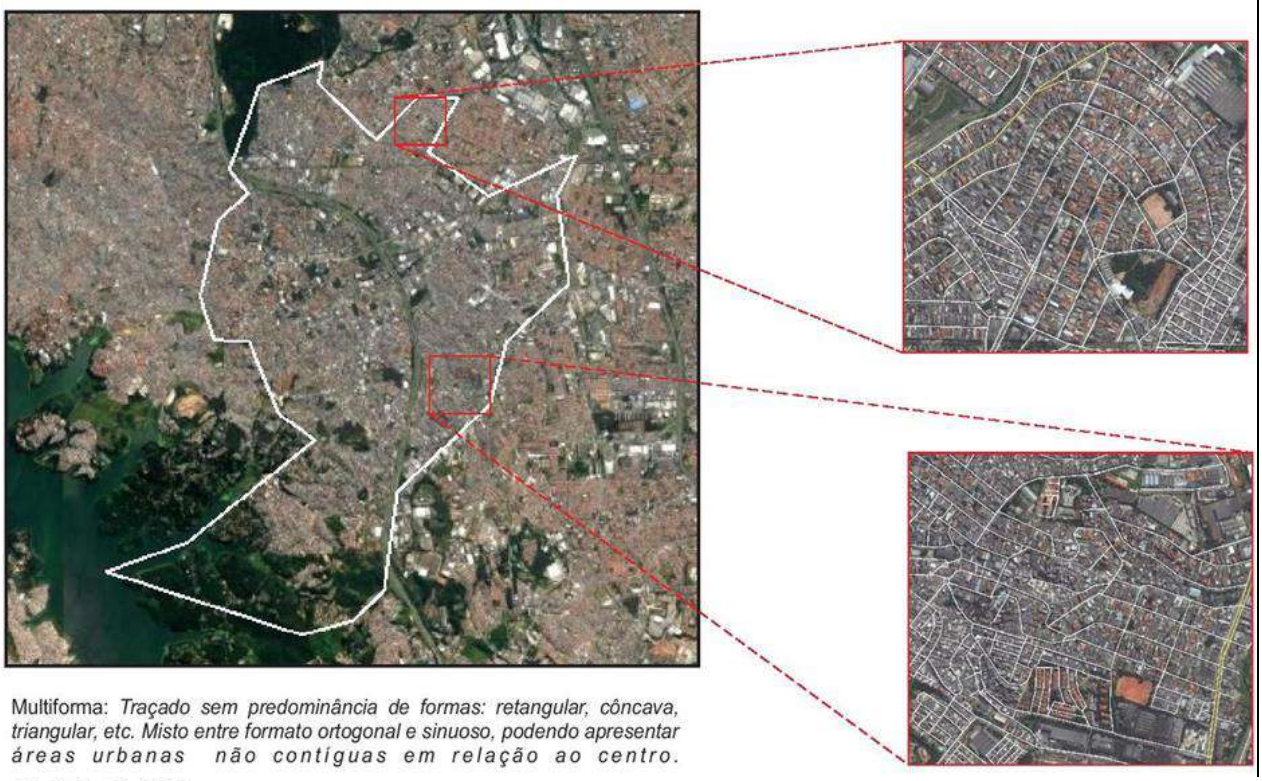
Cuiabá/MT



Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares.*

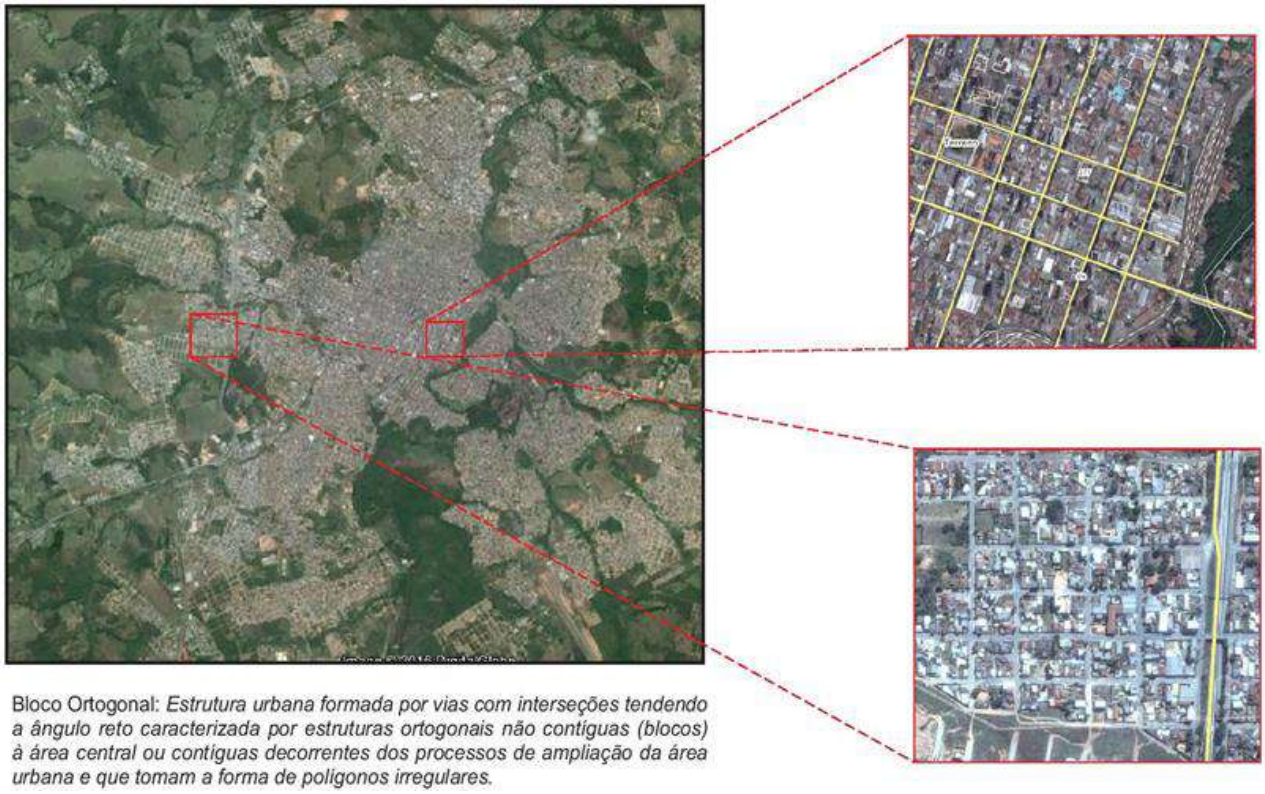
Fonte: Google Earth, 2017

Diadema/SP



Multiforma: *Traçado sem predominância de formas: retangular, côncava, triangular, etc. Misto entre formato ortogonal e sinuoso, podendo apresentar áreas urbanas não contíguas em relação ao centro.*

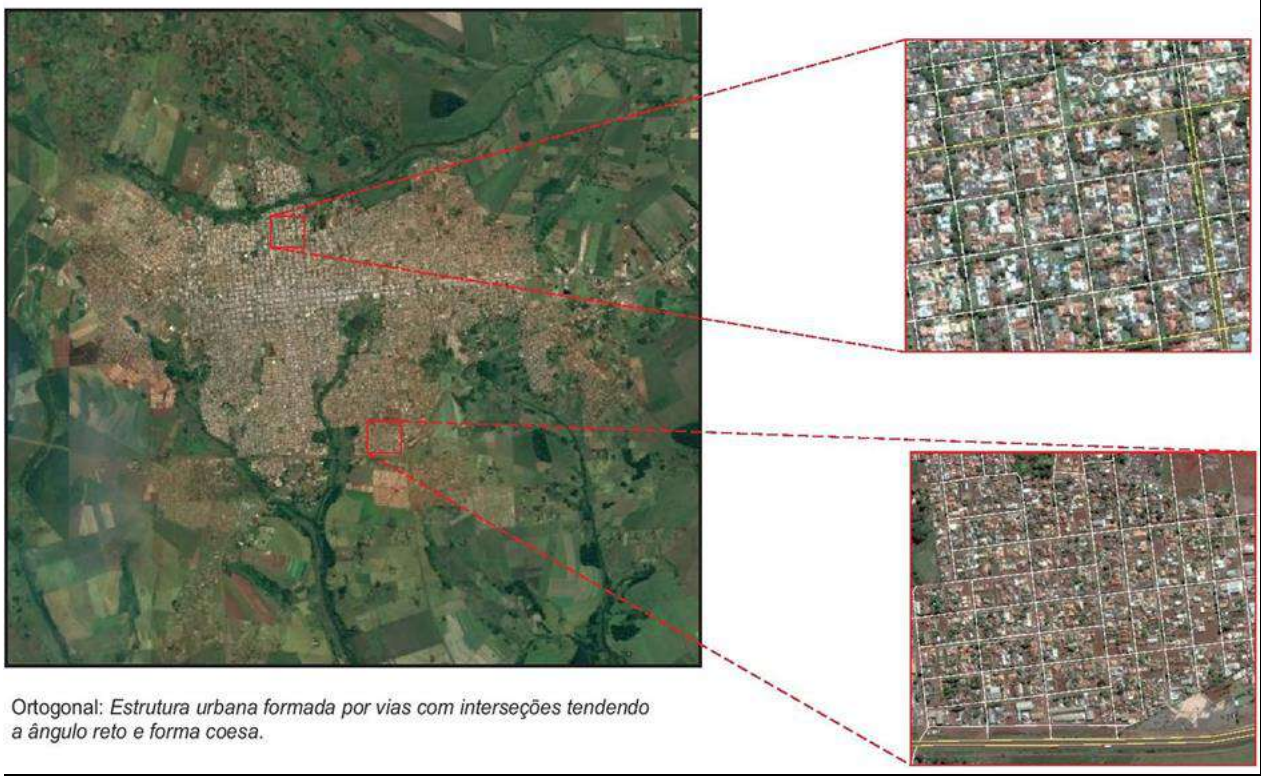
Divinópolis/MG



Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares.*

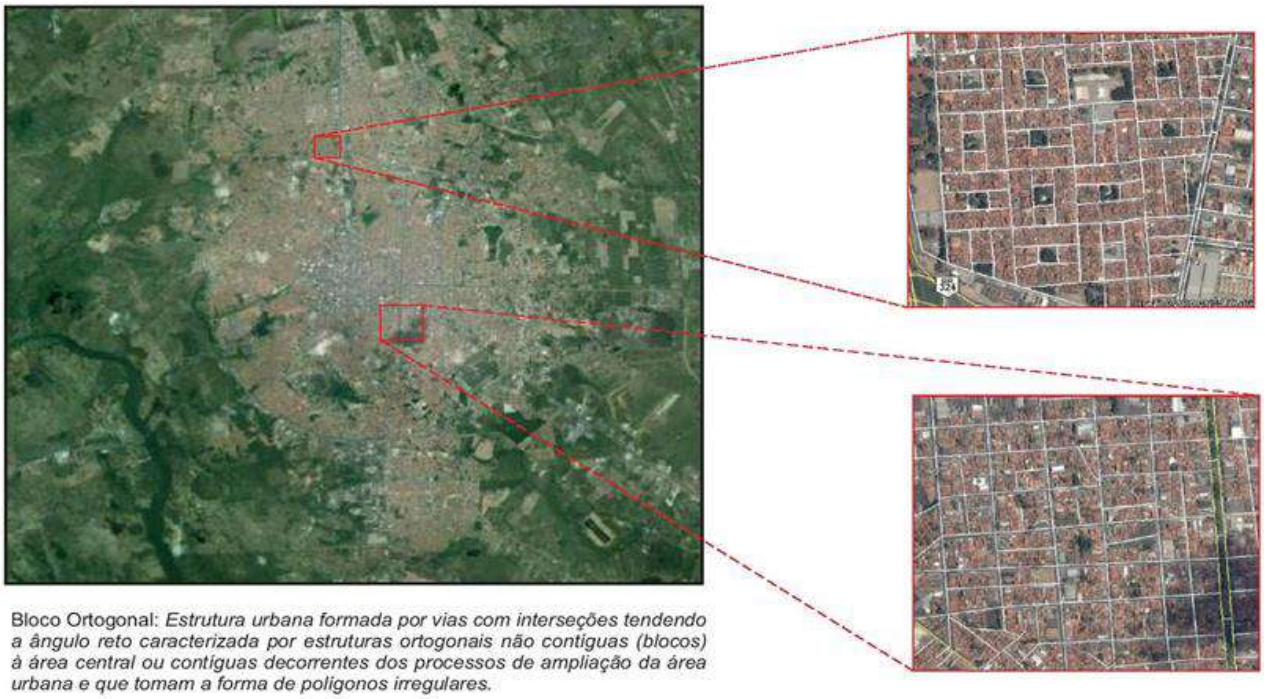
Fonte: Google Earth, 2017

Dourados/MS



Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto e forma coesa.*

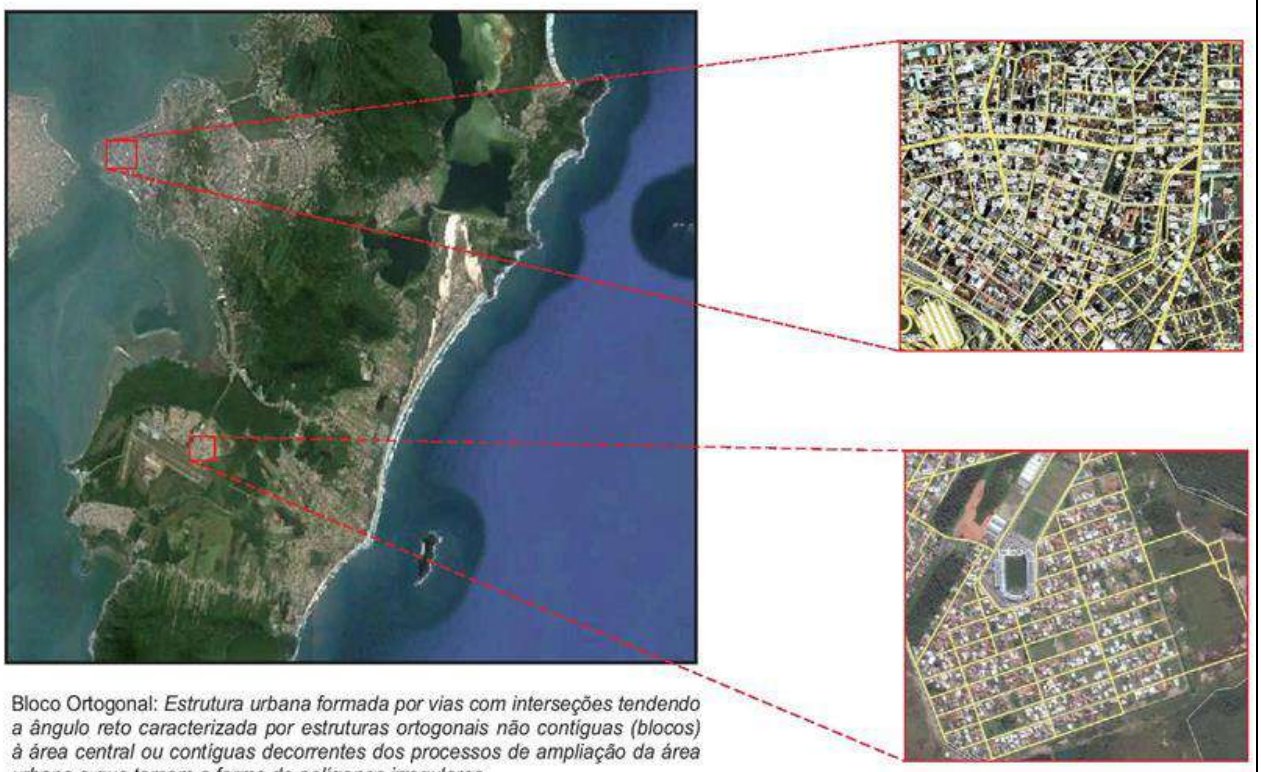
Feira de Santana/BA



Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares.*

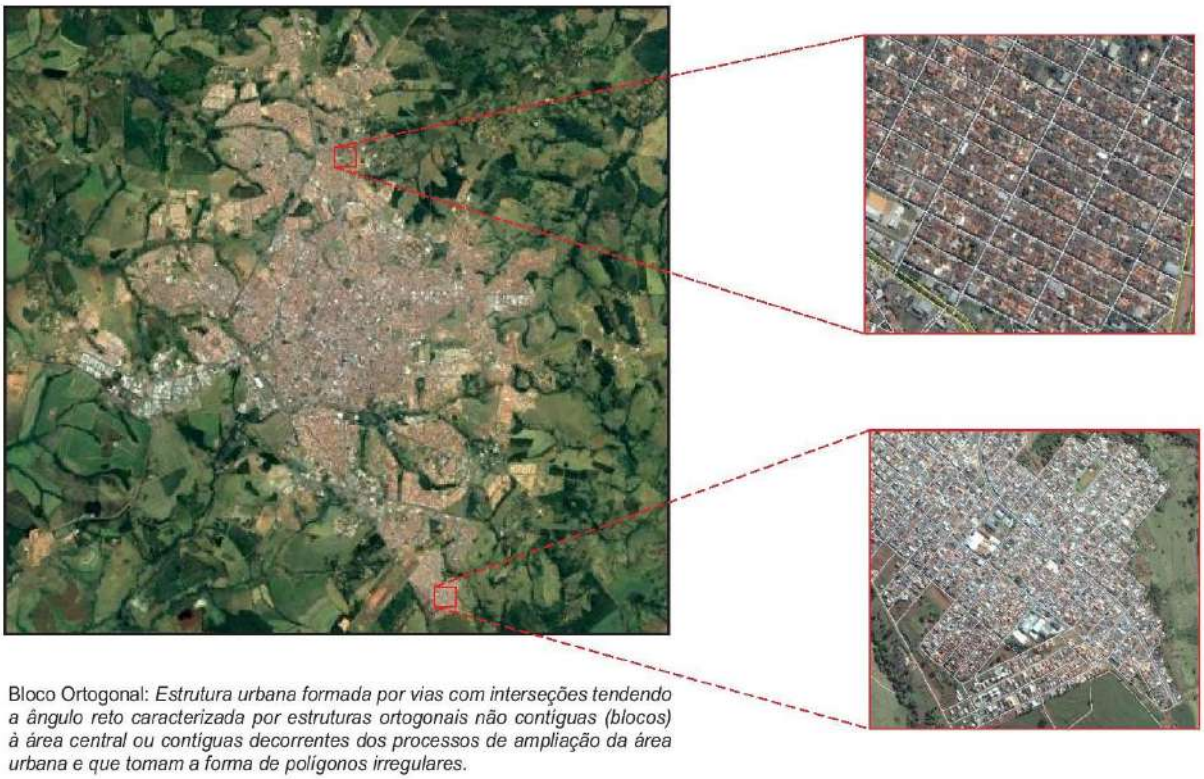
Fonte: Google Earth, 2017

Florianópolis/SC



Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares.*

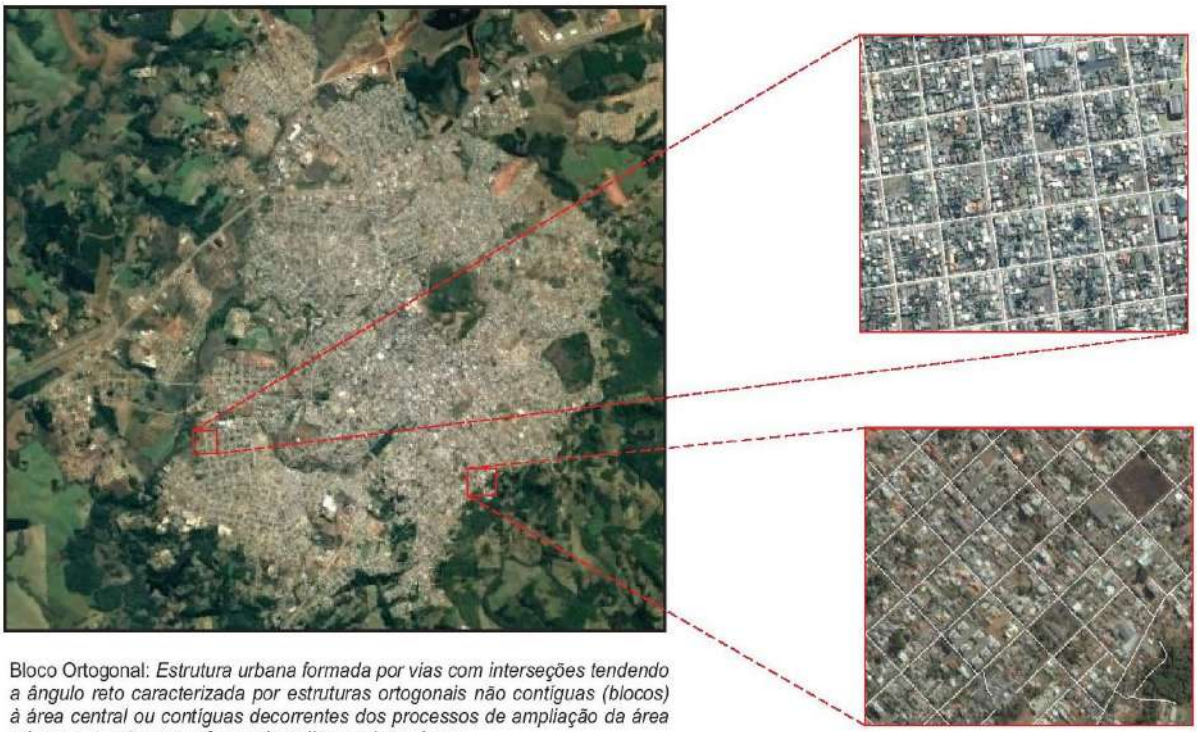
Franca/SP



Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares.*

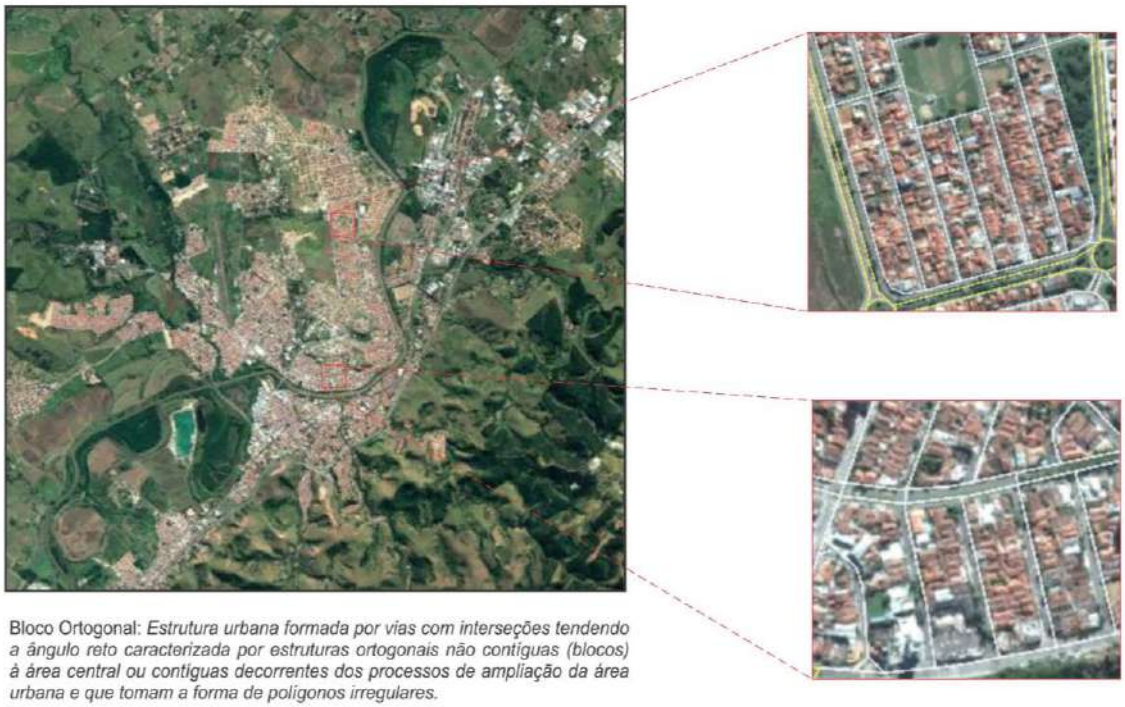
Fonte: Google Earth, 2017

Guarapuava/PR



Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de poligonos irregulares.*

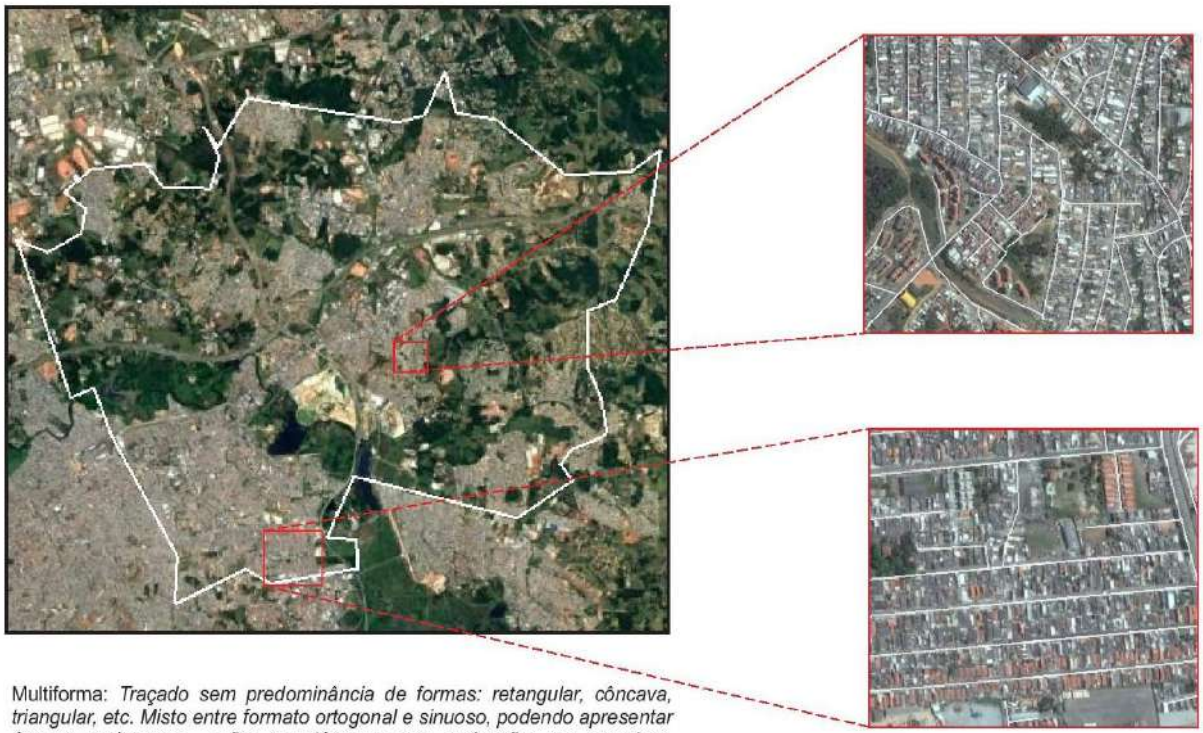
Guaratinguetá/SP



Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de poligonos irregulares.*

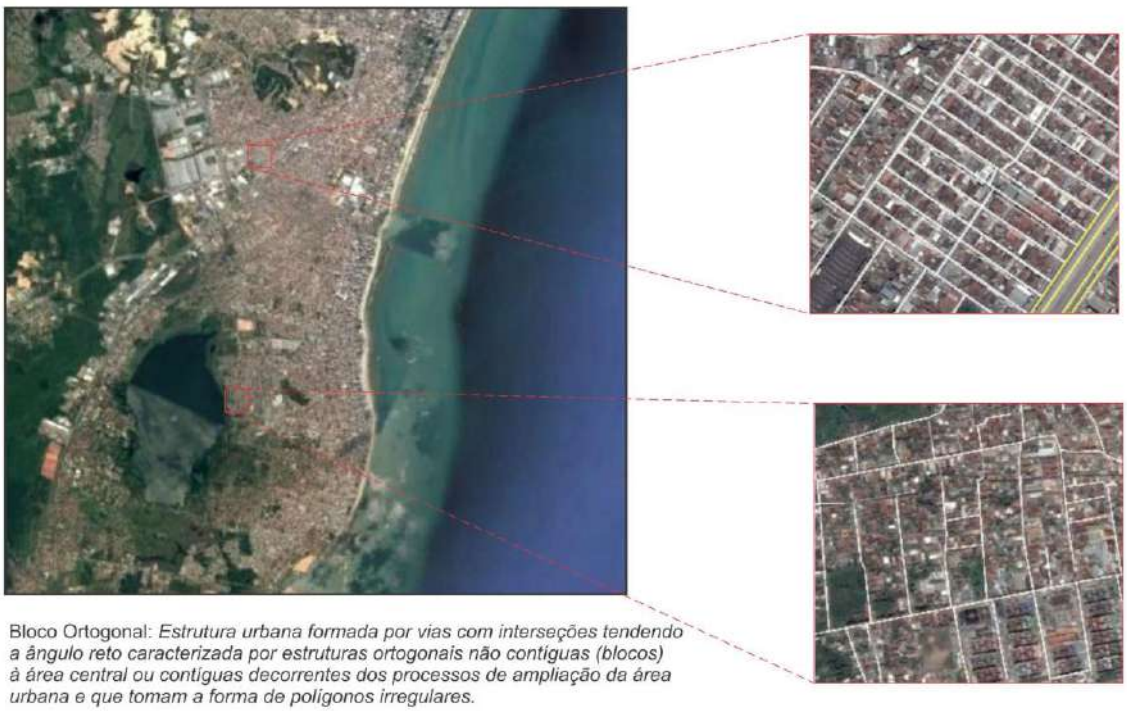
Fonte: Google Earth, 2017

Itaquaquecetuba/SP



Multiforma: *Traçado sem predominância de formas: retangular, côncava, triangular, etc. Misto entre formato ortogonal e sinuoso, podendo apresentar áreas urbanas não contíguas em relação ao centro.*

Jaboatão dos Guararapes/PE



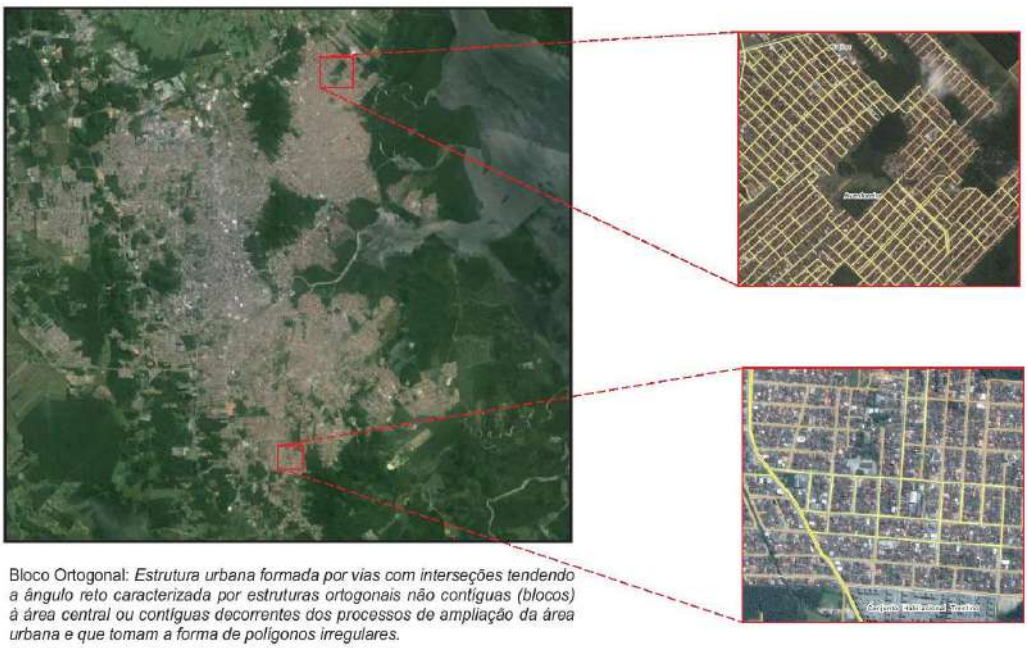
Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares.*

Fonte: Google Earth, 2017

João Pessoa/PB

Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares.*

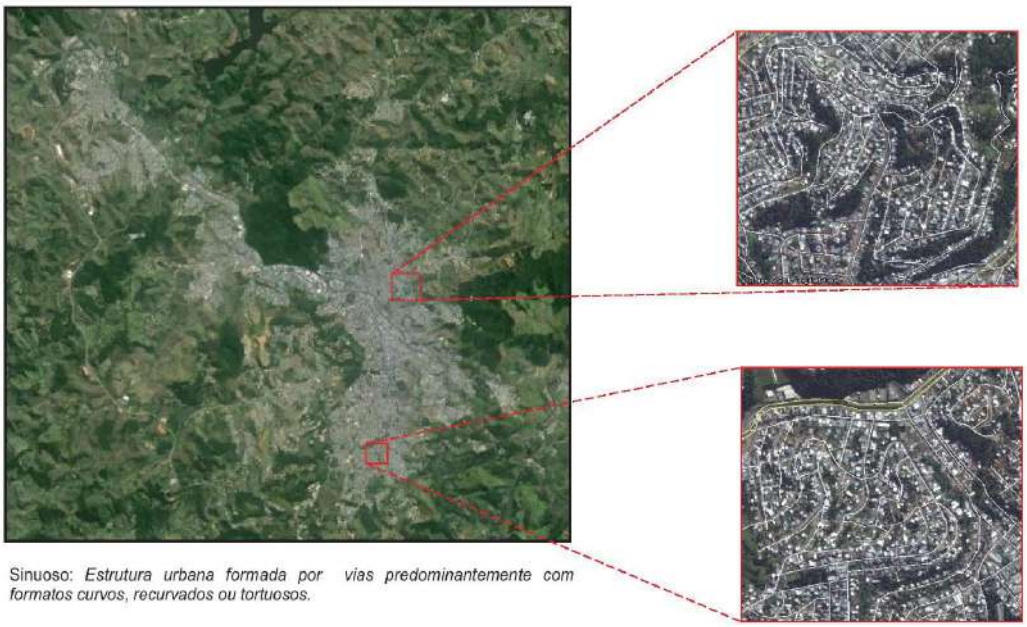
Joinville/SC



Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares.*

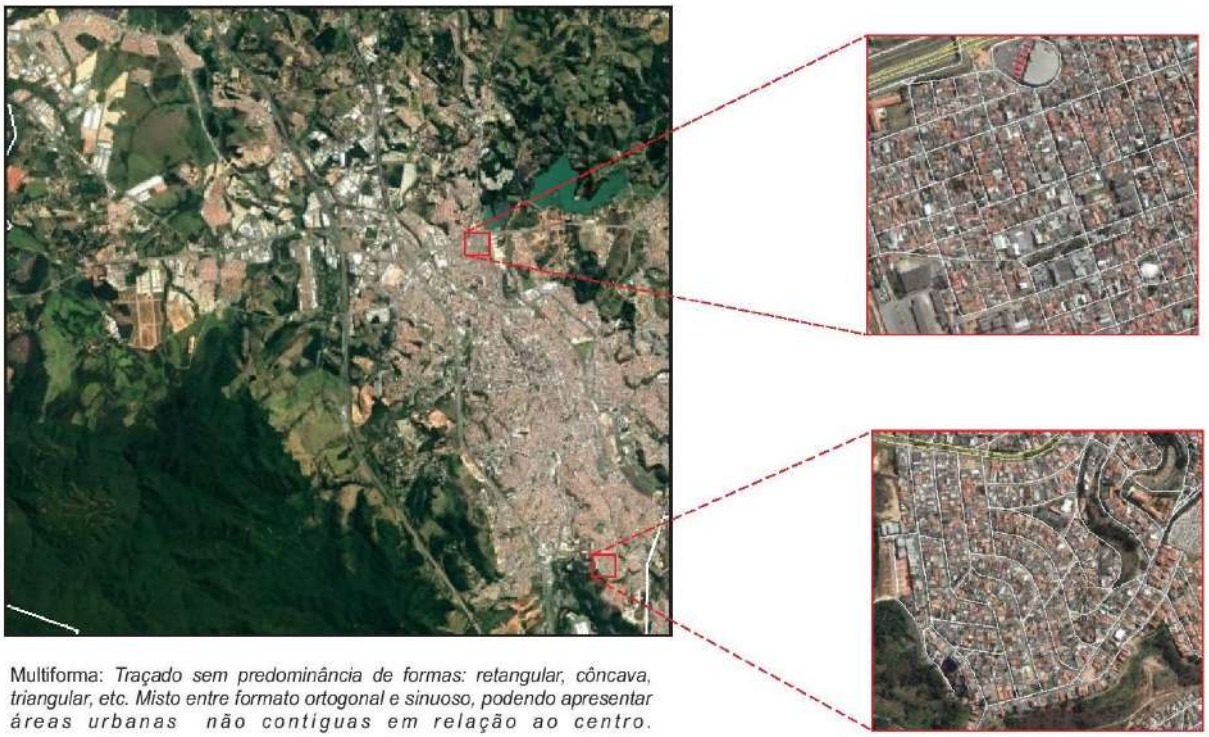
Fonte: Google Earth, 2017

Juiz de Fora/MG



Sinuoso: *Estrutura urbana formada por vias predominantemente com formatos curvos, recurvados ou tortuosos.*

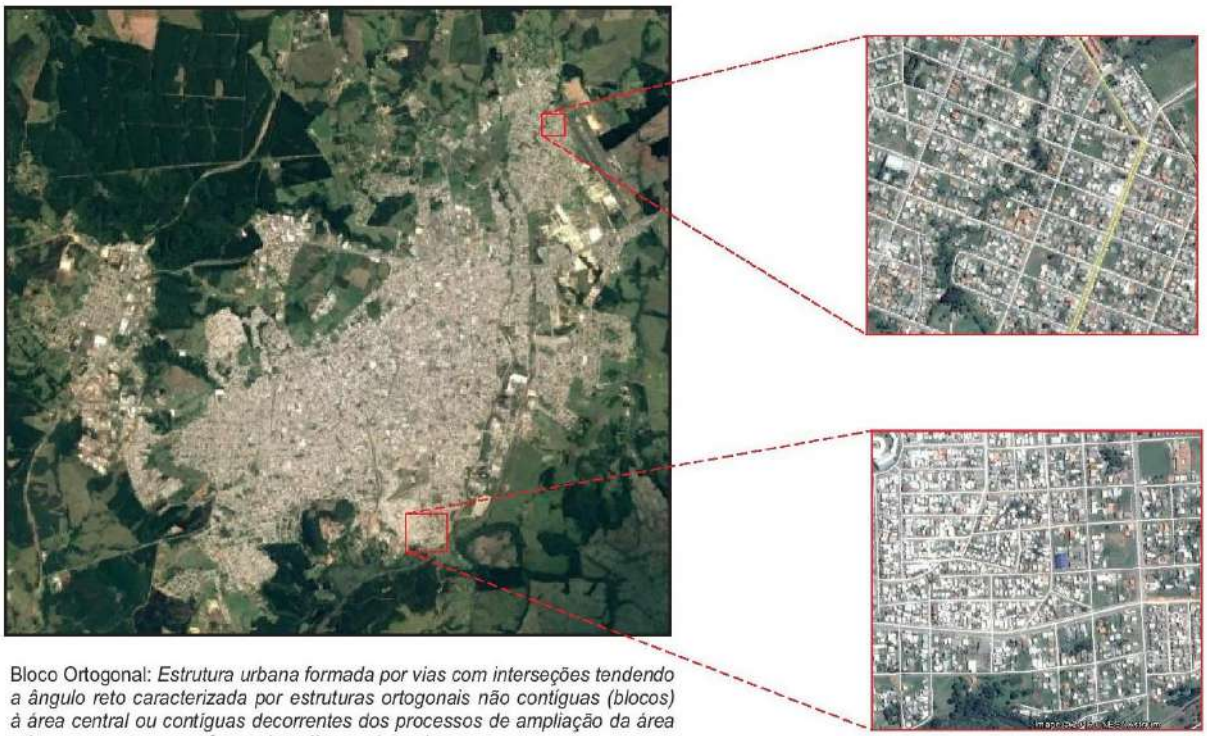
Jundiaí/SP



Multiforma: *Traçado sem predominância de formas: retangular, côncava, triangular, etc. Misto entre formato ortogonal e sinuoso, podendo apresentar áreas urbanas não contiguas em relação ao centro.*

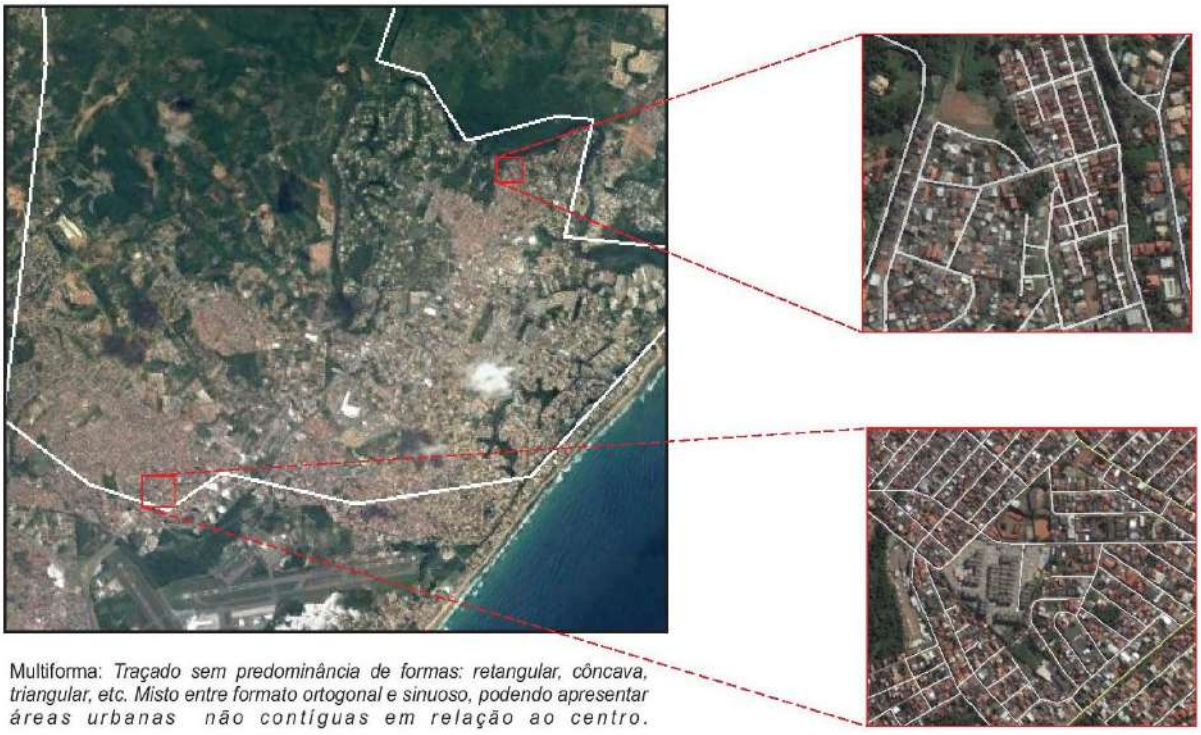
Fonte: Google Earth, 2017

Lages/SC



Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares.*

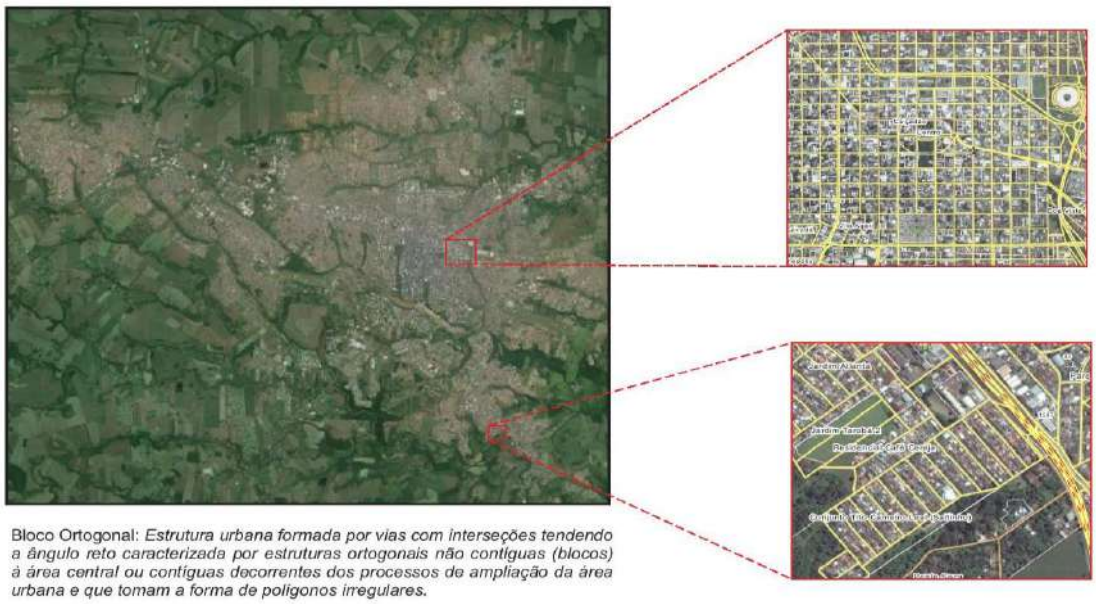
Lauro de Freitas/BA



Multiforma: *Traçado sem predominância de formas: retangular, côncava, triangular, etc. Misto entre formato ortogonal e sinuoso, podendo apresentar áreas urbanas não contíguas em relação ao centro.*

Fonte: Google Earth, 2017

Londrina/PR



Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares.*

Macapá/AM

Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares.*

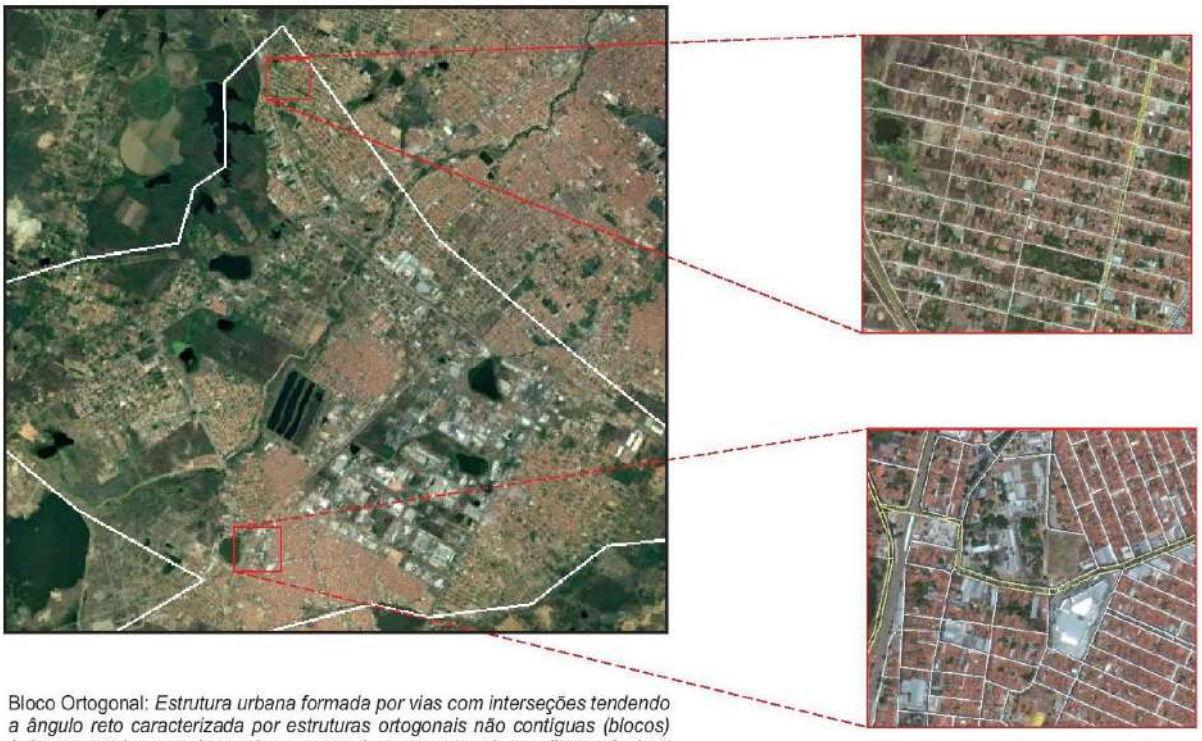
Fonte: Google Earth, 2017

Maceió/AL

Multiforma: *Traçado sem predominância de formas: retangular, côncava, triangular, etc. Misto entre formato ortogonal e sinuoso, podendo apresentar áreas urbanas não contíguas em relação ao centro.*

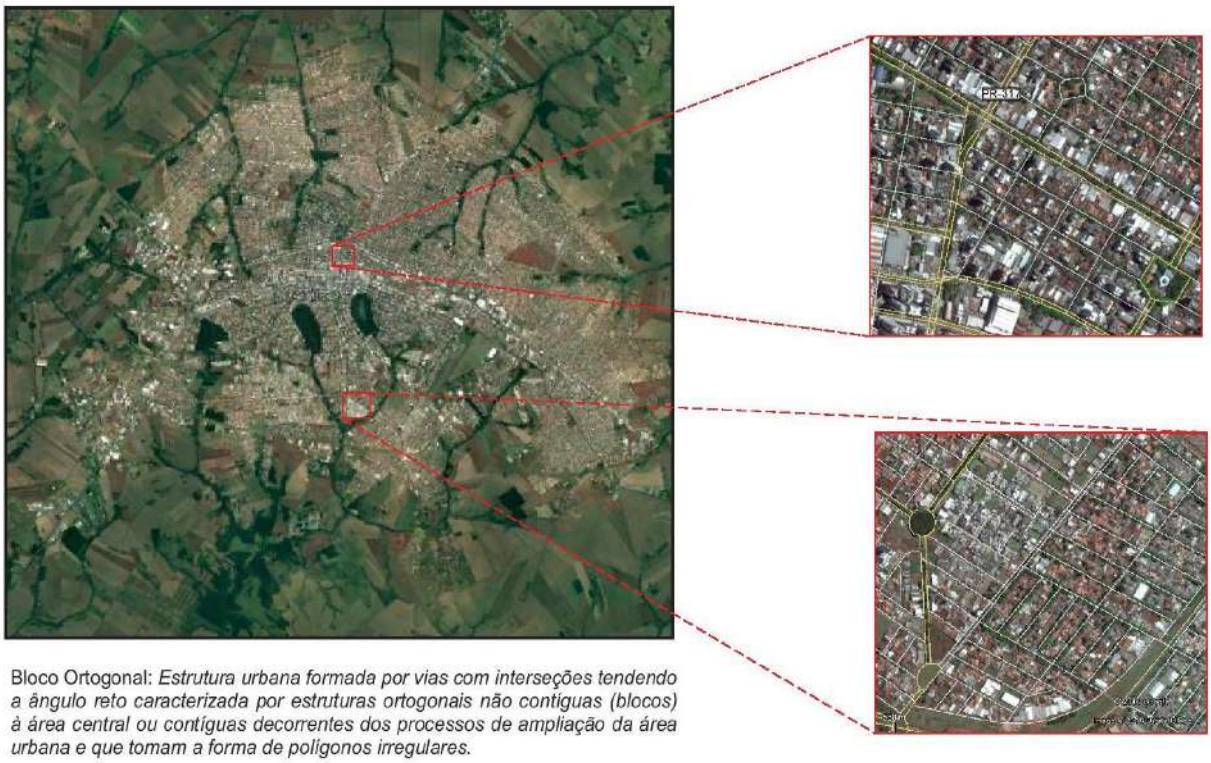
Fonte: Google Earth, 2017

Maracanaú/CE



Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares.*

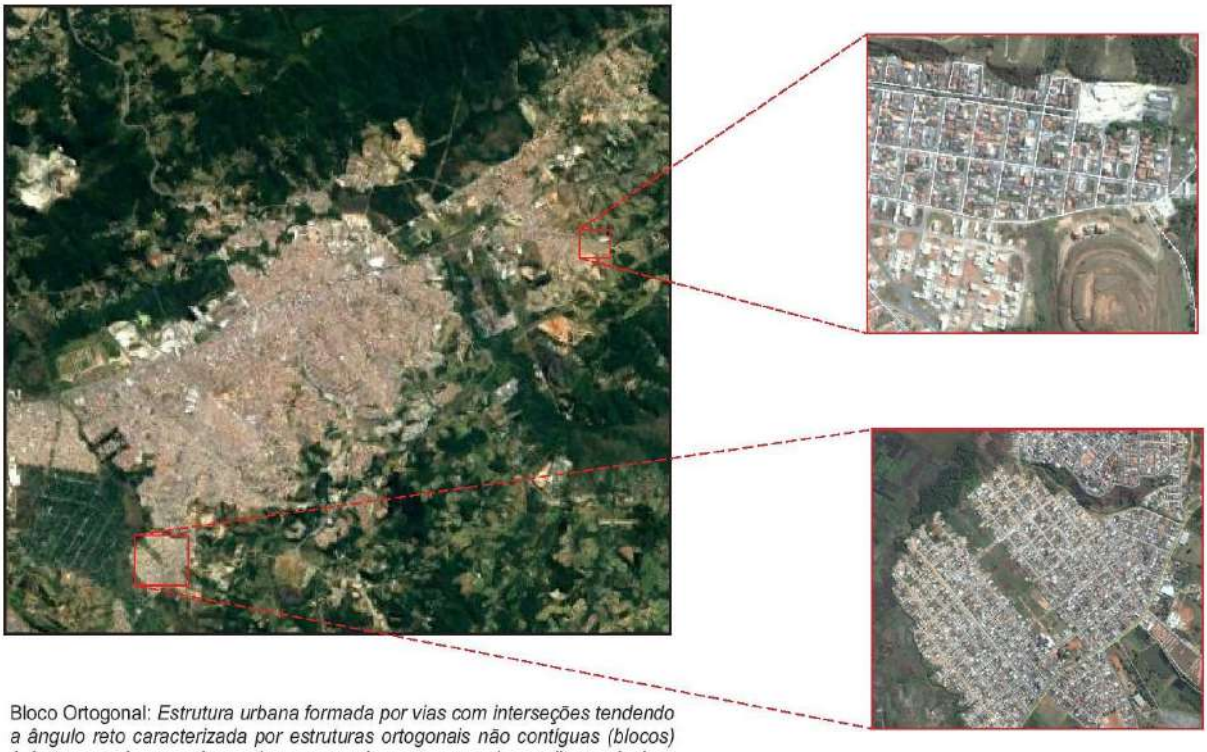
Maringá/PR



Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares.*

Fonte: Google Earth, 2017

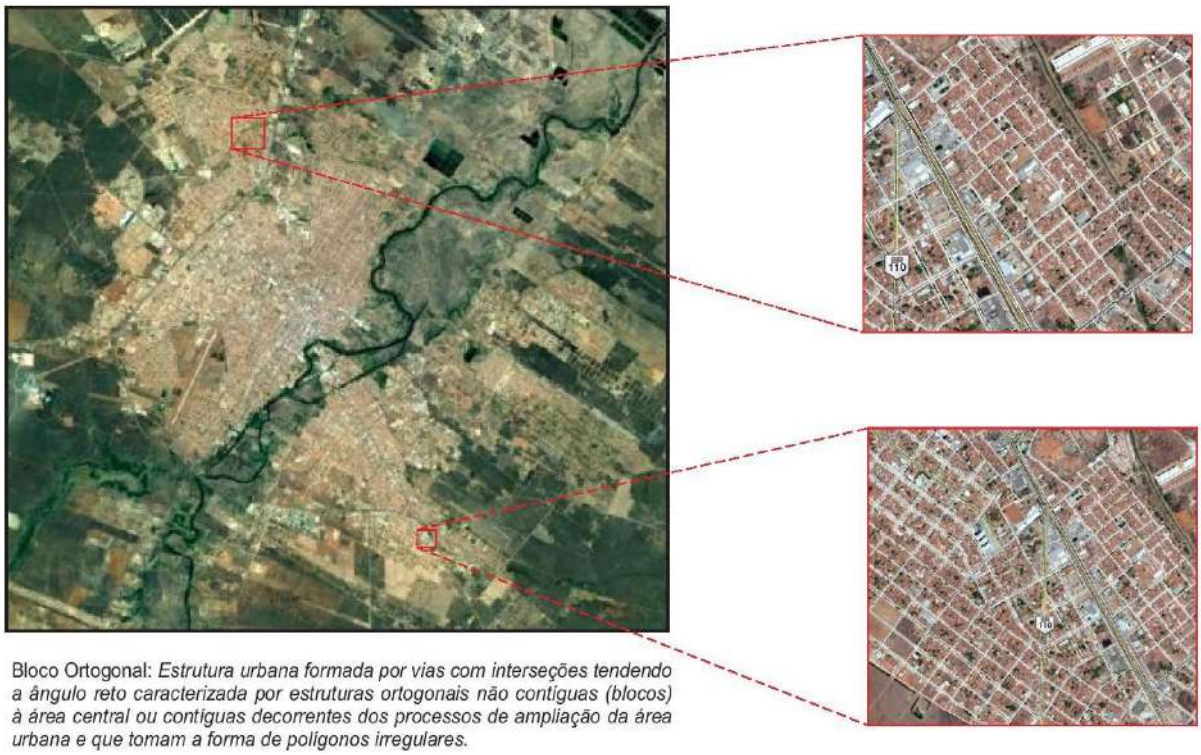
Mogi das Cruzes/SP



Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares.*

Fonte: Google Earth, 2017

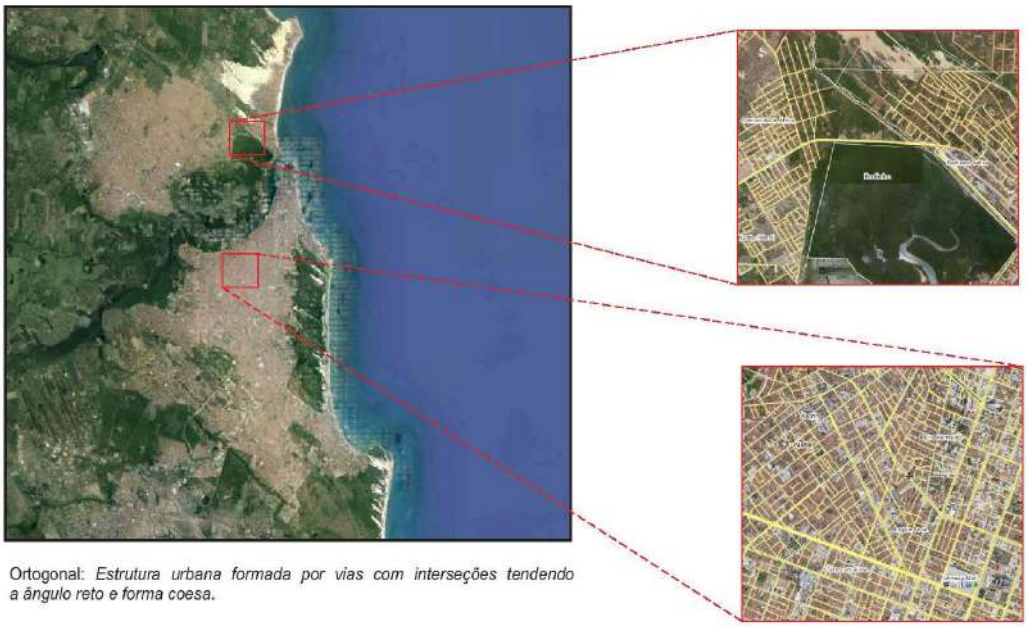
Mossoró/RN



Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contiguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares.*

Fonte: Google Earth, 2017

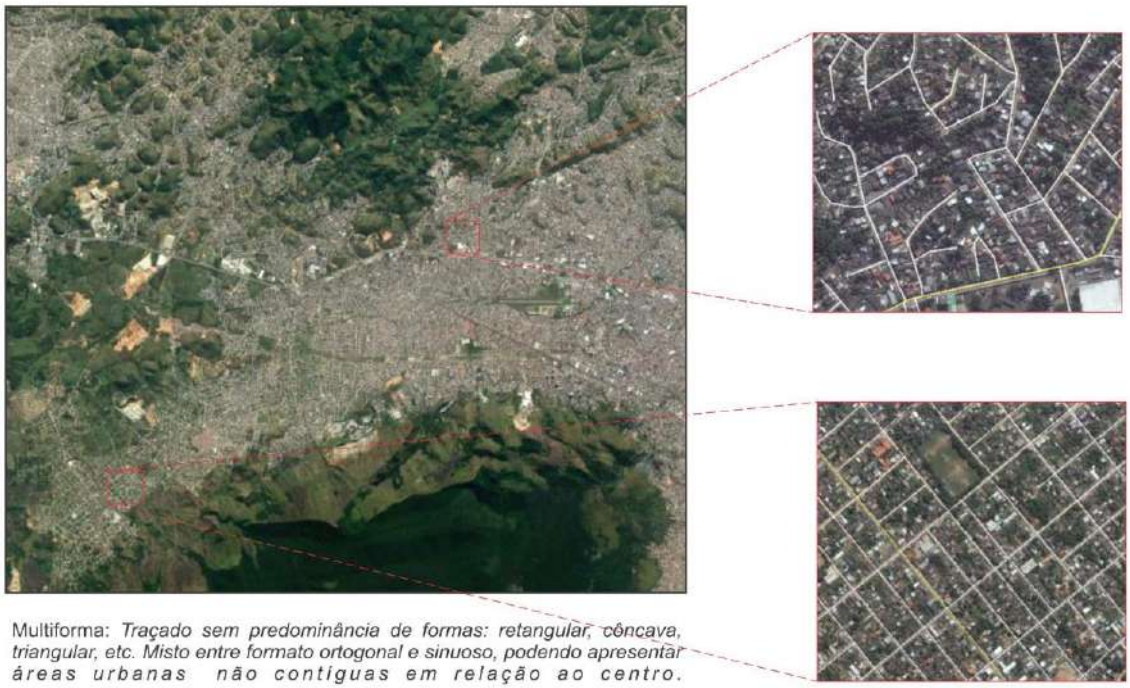
Natal/RN



Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto e forma coesa.*

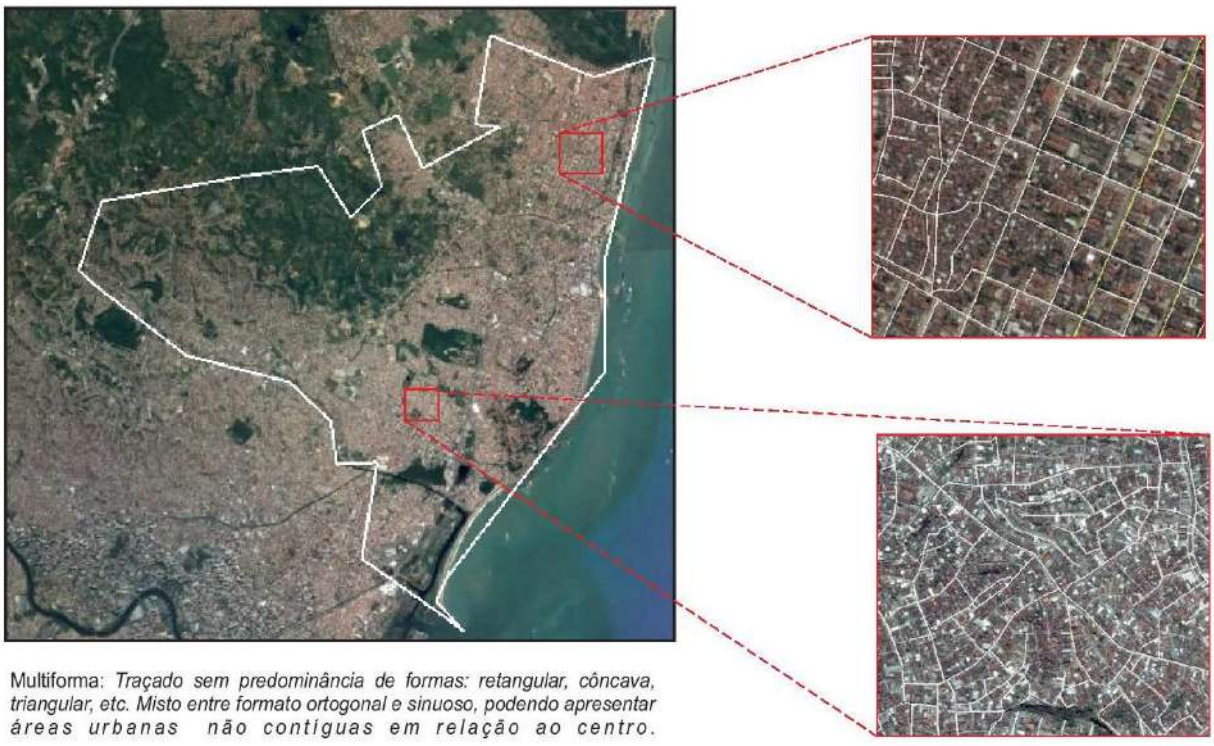
Fonte: Google Earth, 2017

Nova Iguaçu/RJ



Multiforma: *Traçado sem predominância de formas: retangular, côncava, triangular, etc. Misto entre formato ortogonal e sinuoso, podendo apresentar áreas urbanas não contíguas em relação ao centro.*

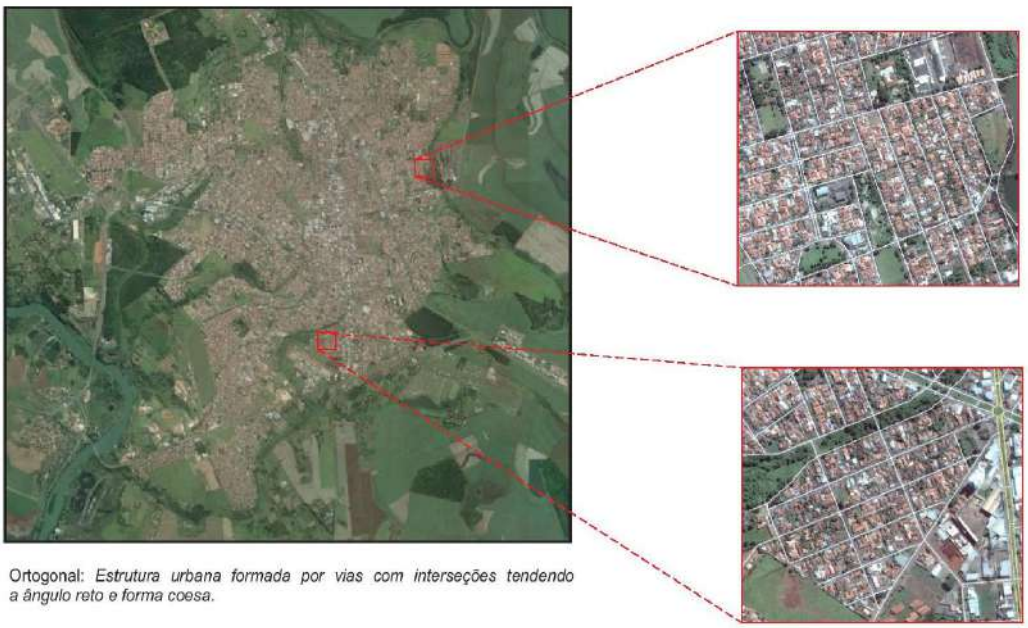
Olinda/PE



Multiforma: *Traçado sem predominância de formas: retangular, côncava, triangular, etc. Misto entre formato ortogonal e sinuoso, podendo apresentar áreas urbanas não contíguas em relação ao centro.*

Fonte: Google Earth, 2017

Ourinhos/SP



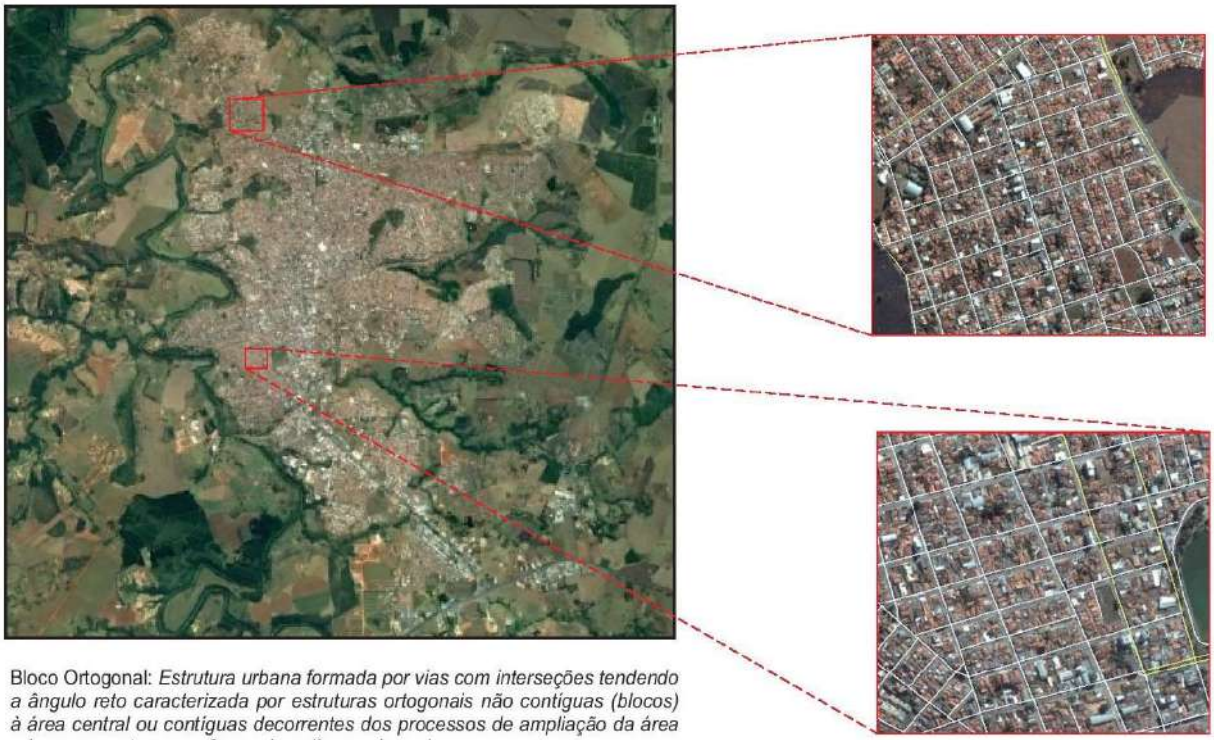
Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto e forma coesa.*

Palmas/TO

Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contiguas (blocos) à área central ou contiguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares.*

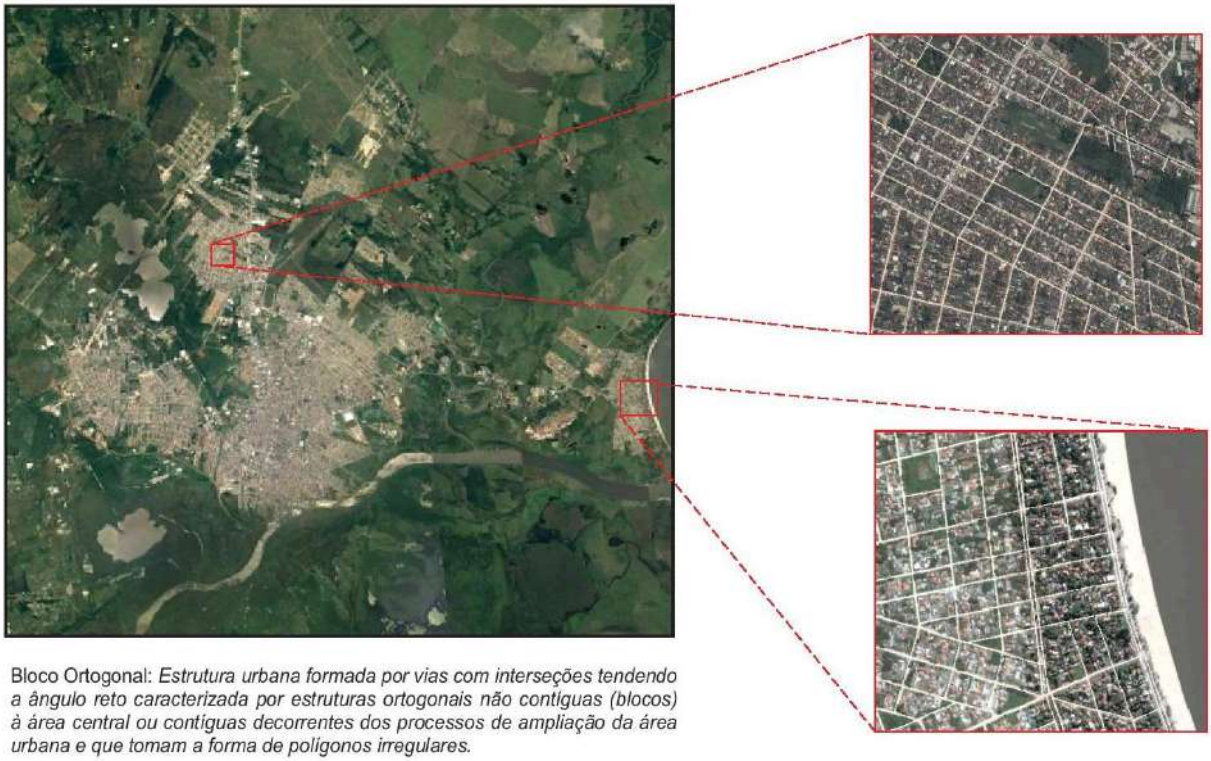
Fonte: Google Earth, 2017

Patos de Minas/MG



Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares.*

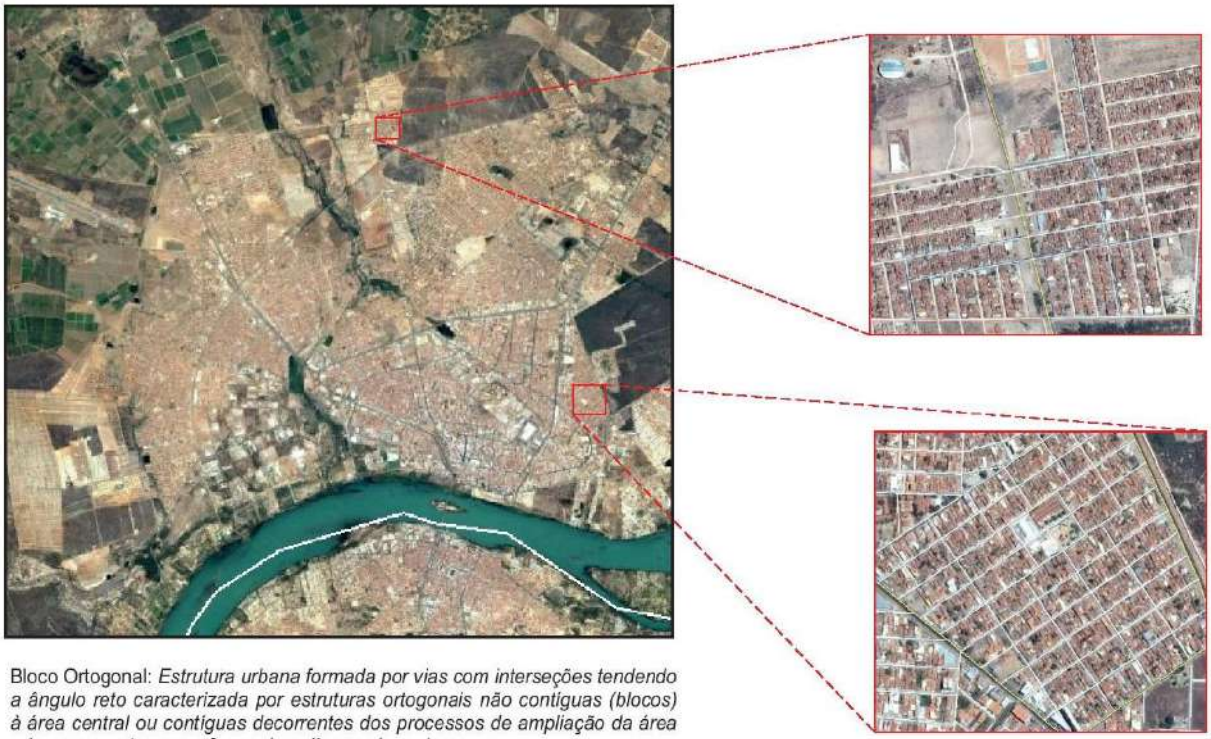
Pelotas/RS



Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares.*

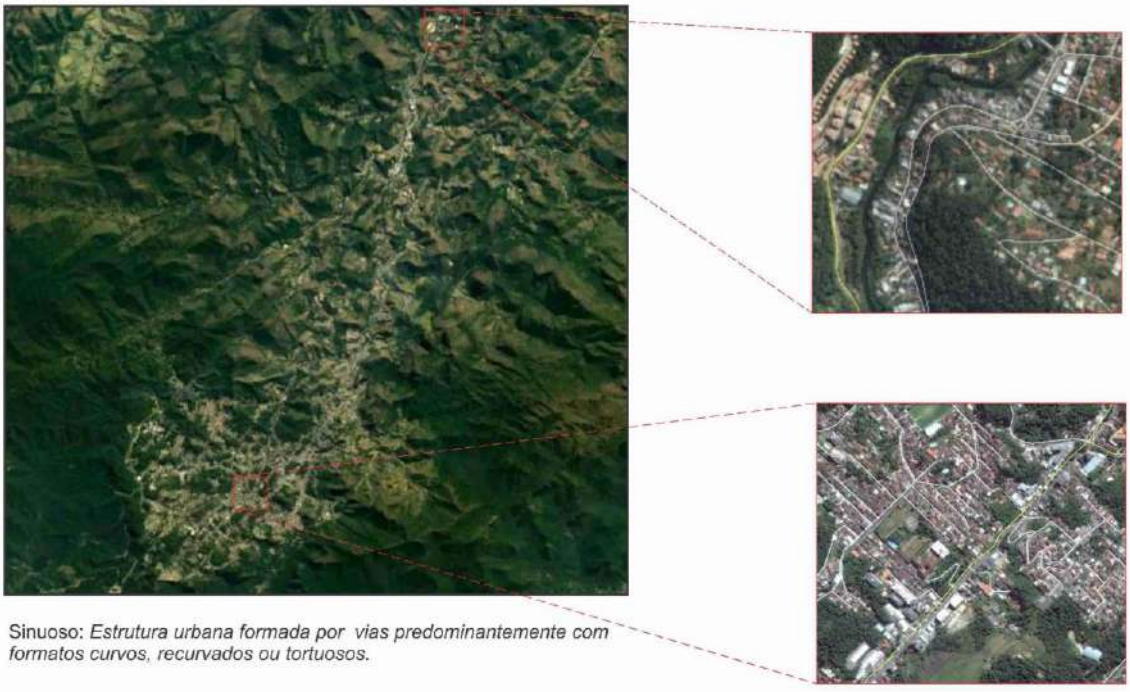
Fonte: Google Earth, 2017

Petrolina/PE



Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares.*

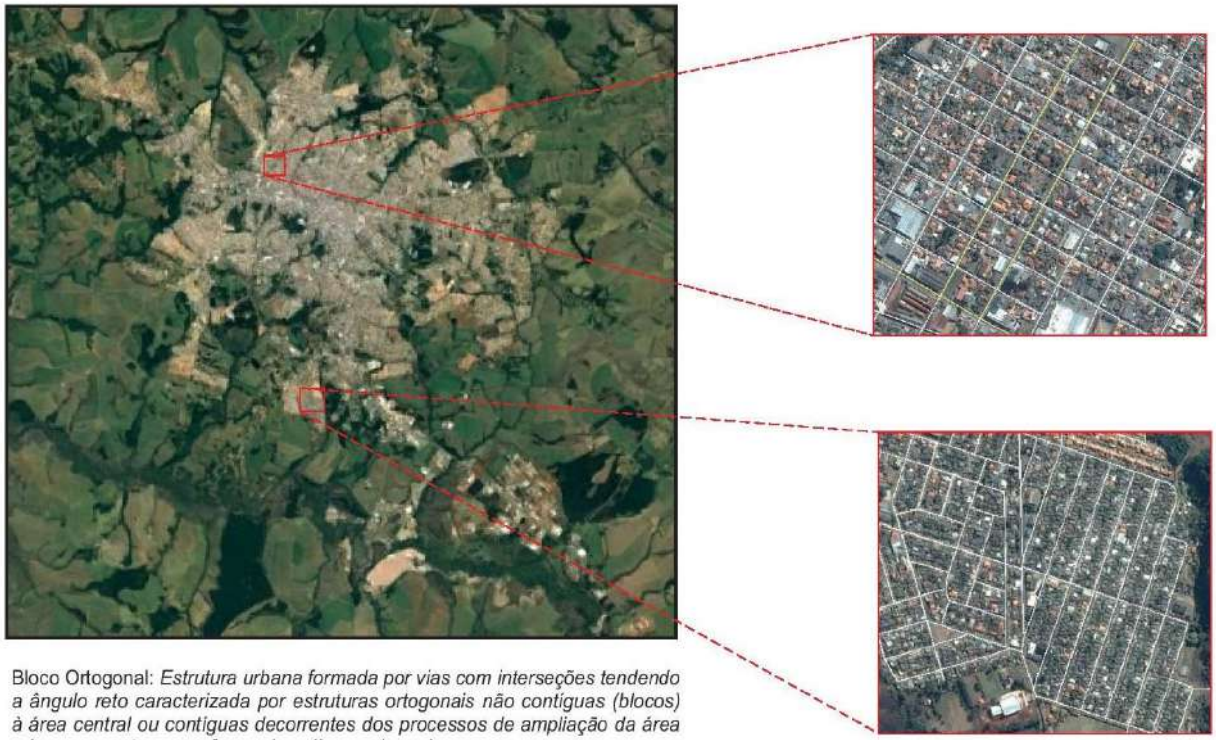
Petrópolis/RJ



Sinuoso: *Estrutura urbana formada por vias predominantemente com formatos curvos, recurvados ou tortuosos.*

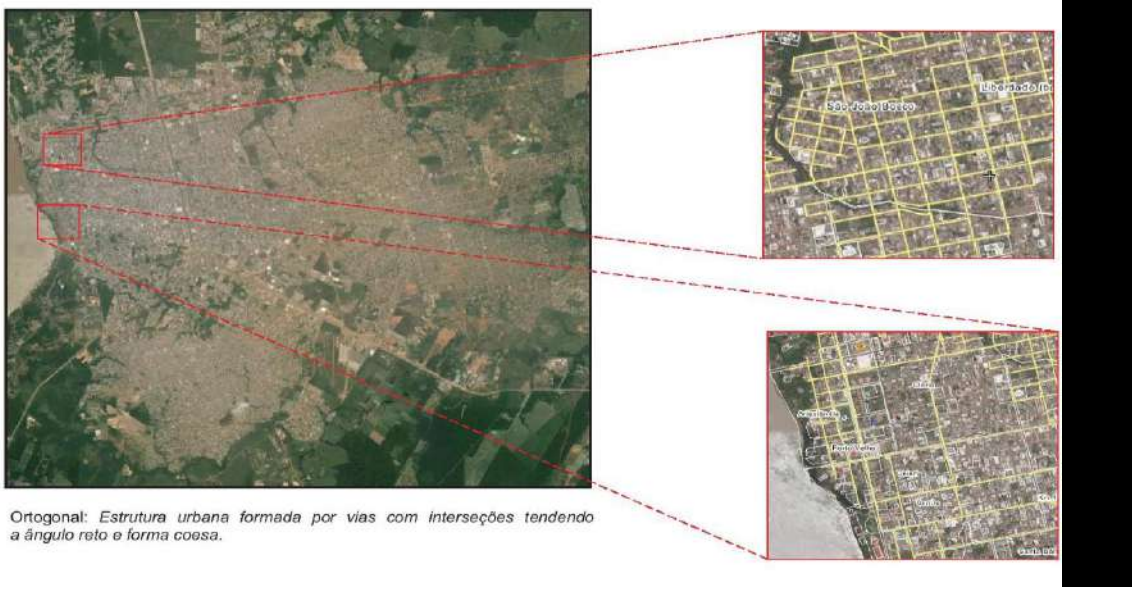
Fonte: Google Earth, 2017

Ponta Grossa/PR



Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares.*

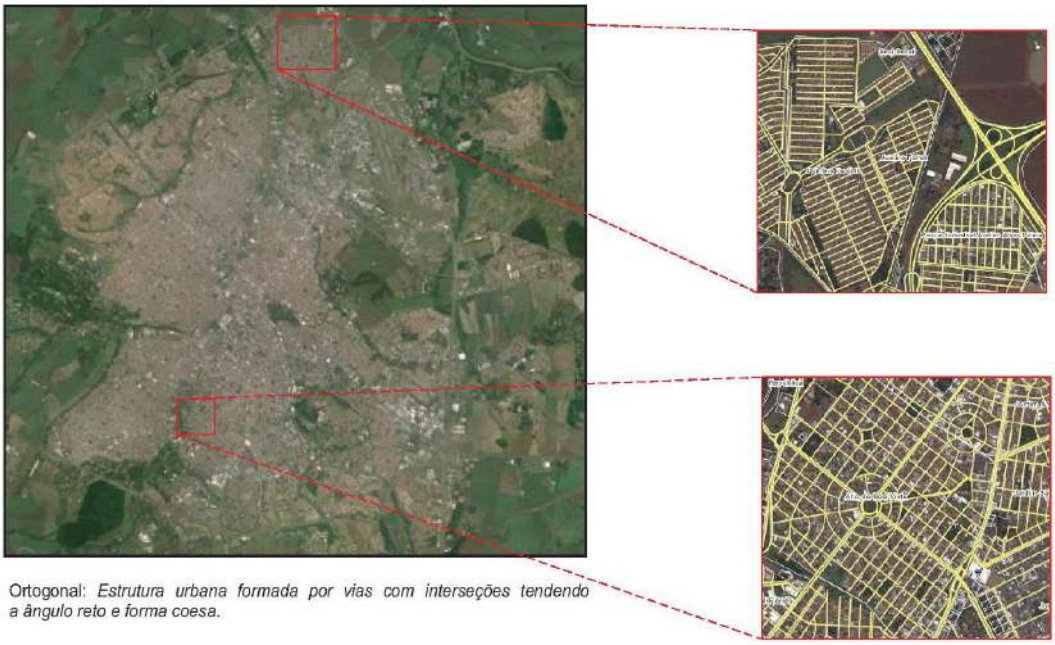
Porto Velho/RO



Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto e forma coesa.*

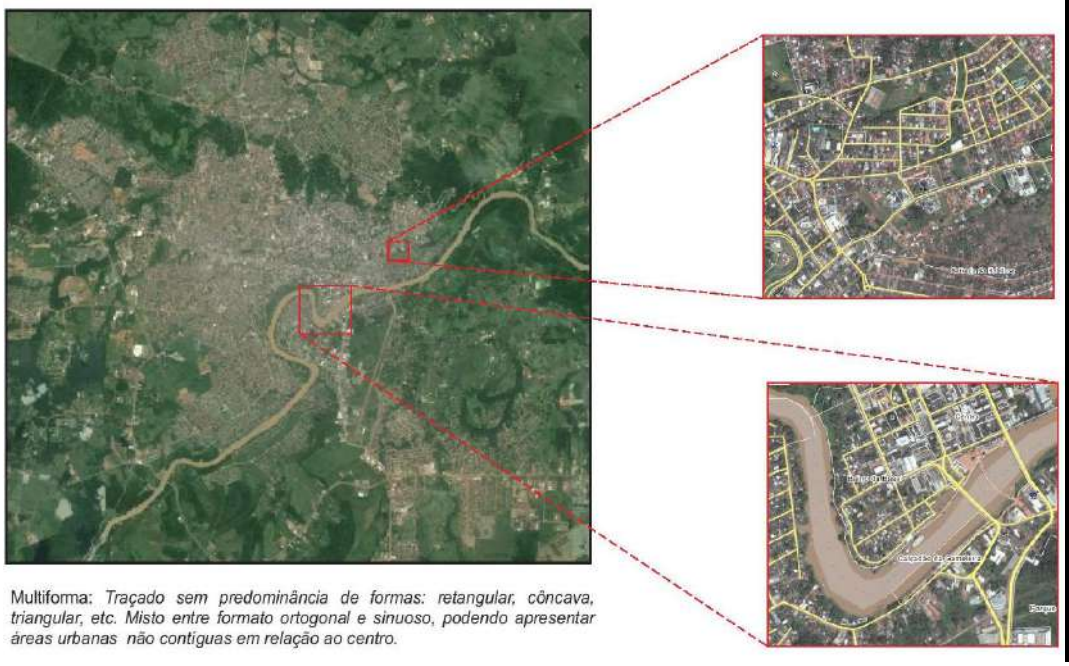
Fonte: Google Earth, 2017

Ribeirão Preto/SP



Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto e forma coesa.*

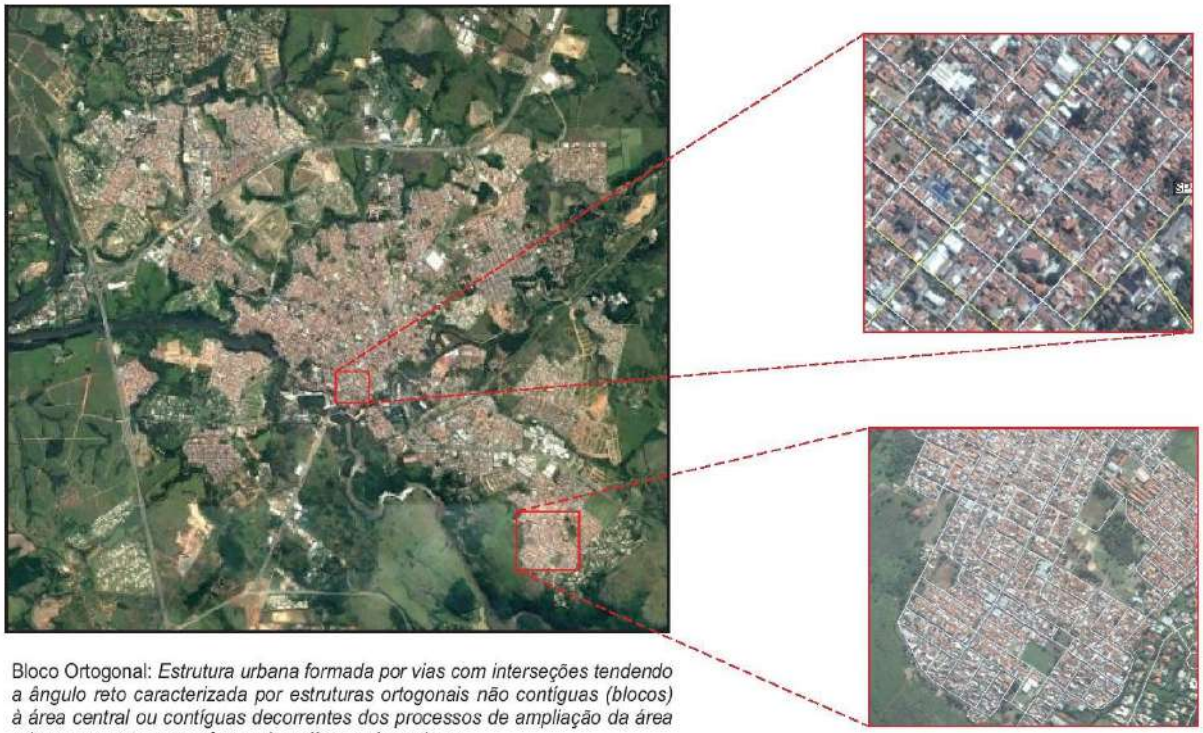
Rio Branco/AC



Multiforma: *Traçado sem predominância de formas: retangular, côncava, triangular, etc. Misto entre formato ortogonal e sinuoso, podendo apresentar áreas urbanas não contiguas em relação ao centro.*

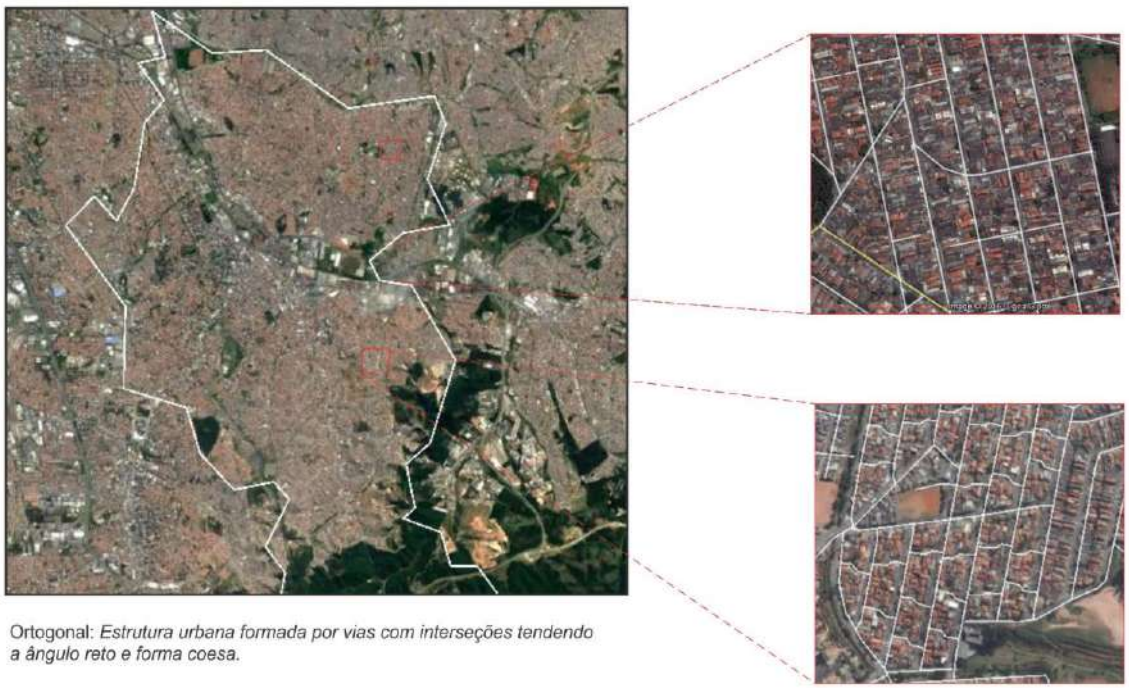
Fonte: Google Earth, 2017

Salto/SP



Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares.*

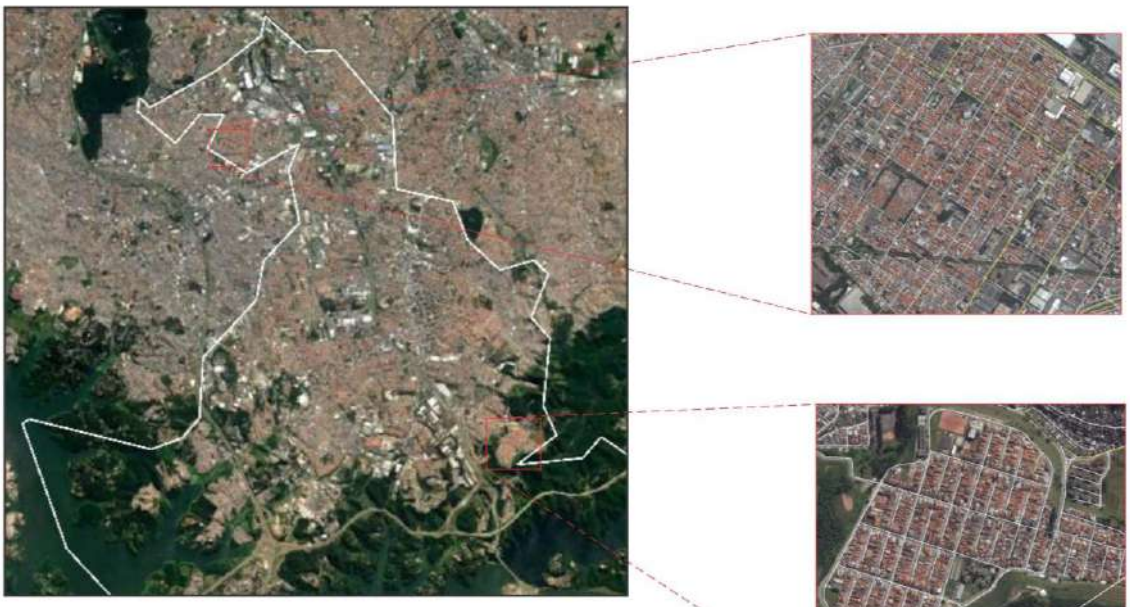
Santo André/SP



Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto e forma coesa.*

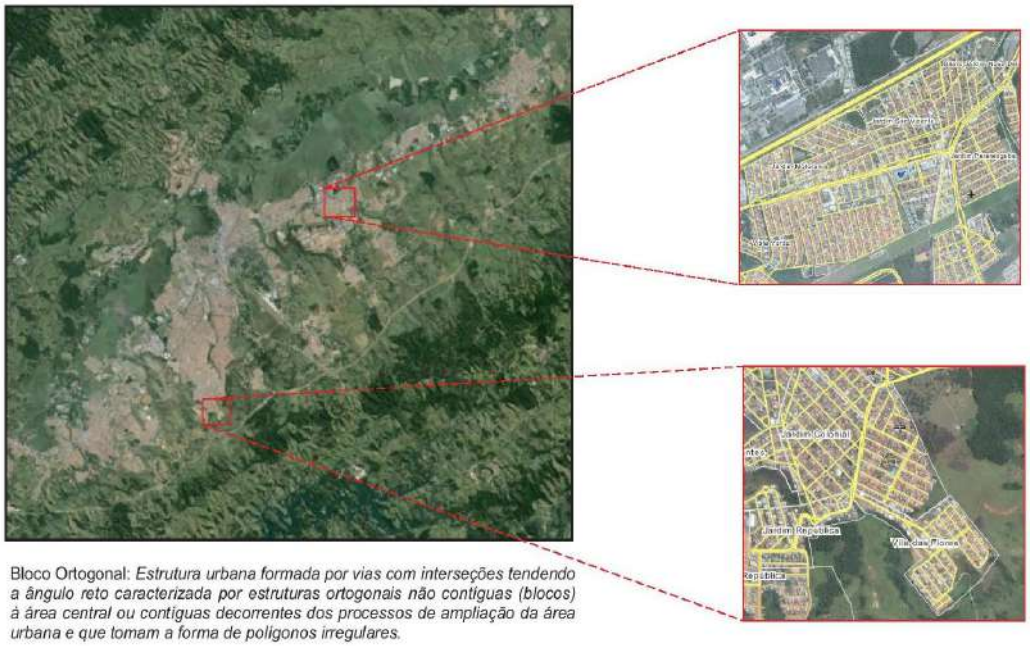
Fonte: Google Earth, 2017

São Bernardo do Campo/SP



Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares.*

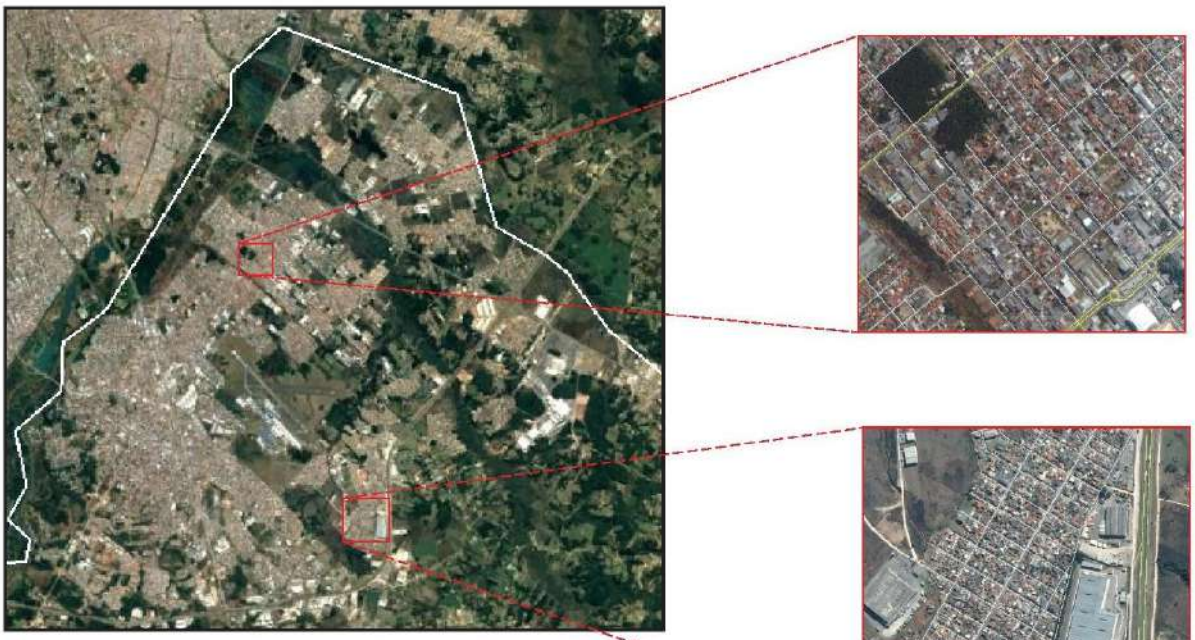
São José dos Campos/SP



Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares.*

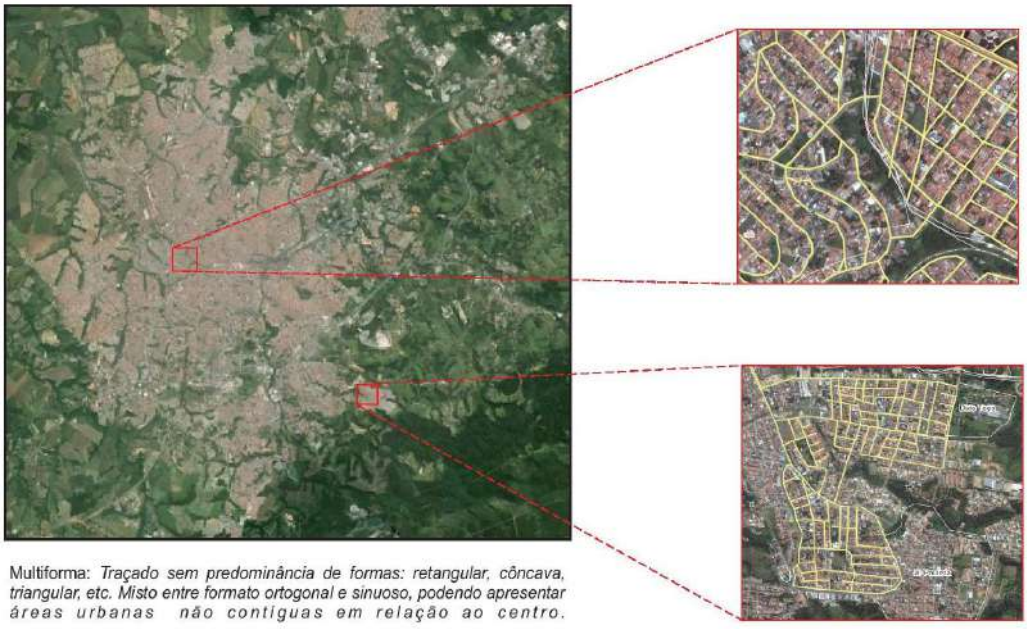
Fonte: Google Earth, 2017

São José dos Pinhais/SP



Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares.*

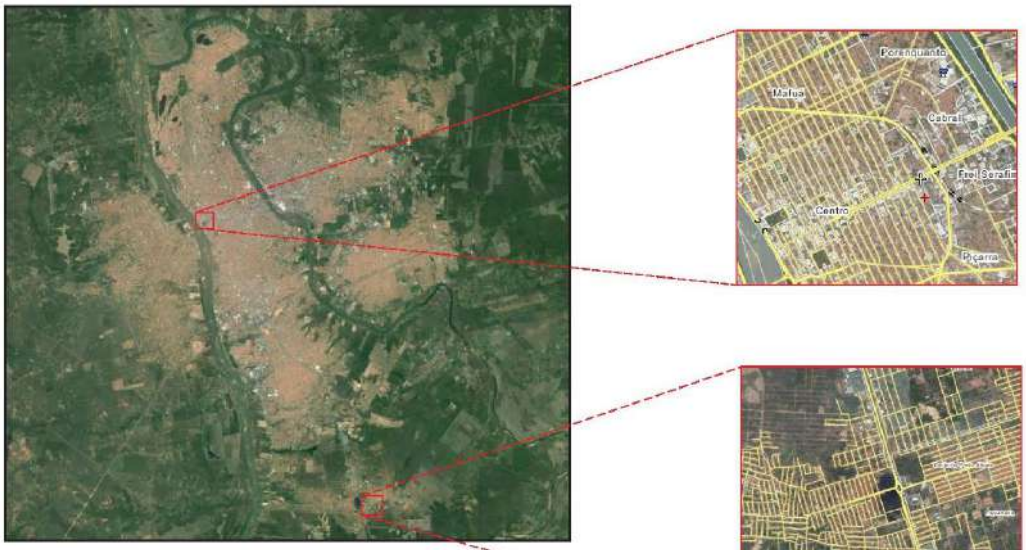
Sorocaba/SP



Multiforma: *Traçado sem predominância de formas: retangular, côncava, triangular, etc. Misto entre formato ortogonal e sinuoso, podendo apresentar áreas urbanas não contíguas em relação ao centro.*

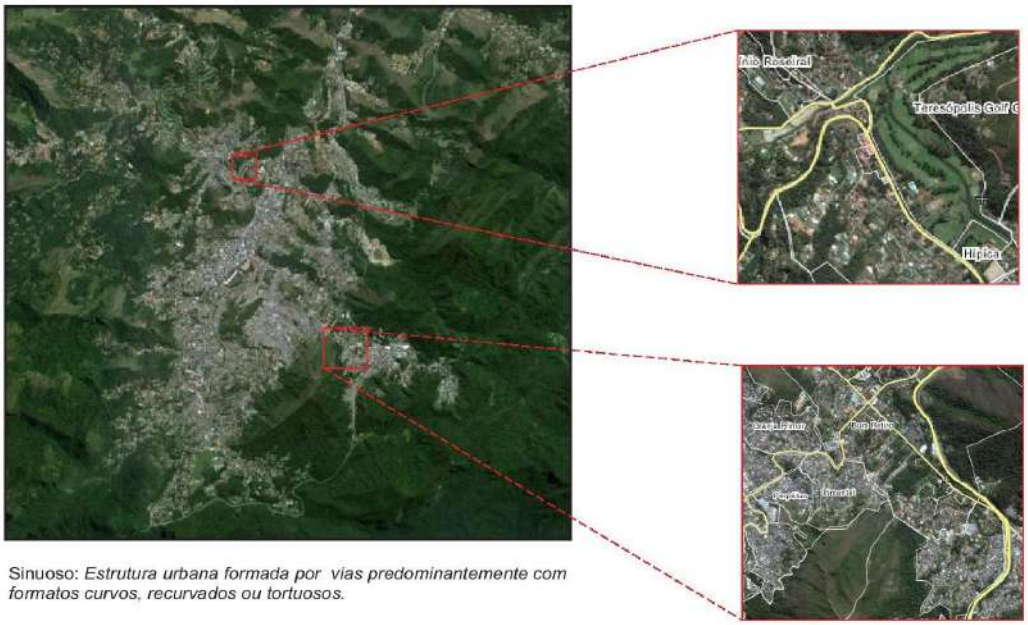
Fonte: Google Earth, 2017

Teresina/PI



Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de polígonos irregulares.*

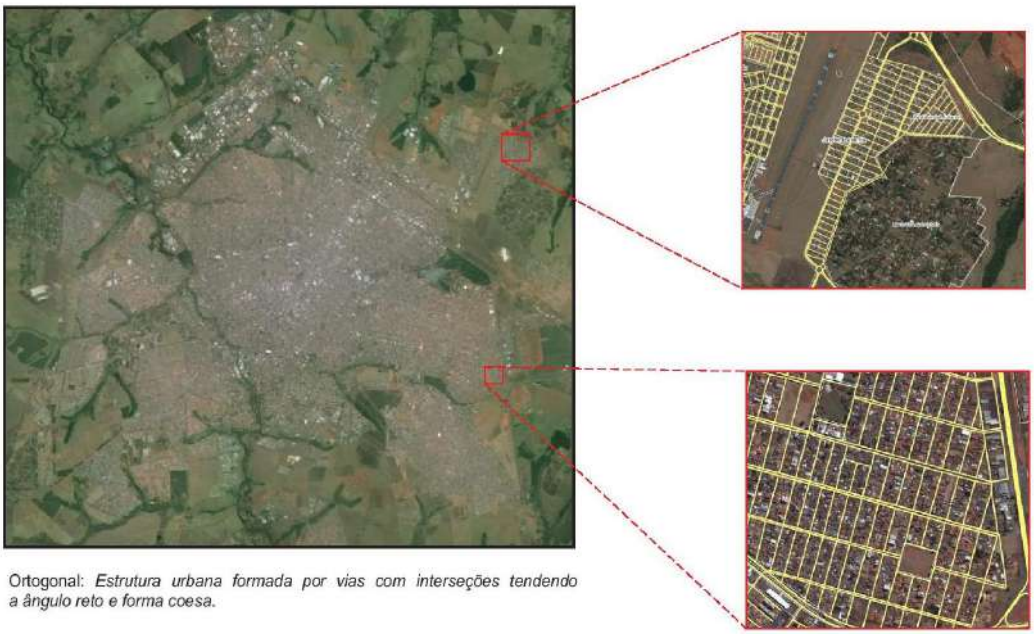
Teresópolis/RJ



Sinuoso: *Estrutura urbana formada por vias predominantemente com formatos curvos, recurvados ou tortuosos.*

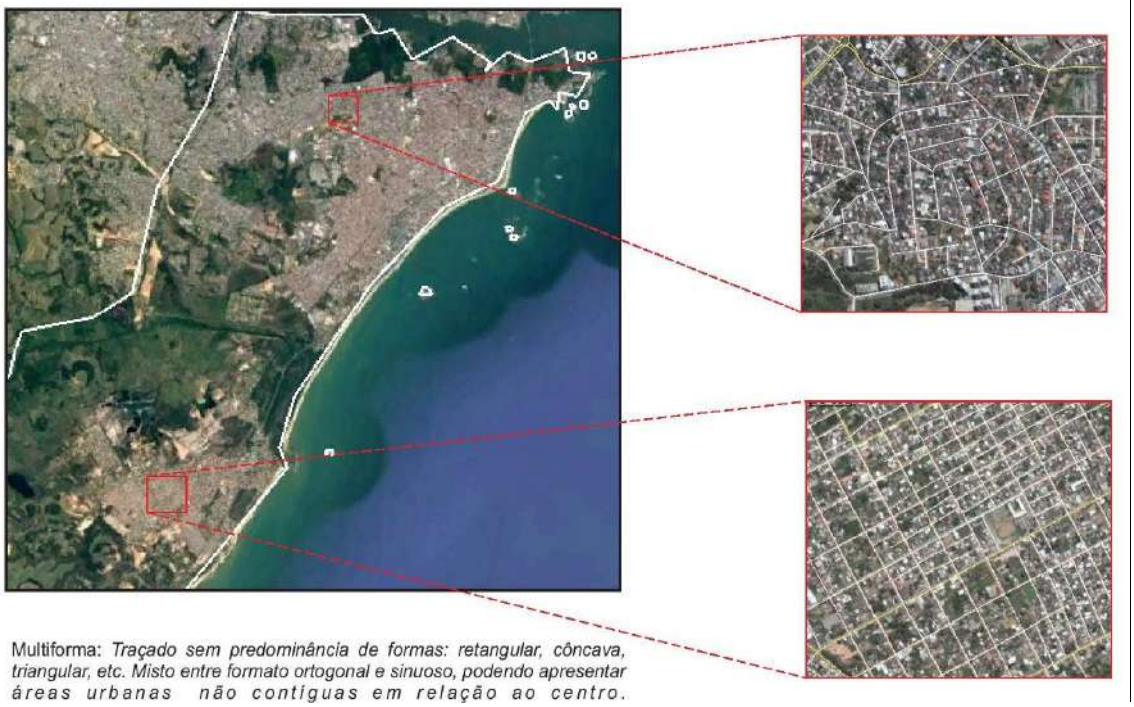
Fonte: Google Earth, 2017

Uberlândia/MG



Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto e forma coesa.*

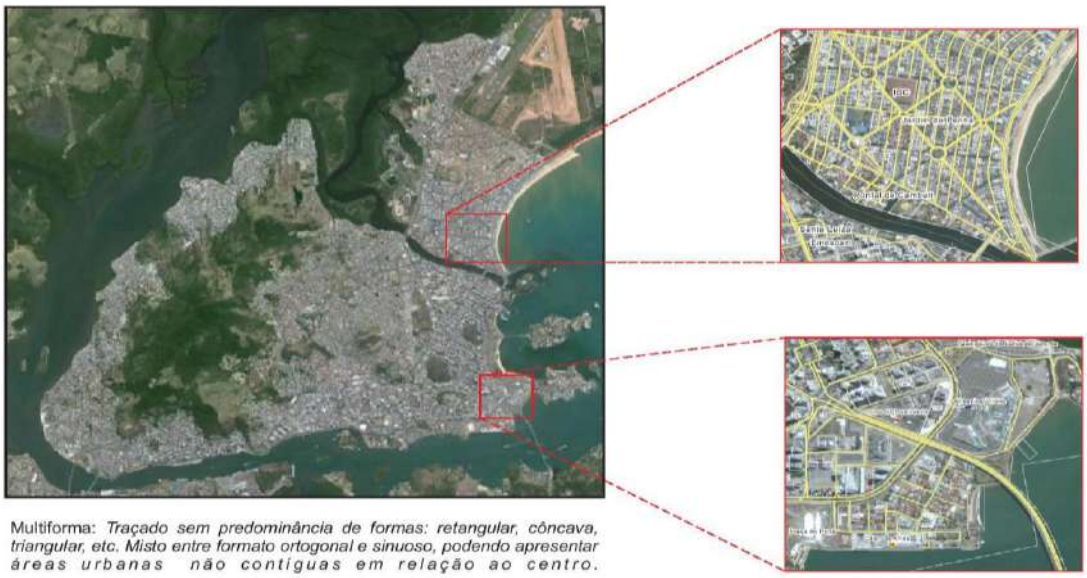
Vila Velha/ES



Multiforma: *Traçado sem predominância de formas: retangular, côncava, triangular, etc. Misto entre formato ortogonal e sinuoso, podendo apresentar áreas urbanas não contíguas em relação ao centro.*

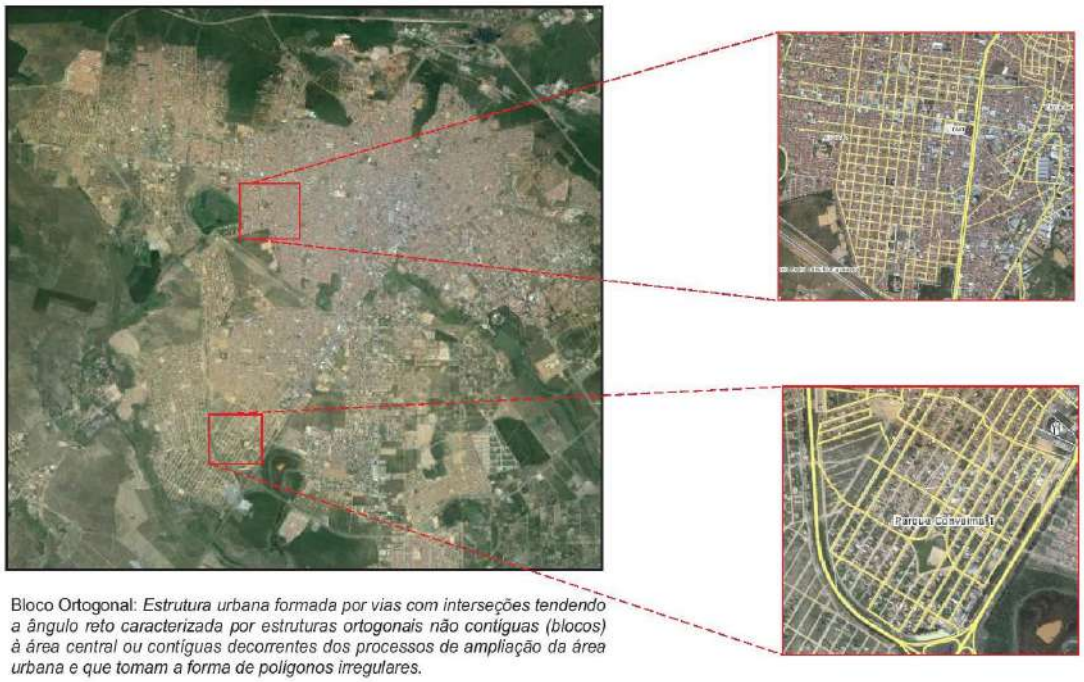
Fonte: Google Earth, 2017

Vitória/ES



Multiforma: *Traçado sem predominância de formas: retangular, côncava, triangular, etc. Misto entre formato ortogonal e sinuoso, podendo apresentar áreas urbanas não contíguas em relação ao centro.*

Vitória da Conquista/BA



Bloco Ortogonal: *Estrutura urbana formada por vias com interseções tendendo a ângulo reto caracterizada por estruturas ortogonais não contíguas (blocos) à área central ou contíguas decorrentes dos processos de ampliação da área urbana e que tomam a forma de poligonos irregulares.*

Fonte: Google Earth, 2017