CONRADO VIDOTTE PLAZA

Distâncias de viagens intrazonais: abordagem para estimativa e aplicação a um estudo de caso

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Transportes.

Área de concentração: Planejamento e Operação de Sistemas de Transporte.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Nélon Rodrigues da Silva.

São Carlos

2014

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

P696d Plaza, Conrado Vidotte
Distâncias de viagens intrazonais: abordagem para
estimativa e aplicação a um estudo de caso / Conrado
Vidotte Plaza; orientador Antônio Néelson Rodrigues da
Silva. São Carlos, 2014.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Transportes e Área de Concentração em
Planejamento e Operação de Sistemas de Transporte --
Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de
São Paulo, 2014.

1. Distâncias de viagens intrazonais. 2. Transporte
em cidades médias. 3. Viagens a pé. 4. Viagens de
bicicleta. 5. Viagens de automóvel. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: Engenheiro **CONRADO VIDOTTE PLAZA.**

Título da dissertação: "Distâncias de viagens intrazonais: abordagem para estimativa e aplicação a um estudo de caso".

Data da defesa: 26/03/2014

Comissão Julgadora:

Resultado:

Prof. Associado **Antônio Néson Rodrigues da Silva (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)

APROVADO

Profa. Dra. **Suely da Penha Sanches**
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

APROVADO

Profa. Dra. **Nair Cristina Margarido Brondino**
(Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"/UNESP-Bauru)

Aprovado

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes:
Prof. Associado **Antônio Néson Rodrigues da Silva**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:
Prof. Titular **Denis Vinicius Coury**

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, José Roberto e Marilei, e às minhas irmãs, Carenina e Roberta, pelo carinho, apoio, otimismo e, principalmente, por compreenderem minha ausência nos momentos difíceis.

Agradecimento especial ao professor Antônio Néelson Rodrigues da Silva, por todos os anos que me orientou ao longo da graduação e da pós-graduação. Um excelente orientador, exemplo de dedicação, competência e comprometimento com seu trabalho.

Às professoras Nair Cristina Margarido Brondino e Suely da Penha Sanches, pelos conhecimentos transmitidos e sugestões.

Aos professores do Departamento de Engenharia de Transportes, que compartilharam seus conhecimentos de transportes e contribuíram para meu desenvolvimento profissional.

Aos colegas de orientação Thais Guerreiro, Carlos Prado, Thiago Ramos, Angélica Meireles e Peolla Stein.

Às ilustres figuras que fizeram do meu dia a dia no Departamento (e também fora dele) mais do que divertidos e especiais: Diego Neris, Glaucia Maia, Marcela Navarro e Murilo Castanho.

Aos grandes amigos que, pouco a pouco, se tornaram essenciais para minha vida e que jamais me esquecerei: Gabriela Cabrini, Lucas Matsukura, Victor Crnkovic, Glauco Porto, Luana Di Pires e Mariana Biasioli.

Ao Lucas Godoy, que esteve sempre presente e me aturando, quase sempre pacientemente. Agradeço, também, pelos auxílios e revisões.

Aos demais colegas do STT pelo incentivo e pela agradável convivência.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, pelo suporte financeiro para a realização do Programa de Mestrado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão de recursos para a obtenção dos dados que foram utilizados nesta pesquisa, através do projeto de pesquisa nº 04/15843-4.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram para este trabalho.

RESUMO

PLAZA, C. V. **Distâncias de viagens intrazonais:** abordagem para estimativa e aplicação a um estudo de caso. 2014. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

Este estudo teve como objetivo o desenvolvimento de procedimentos para estimar distâncias de viagens intrazonais com base em dados de pesquisas origem-destino (O/D). A análise conduzida na aplicação apresentada foi baseada em dados de uma pesquisa O/D realizada na cidade de São Carlos, Brasil. A área urbana foi subdividida várias vezes para produzir 471 zonas de análise de tráfego (TAZ) para análise. A análise partiu da identificação de características geométricas das zonas de análise de tráfego (TAZ) que podem influenciar as distâncias das viagens intrazonais. Em seguida, indicadores numéricos dos padrões geométricos selecionados foram comparados com os valores médios das distâncias intrazonais, a fim de procurar por evidências de correlação entre estas variáveis. Duas abordagens analíticas foram exploradas: *i)* contínua e *ii)* descontínua. No primeiro caso, todas as viagens foram consideradas em um único conjunto de dados, enquanto que no segundo caso, o conjunto de dados foi dividido em dois subgrupos com características homogêneas. Os conjuntos de dados com maior correlação foram usados para construir modelos globais e estratificados para estimar distâncias intrazonais. Nos modelos globais, viagens a pé, de bicicleta e de automóvel foram analisadas como uma única base de dados. Nos modelos estratificados, os três modos de transporte foram considerados separadamente. Foram ajustados, também, modelos adicionais que permitam estimar as viagens por um modo de transporte específico a partir de valores globais de distâncias intrazonais. Os valores obtidos com estes modelos foram então comparados com as estimativas de outros modelos encontrados na literatura. Os modelos descontínuos aqui obtidos superaram claramente os modelos tradicionais. Isto sugere que podem constituir alternativas para substituir os modelos tradicionais para estimar distâncias médias de viagens intrazonais, pelo menos no caso das cidades médias brasileiras.

Palavras chave: distâncias de viagens intrazonais, transporte em cidades médias, viagens a pé, viagens de bicicleta, viagens de automóvel.

ABSTRACT

PLAZA, C. V. **Intrazonal trip distances:** an estimation approach and application to a case study. 2014. M.Sc. Dissertation - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

This study aimed at the development of procedures for estimating intrazonal trip distances based on data of origin-destination (O/D) surveys. The analysis conducted in the application presented was based on an O/D survey conducted in the city of São Carlos, Brazil. The urban area was subdivided several times to produce 471 traffic analysis zones (TAZ) for analysis. Geometrical characteristics of the zones that can influence the distances of intrazonal trips were then identified. Next, numerical indicators of the selected geometrical patterns were compared with the average values of intrazonal trip distances in order to look for evidences of correlation between these variables. Two analytical approaches were explored: *i)* continuous and *ii)* discontinuous. In the first case, all trips were considered as a single dataset, whereas in the second case the dataset was split in two subsets with homogeneous characteristics. The datasets with higher correlation were used to build global and stratified models for estimating intrazonal trip distances. In the global models, walking, cycling, and auto trips were all considered as part of a common dataset. In the stratified models, the three transport modes were separately taken into account. Additional models, which were meant to estimate trips per mode based on global values of intrazonal trip distances, were also developed. The values obtained with these models were then compared with the estimations of other models found in the literature. The discontinuous models calibrated in this study clearly outperformed the traditional models. This may be an indication that they can be used to replace the traditional models for estimating average intrazonal trip distances, at least in the case of Brazilian medium-sized cities.

Key words: intrazonal trip distances, transport in medium-sized cities, walking trips, cycling trips, auto trips.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3-1 - Fluxograma geral de procedimentos propostos.....	39
Figura 4-1 - Sistema viário da cidade de São Carlos - SP e divisão em zonas de tráfego empregada pela prefeitura municipal na última década, que corresponde à menor fração de área no processo de divisão da etapa de criação de cenários.....	42
Figura 4-2 - Processo de criação de cenários por divisão progressiva (método manual): Cenário 1 constituído por uma única fração de área; Cenário 2 constituído por duas novas frações de área e; cenário 3 constituído por três frações de área, sendo duas novas e uma semelhante a do Cenário 2.	43
Figura 4-3 - Processo de criação de cenários por agrupamento progressivo das zonas de tráfego, com balanceamento da informação referente à área (método auxiliado por <i>software</i>), a partir de duas, três ou quatro frações de área.	44
Figura 4-4 - Processo de criação de cenários por agrupamento progressivo das zonas de tráfego, equilibrando-se a população em cada fração resultante (método auxiliado por <i>software</i>), a partir de duas, três ou quatro frações de área.	44
Figura 4-5 - Processo de criação de cenários por agrupamento progressivo das zonas de tráfego, com balanceamento da quantidade de zonas presentes em cada fração (método auxiliado por <i>software</i>), a partir de onze (Cenários 1 e 2) e doze frações de áreas (Cenário 3).	44
Figura 4-6 - Ajuste em escala global para estimativa da distância média de viagens intrazonais (todos os modos envolvidos).	47
Figura 4-7 - Ajustes em escala estratificada para estimativa da distância média de viagens intrazonais.	48
Figura 4-8 - Modelos resultados do processo de análise por modelos descontínuos dos dados.	49
Figura 4-9 - Representação gráfica de resultados selecionados dos modelos elaborados neste trabalho.	50
Figura 4-10 - Ajustes das equações adicionais.	52
Figura 4-11 - Representação visual dos erros de estimativa.	52
Figura 4-12 - Representação visual dos erros para as viagens realizadas pelo modo a pé.	56
Figura 4-13 - Representação visual dos erros para as viagens realizadas pelo modo bicicleta.	57
Figura 4-14 - Representação visual dos erros para as viagens realizadas pelo modo automóvel.	58
Figura 4-15 - Diagrama de aplicação dos modelos propostos.	59
Figura 4-16 - Cidade fictícia para aplicação dos procedimentos propostos neste trabalho.	60
Figura 5-1 - Modelos destacados com melhor ajuste como ferramenta auxiliar no processo de planejamento de transportes.	66
Figura 5-2 - Modelos adicionais para estimativas indiretas das distâncias de viagens intrazonais por modo a partir de informações de distância média global.	66
Figura A-6-1 - Relação entre os parâmetros PERÍMETRO e DISTÂNCIA MÉDIA.	73
Figura A-6-2 - Relação entre os parâmetros FATOR FORMA (FF) e a DISTÂNCIA MÉDIA.	73
Figura A-6-3 - Relação entre os parâmetros FATOR FORMA CIRCULAR (FF _C) e a DISTÂNCIA MÉDIA.....	74
Figura A-6-4 - Relação entre os parâmetros RAZÃO ENTRE A ÁREA DO MENOR CÍRCULO ENVOLVENTE E A ÁREA DA FRAÇÃO e a DISTÂNCIA MÉDIA.	74
Figura A-6-5- Relação entre os parâmetros RAZÃO ENTRE A ÁREA DO MENOR RETÂNGULO ENVOLVENTE E A ÁREA DA FRAÇÃO e a DISTÂNCIA MÉDIA.	74
Figura A-6-6- Relação entre os parâmetros RAZÃO ENTRE A MAIOR DIMENSÃO N-S E L-O e a DISTÂNCIA MÉDIA.	75

Figura A-6-7 - Relação entre os parâmetros DENSIDADE DE INTERSEÇÕES e a DISTÂNCIA MÉDIA.	75
Figura A-6-8 - Relação entre os parâmetros DENSIDADE VIÁRIA e a DISTÂNCIA MÉDIA.	75
Figura A-6-9 - Relação entre os parâmetros PERÍMETRO e DISTÂNCIA MÉDIA.	76
Figura A-6-10 - Relação entre os parâmetros FATOR FORMA (FF) e a DISTÂNCIA MÉDIA.	76
Figura A-6-11 - Relação entre os parâmetros FATOR FORMA CIRCULAR (FF_U) e a DISTÂNCIA MÉDIA.	77
Figura A-6-12 - Relação entre os parâmetros RAZÃO ENTRE A ÁREA DO MENOR CÍRCULO ENVOLVENTE E A ÁREA DA FRAÇÃO e a DISTÂNCIA MÉDIA.	77
Figura A-6-13 - Relação entre os parâmetros RAZÃO ENTRE A ÁREA DO MENOR RETÂNGULO ENVOLVENTE E A ÁREA DA FRAÇÃO e a DISTÂNCIA MÉDIA.	77
Figura A-6-14- Relação entre os parâmetros RAZÃO ENTRE A MAIOR DIMENSÃO N-S E L-O e a DISTÂNCIA MÉDIA.	78
Figura A-6-15 - Relação entre os parâmetros DENSIDADE DE INTERSEÇÕES e a DISTÂNCIA MÉDIA.	78
Figura A-6-16 - Relação entre os parâmetros DENSIDADE VIÁRIA e a DISTÂNCIA MÉDIA.	78
Figura A-6-17 - Relação entre os parâmetros PERÍMETRO e DISTÂNCIA MÉDIA.	79
Figura A-6-18 - Relação entre os parâmetros FATOR FORMA (FF) e a DISTÂNCIA MÉDIA.	79
Figura A-6-19 - Relação entre os parâmetros FATOR FORMA CIRCULAR (FF_U) e a DISTÂNCIA MÉDIA.	80
Figura A-6-20 - Relação entre os parâmetros RAZÃO ENTRE A ÁREA DO MENOR CÍRCULO ENVOLVENTE E A ÁREA DA FRAÇÃO e a DISTÂNCIA MÉDIA.	80
Figura A-6-21 - Relação entre os parâmetros RAZÃO ENTRE A ÁREA DO MENOR RETÂNGULO ENVOLVENTE E A ÁREA DA FRAÇÃO e a DISTÂNCIA MÉDIA.	80
Figura A-6-22 - Relação entre os parâmetros RAZÃO ENTRE A MAIOR DIMENSÃO N-S E L-O e a DISTÂNCIA MÉDIA.	81
Figura A-6-23 - Relação entre os parâmetros DENSIDADE DE INTERSEÇÕES e a DISTÂNCIA MÉDIA.	81
Figura A-6-24 - Relação entre os parâmetros DENSIDADE VIÁRIA e a DISTÂNCIA MÉDIA.	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 3-1 - Dados necessários para o desenvolvimento de um estudo que permita avaliar a influência de fatores selecionados nas distâncias de viagens intrazonais.	34
Tabela 3-2 - Descrição das etapas que constituem o método utilizado.	38
Tabela 4-1 - Distribuição das 471 frações de áreas em grupos.	45
Tabela 4-2 – Verificação do valor de correlação entre os fatores estudados.....	46
Tabela 4-3 - Valor do coeficiente de correlação (R) entre os resultados dos modelos elaborados neste trabalho.	50
Tabela 4-4 - Análise dos resíduos (em km).....	52
Tabela 4-5 - Comparação entre os modelos de estimativa de distâncias médias intrazonais propostos neste trabalho com os presentes na literatura.	55
Tabela 4-6 - Regiões que compõem a cidade modelo.	60
Tabela 4-7 - Tabela origem-destino (OD) de distância intrazonais para a cidade fictícia.	63
Tabela 5-1 - Desvios, em porcentagem, da estimativa das distâncias interzonais com a aplicação do método proposto.....	68
Tabela B-1 – Base de dados coletada para o desenvolvimento do estudo.....	83

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	Justificativa.....	18
1.2	Objetivo	18
1.3	Estrutura do trabalho.....	19
2	REVISÃO DA LITERATURA	21
2.1	Caracterização dos deslocamentos urbanos	21
2.2	Relação entre a forma urbana e o comportamento dos deslocamentos	23
2.3	Os deslocamentos intrazonais no planejamento de transportes	26
2.4	Caracterização dos deslocamentos intrazonais através de modelos	28
3	MÉTODO	33
3.1	Dados necessários.....	33
3.2	Cenários de avaliação.....	35
3.3	Estratégias de análise e modelagem dos dados	36
3.4	Validação de modelos	37
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	41
4.1	Características gerais da cidade estudada	41
4.2	Criação de cenários	42
4.3	Análise dos dados e modelagem	45
4.3.1	Modelos contínuos.....	46
4.3.2	Modelos descontínuos.....	49
4.3.3	Estimativas indiretas das distâncias de viagens intrazonais por modo..	50
4.4	Validação de modelos	53
4.5	Exemplo de aplicação: cidade fictícia.....	59
4.5.1	Deslocamentos totais e por modo em uma região com pequena área..	60
4.5.2	Deslocamentos totais e por modo em uma região com grande área.....	62
4.5.3	Matriz origem-destino (OD) da cidade fictícia	63
5	CONCLUSÕES	65
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
	APÊNDICE A.....	73
	APÊNDICE B.....	83

1 INTRODUÇÃO

A mobilidade em espaços urbanos é fundamental para o desenvolvimento da sociedade moderna, o que torna possível aos indivíduos participarem de atividades diversas, tais como trabalho e estudo, manterem contato social, suprirem suas necessidades básicas e ter momentos de lazer. Consequentemente, a mobilidade urbana também influi no desenvolvimento econômico, troca de conhecimentos, experiências e cultura.

Visando solucionar problemas complexos de transportes, é fundamental considerar na análise os diversos componentes envolvidos e que podem exercer influências no comportamento dos deslocamentos. O conjunto destes componentes constitui o sistema de transportes. Para isto, o processo de planejamento urbano e dos transportes requer conhecimento multidisciplinar, com base em conceitos, por exemplo, dos campos da engenharia, economia, geografia, sociologia e estatística.

Segundo Kawamoto (2008), a análise dos sistemas de transportes pode ser realizada em três etapas básicas. A primeira etapa refere-se ao diagnóstico da situação atual e do futuro previsível de um sistema de transporte existente, tornando possível reconhecer e diagnosticar possíveis deficiências. A segunda etapa envolve a análise dos planos, programas ou projetos alternativos, dos impactos das estratégias adotadas na seleção de alternativas para o plano de transporte, e da estimativa de custos e benefícios das várias estratégias. A última etapa está relacionada à avaliação de planos, programas ou projetos alternativos e à análise dos impactos das estratégias de tomada de decisão.

A busca por informações que auxiliam no processo de planejamento muitas vezes envolve, no entanto, dados de difícil acesso, imprecisos ou até mesmo inexistentes. A distância média de deslocamentos, por exemplo, depende, além de outros fatores, do tipo de rede viária e da distribuição das viagens (SMEED, 1967). Assim, é possível considerá-la como sendo uma variável que sofre influências de características do entorno, do usuário e da viagem. Dentre estas características podem ser citadas a renda do usuário, a disponibilidade do modo de transporte a ser utilizado, o motivo da viagem, características de uso e ocupação do solo, características orográficas e condições meteorológicas.

1.1 Justificativa

Informações que caracterizam os deslocamentos em uma cidade, como a estimativa da distância média de viagens, são importantes para o planejamento do sistema de transporte urbano e, conseqüentemente, para o desenvolvimento urbano e de uma sociedade sustentável. Na literatura de planejamento de transportes, diversos procedimentos permitem estimar as distâncias entre zonas de análise. No caso das viagens intrazonais, no entanto, isto não acontece da mesma forma. Os poucos métodos existentes são antigos ou envolvem estudos empíricos que em geral não se referem à realidade das cidades brasileiras.

Assim, a principal justificativa para o desenvolvimento deste estudo reside no fato de que, por meio dos procedimentos propostos, as possíveis dificuldades encontradas para a estimativa das distâncias médias intrazonais sejam reduzidas. A facilidade de uso do método está associada ao fato dele considerar variáveis que envolvem dados de fácil aquisição. Além de propor um método aplicável a diferentes modos de transporte, outra justificativa para o estudo está no fato de que o mesmo produz resultados imediatos também em um nível agregado (sem diferenciar os modos), o que pode ser suficiente para estudos que não desejam abordar um modo de transporte específico.

1.2 Objetivo

O objetivo principal deste trabalho é desenvolver procedimentos para estimativa das distâncias de viagens intrazonais, com base em informações obtidas em uma pesquisa origem-destino. Pretende-se, com estes procedimentos, utilizar dados de fácil obtenção, executando procedimentos simples que possam ser utilizados como ferramenta auxiliar no processo de planejamento de transportes. Em uma abordagem complementar, visa a elaborar modelos para estimativa da distância média de viagens intrazonais a partir de dados coletados em uma cidade média brasileira.

1.3 Estrutura do trabalho

O presente documento apresenta o processo e os resultados obtidos na tentativa de definir procedimentos para estimativa das distâncias médias de viagens intrazonais realizadas.

No segundo capítulo são apresentadas algumas referências bibliográficas que serviram de base para a obtenção do conhecimento necessário para o desenvolvimento desse trabalho. O capítulo três descreve o desenvolvimento e aplicação da metodologia utilizada para a obtenção dos dados para análise. O método de análise consiste basicamente em calibrar modelos e comparar o seu desempenho com modelos de referência obtidos da literatura. Os resultados e análises preliminares são apresentadas no capítulo quatro, no qual é também apresentado um exemplo de aplicação do procedimento proposto. Já no capítulo cinco são apresentadas e discutidas as conclusões obtidas, encerrando-se o trabalho com a lista de referências bibliográficas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

É apresentada neste capítulo uma breve revisão dos temas envolvidos no presente estudo. Inicialmente, são levantadas informações que caracterizam os deslocamentos em áreas urbanas. Posteriormente, é retratada a influência das características da forma urbana no comportamento das viagens. Por fim, foram levantados na literatura elementos de caracterização dos deslocamentos intrazonais, bem como alguns métodos e modelos para representá-los em função de outras variáveis.

2.1 Caracterização dos deslocamentos urbanos

A habilidade de se locomover é um elemento essencial para o desenvolvimento urbano e da sociedade. Permite o intercâmbio de bens e de conhecimentos e, também, que os indivíduos realizem atividades para suprir suas necessidades básicas. A capacidade de indivíduos e bens de consumo de se deslocarem dentro de um espaço urbano determina o que se denomina hoje como mobilidade urbana.

Existem, de acordo com Adler e Ben-Akiva (1979), três fatores que determinam a atividade de viajar: número de membros da família e sua composição, o sistema de transporte e o sistema de atividades. A necessidade de viagem é tomada por necessidades de cada integrante da família, que é assumida como a unidade em torno do qual as decisões relacionadas com viagens são organizadas. O sistema de transporte é descrito em termos do nível de serviço em função do tempo, custo, conforto e outros atributos quanto ao modo utilizado e a rota escolhida. Já o sistema de atividades é utilizado para descrever o padrão das atividades econômicas e sociais em uma determinada localização espacial capaz de ser acessível por um modo de transporte.

Para Ortúzar e Willumsen (2011), a ocorrência de deslocamento de pessoas e bens de consumo só é possível através da combinação entre o sistema de transporte com um conjunto de regras para sua operação. O sistema de transporte, por sua vez, é composto por ativos fixos, como a infraestrutura, e móveis, como os veículos.

Khisty e Lall (2003) destacam três condições que explicam a necessidade de deslocamento de pessoas e bens: complementaridade, o desejo de superar distâncias e adequação de procura e oferta. A complementaridade está relacionada com a atratividade entre dois ou mais destinos. O desejo de superar distâncias se refere à transmissibilidade, medido em termos do tempo, da distância ou custos necessários para superar estas distâncias e a melhor tecnologia disponível para a realização. Por fim, a adequação de demanda e oferta está relacionada com a intervenção em oportunidades para a concorrência entre os vários locais. Quanto à escolha modal, os autores ilustram que não depende apenas dos custos da viagem, mas também do tempo necessário para a sua realização. Assim, para viagens mais longas, podem ser utilizados veículos mais velozes.

Estes deslocamentos sofrem influências diretas e indiretas de diversos elementos que constituem o sistema de transportes, como disponibilidade do modo de transporte a ser utilizado, o motivo da viagem e uso e ocupação do solo, e do ambiente em que é inserido, como o tipo de relevo presente na rota e condições meteorológicas.

Informações que caracterizam os deslocamentos em uma cidade são essenciais para o processo de planejamento do sistema de transporte urbano e, conseqüentemente, para o desenvolvimento urbano e de uma sociedade sustentável. Dados relativos às origens e destinos, demanda por transportes e estimativas de distâncias médias de viagens são exemplos destas informações. Assim, foram extraídas da literatura informações sobre variáveis que, de algum modo, exercem influência no padrão dos deslocamentos.

O U.S. Department of Commerce (1965b) destaca que os padrões dos deslocamentos em áreas urbanas são influenciados por três fatores. Inicialmente, o tipo e a extensão da infraestrutura dos meios de transportes disponíveis. Posteriormente, os padrões de atividades realizadas em uma área, incluindo a localização e a intensidade do uso do solo. Por fim, as características sociais e econômicas da população. Como exemplos de dados socioeconômicos e de uso do solo a serem coletados para análise dos padrões de deslocamentos e de geração de viagens em uma área, são destacados pelos autores: população por grupo de idade, renda média da família, número de pessoas empregadas e ocupação, número de veículos próprio e extensão, em área, do tipo de uso do solo.

Neste contexto, no caso específico das viagens intrazonais, para que elas ocorram, cada zona deve conter elementos capazes de produzir viagens (como residências) e atrair as mesmas (como comércio e escritórios). A fim de investigar o efeito relativo de diferentes variáveis na geração de viagens intrazonais (uso misto do solo, distância entre pontos de ônibus e quantidade de veículos próprios, por exemplo), Khan e Kockelman (2012) estimaram a elasticidade para cada uma dessas variáveis. Neste caso, a elasticidade destacou a importância do uso misto do solo para a geração de viagens.

Dependendo das características físicas das zonas de tráfego, as viagens intrazonais são realizadas por diferentes meios de transporte: a pé, bicicleta e automóvel. Segundo Greenwald (2006), a escolha modal para o deslocamento é suscetível à forma urbana, que por sua vez afeta a distribuição regional das viagens. O autor afirma, ainda, que, embora a disposição da malha viária e a concentração habitacional sejam estatisticamente significativas neste tipo de análise, a magnitude de sua influência na geração de viagens intrazonais é muito pequena. Por outro lado, a variedade e a escala de atividades econômicas desempenham papéis importantes na escolha de destinos intrazonais. Já Cervero et al. (2009) sugerem que as escolhas para o modo de transporte bicicleta são mais afetadas pela configuração, conectividade e densidade de ruas do que por outros fatores relacionados ao ambiente construído (como densidade, uso misto do solo e da acessibilidade do destino). Este estudo foi realizado com dados coletados na cidade de Bogotá, Colômbia, que hoje possui uma extensa rede de ciclovias e é conhecida por seu sistema de transporte urbano sustentável.

Pode-se afirmar, então, com base nos estudos relacionados, que as características geométricas relativas à forma urbana e a rede viária exercem influência no comportamento dos deslocamentos, como será discutido a seguir.

2.2 Relação entre a forma urbana e o comportamento dos deslocamentos

Na área de planejamento urbano e de transportes, muitos pesquisadores buscam definir a forma urbana ideal ou a forma urbana sustentável, bem como as vantagens e desvantagens de cidades espalhadas ou compactas. São discutidas, também, características da forma urbana como a configuração do perímetro

(“serrilhado” ou suave), a relação entre a área e a extensão do perímetro que a envolve e o consumo de energia nos deslocamentos urbanos.

Segundo Vale (2010), o conceito de forma urbana sustentável apresenta difícil definição e operacionalização, uma vez que cada território apresenta as suas particularidades, comprometendo, assim, a existência de uma única forma urbana sustentável. Neste sentido, a avaliação da sustentabilidade de uma forma urbana é normalmente realizada através de indicadores associados à mesma, como padrões de mobilidade e consumos energéticos desejáveis. Portanto, a forma urbana sustentável deverá ser baseada em características multimodais, com áreas compactas e possuir origens e destinos próximos.

Rodrigues da Silva et al. (2007) afirmam que a dispersão das atividades na área urbana é diretamente associada com o nível de fornecimento de transportes e com a quantidade do uso de modos motorizados. Como consequência, o montante de energia empregada para deslocamentos urbanos podem ser alto ou baixo, dependendo de dois aspectos: como ocorreu o desenvolvimento físico da cidade e do modo de transporte predominante na área. Em geral, ao comparar o consumo energético e a forma urbana, é destacado que a dispersão da área urbana aumenta o consumo energético nos transportes, o que torna estas áreas menos sustentáveis (COSTA, 2001; COSTA, 2003; RODRIGUES DA SILVA et al., 2007).

Visando analisar características da forma de algumas cidades médias brasileiras e estrangeiras, Lima et al. (2003) buscaram identificar o padrão urbano do qual mais se aproximavam: se o das cidades americanas, que são espalhadas e fortemente dependentes do automóvel, ou se aquele das cidades europeias, que são caracterizadas, na maioria das vezes, como mais compactas e melhor adaptadas aos sistemas de transporte público. No caso de algumas cidades com forma urbana espalhada, os autores apontam como causa a influência de fatores físicos no seu processo de expansão, como presença de lagos e estrada de ferro.

Apesar dos diversos estudos presentes na literatura sobre a influência das características do ambiente no comportamento das viagens, esse campo de pesquisa ainda não é conclusivo. A fim de investigar o efeito relativo da influência de diferentes fatores sobre os deslocamentos intrazonais, foram consultados alguns trabalhos que apresentavam, em seu conteúdo, assuntos relacionados à forma urbana e comportamento de viagens (AMANCIO, 2005; ANGEL et al., 2010; COSTA, 2001;

COSTA, 2003; DAGANZO, 1984; KHAN e KOCKELMAN, 2012; 2007; SANCHES e FERREIRA, 2005).

Para Angel et al. (2010), a busca por uma única métrica capaz de caracterizar amplamente a compacidade das formas geográficas é falha. Os autores afirmam que o importante é dimensionar as propriedades de compacidade individualmente, de acordo com o que realmente interessa. Neste contexto, baseado na informação de que o círculo é a forma geométrica mais compacta, os autores elaboraram índices qualitativos para avaliação da compacidade das formas geográficas. Dez propriedades da compacidade são apontadas: índice de coesão, índice de proximidade, índice de intercâmbio, índice de perímetro, índice de plenitude, índice de profundidade, índice de dispersão, índice de alcance, índice de contorno e índice de desvio.

Sanches e Ferreira (2005) utilizaram, para a análise da forma urbana em diversas cidades brasileiras de porte médio, três métricas espaciais: complexidade do perímetro, forma da mancha urbana e densidade populacional. A complexidade do perímetro, definida pela dimensão fractal, descreve a complexidade do perímetro de uma mancha urbana através da relação entre o perímetro e a área. A forma da mancha urbana se refere à compacidade da área, e correlaciona o raio do menor círculo circundante ao polígono, a área e o perímetro da mancha. Já para a densidade urbana bruta é estabelecida a relação entre a população urbana estimada e a área da mancha urbana.

Visando estabelecer um índice capaz de representar a proporção de vazios em relação ao círculo envolvente, Costa (2001) e Costa (2003) adotaram a relação entre a área da cidade e a área do menor círculo capaz de envolver a área urbana. Outra variável empregada pelos autores para caracterizar os aglomerados urbanos foi o Fator Forma (FF), representado pela Equação (1). Esta variável, ao correlacionar o perímetro e a área da fração, fornece um valor numérico capaz de caracterizar a forma geométrica quanto à sua compacidade. A partir da informação de que o círculo é a forma geométrica mais compacta, é possível, ainda, caracterizar qualquer forma em relação à forma de um círculo. Isto é possível ao dividir o FF das manchas urbanas pelo valor do FF de um círculo (3,545). Este novo fator, denominado Fator Forma Circular (FF_u), é representado na Equação (2).

$$FF = \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (1)$$

$$FF_u = \frac{P}{\sqrt{A}} * \frac{1}{3,545} \quad (2)$$

Onde:

FF é o Fator Forma, FF_u é o Fator Forma Circular, P o perímetro da mancha urbana e A a área da mancha urbana.

2.3 Os deslocamentos intrazonais no planejamento de transportes

Cremer e Keller (1987) destacam como duas informações fundamentais para o processo de planejamento dos transportes e para o gerenciamento e controle de tráfego: a magnitude dos fluxos de viagens e a distribuição destes na rede em termos de origem e destino.

A magnitude dos fluxos pode ser obtida através de contagens de tráfego em seções de vias. Já a distribuição dos fluxos na rede em função das origens e destinos de viagem, comumente expressos de forma matricial, denominada matriz de viagens ou matriz OD, pode ser obtida direta ou indiretamente (BERTONCINI, 2010; ORTÚZAR e WILLUMSEN, 2011). Como métodos diretos, podem ser destacados: contagem de tráfego, entrevistas individuais, fotografias aéreas, monitoramento de imagens e através do controle das placas dos veículos que entram e saem de determinada área. No caso dos métodos indiretos, a matriz de viagens pode ser estimada através dos totais de viagens geradas em função das atividades dos indivíduos de uma região ou através de pesquisas domiciliares de origem-destino (OD).

Métodos convencionais para coleta de informações de origem-destino, como entrevistas domiciliares, demandam tempo e recursos humanos e financeiros, o que dificulta sua realização. No caso dos países em desenvolvimento, onde há uma rápida e constante mudança nas características das regiões (como uso do solo e densidade populacional, por exemplo), as desvantagens destes métodos são ainda maiores.

Neste contexto, é evidente a necessidade de ferramentas auxiliares de fácil aplicação no processo de planejamento urbano e dos transportes.

Na etapa de elaboração de matrizes OD, principalmente na previsão de demanda, muitos autores desconsideram os deslocamentos intrazonais. Isto ocorre, principalmente, por possuírem dados de difícil acesso ou inexistentes. Os poucos métodos existentes para a estimativa destas viagens são antigos ou envolvem estudos empíricos que em geral não se referem à realidade das cidades brasileiras. Porém, estas viagens não devem ser ignoradas, principalmente devido ao seu impacto regional como congestionamentos e poluição ambiental.

Segundo Liu e Zhu (2003), a impedância de viagem representa a separação espacial entre a origem e o destino, comumente dimensionada em termos de distância de viagem, tempo ou custo. A impedância reflete, também, a percepção do usuário quanto ao sistema de transporte, representando quantitativamente a sua resistência. Neste contexto, alguns autores utilizam valores de impedância com o objetivo de diminuir a deficiência causada pela ausência das viagens intrazonais nas considerações realizadas (ORTÚZAR e WILLUMSEN, 2011; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE, 1965a). Estas abordagens consistem basicamente em atribuir valores de impedância aos centroides das zonas. J.H.K. and Associates (1992) sugerem o método do vizinho mais próximo para a estimativa da impedância intrazonal. Neste caso, considera-se o valor da impedância intrazonal de uma área como sendo a metade da impedância de viagem para a zona vizinha mais próxima. Os autores destacam, ainda, que as viagens intrazonais podem ser determinadas através do modelo gravitacional ou por métodos que assumem taxas de proporção para as viagens intrazonais a partir do total de viagens realizadas.

No entanto, por conveniência, Ortúzar e Willumsen (2011) sugerem que é preferível remover as viagens intrazonais do processo de modelagem e prever somente aquelas que utilizam abordagens simples. Por outro lado, ao estudar o impactos dos deslocamentos intrazonais na elaboração de modelos de escolha modal, Bhatta e Larsen (2011) afirmam que estes não devem ser ignorados.

2.4 Caracterização dos deslocamentos intrazonais através de modelos

Embora os modelos para estimativa sejam importantes para a análise e planejamento urbano, várias dificuldades podem ser encontradas para sua elaboração, devido à necessidade de informações complexas ou de difícil acesso. Para isto, com o objetivo de melhor compreender as teorias do comportamento humano e representá-las nos processos de modelagem, são abordados temas como sociologia, estatística, ciências políticas e estudos urbanos.

Segundo Ortúzar e Willumsen (2011), um modelo é a representação simplificada de uma parte do mundo real, ou sistema de interesse, que se concentra em certos elementos considerados importantes de um ponto de vista particular. No caso de modelos que buscam retratar o espaço urbano, são denominados modelos urbanos. Em teoria, modelos urbanos são desenvolvidos de acordo com um processo formal que pode acompanhar as seguintes etapas: formulação de hipóteses; observação e coleta de dados; programação; calibração e estimativa de parâmetros; e, por fim, testes de verificação e avaliação. Neste contexto, Batty (1976) destaca dois principais problemas a serem resolvidos no processo de elaboração de modelos urbanos. Primeiramente, há o problema da definição de estatísticas que melhor definem a qualidade do ajuste do modelo à realidade. Posteriormente, há o problema do desenvolvimento de métodos eficientes para encontrar valores significativos para os parâmetros do modelo. Estes parâmetros são geralmente escolhidos para encontrar o ajuste ideal do modelo em termos das estatísticas definidas no primeiro problema.

A associação de informações dos deslocamentos em áreas urbanas em relação a fatores que os caracterizam, pode resultar em modelos capazes de representar seu comportamento e tendências. Neste contexto, os modelos são de grande importância na atividade de planejamento urbano e dos transportes.

Duas considerações importantes com relação à modelagem de escolha modal para viagens intrazonais são apresentadas por Bhatta e Larsen (2011). A primeira consiste no fato de que geralmente este tipo de deslocamento possui menor extensão e tempo de duração, o que faz com que sejam realizados principalmente por modos de transporte não-motorizados (a pé e bicicleta). Utilizando dados provenientes de dois levantamentos de viagens realizados na Noruega, os autores mostram que aproximadamente 50% dos deslocamentos intrazonais são realizados por modos não-

motorizados, sendo o modo a pé mais utilizado, com 40% do total de viagens. Em seguida, também com aproximadamente 40%, estão as viagens realizadas por automóvel, seja como motorista ou passageiro. As demais viagens intrazonais, que constituem os 10% restantes, são realizadas por outros modos de transportes (transporte público, motocicletas e ônibus fretado).

A segunda consideração importante com relação à modelagem é que as viagens intrazonais nem sempre são consideradas em estimação de modelos de escolha modal, uma vez que não podem ser calculadas como ligações entre centroides de zonas. Porém, estas não podem ser ignoradas, por apresentarem impacto no resultado final dos modelos. Quando estas viagens não são consideradas em modelos de estimativa tem-se, inicialmente, uma amostra de viagens reduzida, o que pode não representar fielmente a população em estudo. Como resultado, as estimativas dos parâmetros podem ficar tendenciosas estatisticamente, principalmente quando a população não está concentrada ao redor do centroide da zona. Os autores destacam, ainda, que no caso destes tipos de deslocamentos, os viajantes não estão preocupados com o fato de estarem mudando de zona, mas sim com o tempo, distância, custo e conforto da viagem.

A literatura ainda não apresenta um modelo definitivo para estimativa da distância média em deslocamentos intrazonais. Geralmente, seu desenvolvimento ocorre com base empírica, a partir de resultados obtidos com a aplicação de um conjunto de problemas de algoritmos heurísticos. Em outras palavras, estes modelos não apresentam limite formal de qualidade, utilizando informação e intuição na solução. Isto resulta algumas vezes inclusive em aproximações grosseiras direcionadas mais para questões analíticas do que práticas. Além disto, estes modelos não abordam diretamente as possíveis interferências geradas pela geometria das regiões, pela distribuição da população e pela presença de obstáculos, como barreiras físicas.

Visando desenvolver um procedimento para estimar a distância média de deslocamentos intrazonais, foram levantados na literatura alguns modelos e métodos existentes.

O método de análise de deslocamentos ainda hoje mais utilizado no planejamento dos transportes é o modelo de quatro etapas. Na primeira etapa, denominada Geração de Viagens, são estimadas as quantidades de viagens produzidas e atraídas em cada área de análise. A segunda etapa, denominada

Distribuição de Viagens, consiste em distribuir as viagens oriundas da etapa anterior entre os vários destinos. Na terceira etapa, denominada Escolha Modal, são definidos os modos de transporte pelo qual as viagens são realizadas. Por fim, a quarta etapa, denominada Alocação de Viagens, representa a etapa de escolha do caminho utilizado entre cada par origem-destino em rede representativa do sistema de transporte existente. Uma vez alocadas, as viagens podem ser analisadas e caracterizadas. Como o método de quatro etapas possui foco regional, reduzindo os pontos de origem e destino aos centroides de zonas, este método pode apresentar consideráveis desvios para o caso da estimativa de viagens intrazonais.

Um dos métodos pioneiros na análise das viagens intrazonais foi desenvolvido por U.S. Department of Commerce (1965a), no qual as viagens intrazonais realizadas em uma zona são estimadas como a metade da distância média entre o centroide da zona em análise e os centroides das zonas vizinhas. Em uma abordagem similar, Venigalla et al. (1999) sugerem que a distância média intrazonal seja estimada como a metade da distância do centroide da zona em análise com o centroide da zona mais próxima. Já Cervero (2006) assume a duração média de todas as viagens intrazonais como sendo um valor entre a metade e dois terços do tempo de viagem para a zona vizinha mais próxima.

O modelo desenvolvido por Smeed (1967) assume inicialmente que os pontos de origem são igualmente distribuídos ao longo das principais ligações que conectam a fronteira da área à sua parte central. Assume ainda que seus destinos são uniformemente distribuídos ao longo das laterais das ruas da área central ou uniformemente distribuídos dentro da área. O cálculo que possibilita a estimativa da distância média de deslocamentos nas ruas da região central da cidade estudada assume que as viagens são feitas através do menor caminho possível. Este método foi aplicado para sistemas viários imaginários e reais (neste caso, na Inglaterra). A aproximação obtida ao estudar os efeitos do sistema viário e da roteirização na distância média de viagens em regiões onde a malha viária é retangular é representada pela Equação (3).

$$\bar{D} = 0,81 * A^{1/2} \quad (3)$$

Onde:

$\bar{D}$ é a distância média de viagem, assumindo-se viagens com pontos de origem na periferia e pontos de destino aleatoriamente distribuídos na área de estudo, e A a área que representa a região estudada.

Batty (1976) sugere alguns modelos para este tipo de cálculo, sendo seu modelo mais simples baseado na suposição de que a zona de tráfego é aproximadamente circular e a população é espalhada uniformemente a uma densidade constante. Outros modelos são apresentados em seu trabalho, porém requerem dados mais complexos, como, por exemplo, a densidade de dispersão da população dentro da área a ser estudada. A aproximação mais simples então obtida pelo autor é representada pela Equação (4).

$$\bar{D} = \frac{r}{\sqrt{2}} \quad (4)$$

Onde:

$\bar{D}$ é a distância média de viagem e r_i o raio da zona em termos de distância de viagem.

Sabendo-se que o raio de um círculo (r) pode ser representado em função de sua área (A), como ilustrado na Equação (5), a Equação (4) pode ser reescrita em função da área da fração (Equação 6).

$$r_i = \sqrt{\frac{A}{\pi}} \quad (5)$$

$$\bar{D} = \sqrt{\frac{A}{2 * \pi}} \quad (6)$$

Outro modelo que parte do pressuposto em que a área é circular foi sugerido por Fotheringham (1988). Neste modelo, a distância média de viagens pode ser estimada pela Equação (7).

$$\overline{D} = 0,846 * (1,693)^{z/r} * r \quad (7)$$

Onde:

$\overline{D}$ é a distância média de viagem, z a distância entre os centroides das zonas estudadas e r o raio da zona em termos de distância de viagem. No caso das viagens intrazonais, os centroides de origem e destino coincidem, o que resulta em um valor nulo para z . Além disso, a Equação (7) também pode ser reescrita em função da área, utilizando-se como referência a Equação . Assim, o ajuste proposto por Fotheringham (1988) para as viagens intrazonais pode ser escrito como ilustrado na Equação (8).

$$\overline{D} = 0,846 * \sqrt{A/\pi} \quad (8)$$

Onde:

$\overline{D}$ é a distância média de viagem e A a área que representa a região estudada.

Kordi et al. (2012) propõem duas metodologias: estimativa de distâncias intrazonais espalhadas de forma homogênea e modelo de dispersão com base na densidade “ativa”. Nestas duas metodologias as distâncias entre os pares origem-destino são estimadas com auxílio de uma grade de referência (distância Euclidiana).

De forma geral, na literatura de planejamento de transportes, os poucos métodos existentes que permitem estimar as distâncias intrazonais são antigos ou envolvem estudos empíricos que, em geral, não se referem à realidade das cidades brasileiras. Assim, o que se propõe neste estudo é estabelecer um método capaz de estimar as distâncias médias de viagens intrazonais aplicável a diferentes modos de transportes.

3 MÉTODO

Com o objetivo de elaborar procedimentos para estimativa da distância média de deslocamentos intrazonais em áreas urbanas, este estudo aborda fatores que podem influenciar estes deslocamentos. A análise da influência destes fatores envolve os seguintes procedimentos: *i)* identificação das variáveis a serem consideradas e coleta de dados para o seu cálculo; *ii)* criação de cenários e cálculo dos valores dos fatores; *iii)* definição de estratégias de análise e modelagem dos dados; e *iv)* validação dos modelos propostos.

3.1 Dados necessários

Os fatores que influenciam nas distâncias de deslocamento podem envolver dados relacionados às características da infraestrutura viária e à forma e ocupação urbana, como forma geométrica da cidade, usos do solo e desenho viário. Com base na literatura foram selecionados, para o desenvolvimento desta investigação, os seguintes fatores:

- Área da fração;
- Fator Forma (FF) e Fator Forma Circular (FF_u), tal como proposto por Costa (2001) e Costa (2003);
- Relação entre a área da fração e a área do menor círculo que a envolve (A_{fra}/A_{circ});
- Relação entre a área da fração e a área do menor retângulo que a envolve (A_{fra}/A_{ret});
- Relação entre largura (maior dimensão na direção Leste-Oeste) e altura (maior dimensão na direção Norte-Sul) para cada área estudada (L/A);
- Densidade de intersecções viárias (número de nós da rede viária por km²);
e
- Densidade viária (extensão linear da rede viária por km²).

Os dados necessários para a mensuração destes elementos estão listados na Tabela 3-1. É natural que estes dados apresentem-se sob diversas formas, como tabelas, imagens ou outros arquivos gerados por programas específicos. Desse modo,

é necessária uma etapa inicial para sejam ajustados às demais ferramentas a serem utilizadas no estudo.

Tabela 3-1 - Dados necessários para o desenvolvimento de um estudo que permita avaliar a influência de fatores selecionados nas distâncias de viagens intrazonais.

Dados	Sigla	Unidade	Definição
Área da fração	Area_Fra	km ²	Área total da fração de terra referente à zona de tráfego
Perímetro da fração	Perím_Fra	km	Medida do contorno, ou fronteira, da fração referente à zona de tráfego, obtida através do SIG
Diâmetro do menor círculo envolvente	Diâmetro	km	Diâmetro do menor círculo que circunscreve a fração em análise
Área do menor círculo envolvente	Area_circ	km ²	Área do menor círculo que circunscreve a fração em análise dado pela equação $A = \pi \cdot D^2 / 4$
Largura da fração	L(O-L)	km	Maior dimensão na direção Leste-Oeste (L-O)
Altura da fração	A(N-S)	km	Maior dimensão na direção Norte-Sul (N-S)
Área do menor retângulo envolvente	Area_ret	km ²	Área do menor retângulo que envolve a fração em análise obtida pela multiplicação entre a largura e a altura da porção, como definido acima
Número de viagens	Viagens	Número	Quantidade de viagens realizadas na porção de área em estudo
Distância percorrida em cada viagem	Distância percorrida	km	Quilometragem percorrida em cada deslocamento
Interseções viárias	Nós	Número	Número de <i>endpoints</i> (interseções ou pontos finais dos segmentos) na malha viária da área de estudo
Extensão viária	Extensão	km	Extensão linear viária presente na fração em análise

A coleta dos dados listados na Tabela 3-1 consiste na identificação e registro das informações a partir da análise de cenários, como será descrito a seguir. As bases de dados utilizadas, georreferenciadas com auxílio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), devem conter os seguintes elementos:

- Rede viária da cidade estudada;
- Informações exatas das origens e dos destinos de viagens (coletadas, por exemplo, através de pesquisa Origem-Destino domiciliar) na cidade analisada; e

- Divisão da cidade estudada em zonas homogêneas (tal como as Zonas de Tráfego, por exemplo).

3.2 Cenários de avaliação

Esta etapa prevê a criação de cenários que buscam simular diferentes dimensões das zonas de análise encontradas em espaços urbanos. Os cenários são constituídos por frações de área que servirão de base para coleta dos dados necessários para as próximas etapas. Assim, quanto maior o número de cenários elaborados, melhor tende a ser o ajuste do modelo.

Para o desenvolvimento deste estudo, foram escolhidos dois diferentes procedimentos para a obtenção dos cenários: manual e auxiliado por *software*. O procedimento manual tem início com a formação de uma grande área que ocupa todas as zonas da cidade estudada. As etapas seguintes consistem em fracionar progressivamente esta grande área até que, no final do processo de subdivisões, as frações correspondam exatamente às zonas consideradas como referência (Zonas de Tráfego, por exemplo). Este processo de divisão pode ser orientado com base na evolução urbana e na presença de barreiras físicas. Já o procedimento auxiliado por *software* utiliza-se da ferramenta *Regional Partitioning*, presente no Sistema de Informações Geográficas *Transcad 5.0*. Esta ferramenta é capaz de criar áreas contíguas, compactas e balanceadas a partir do agrupamento de áreas menores, o que contrasta com o primeiro método utilizado. Área contígua significa que as zonas que a compõem são adjacentes, ou seja, fazem fronteira. Áreas compactas geograficamente tendem a possuir aproximadamente a mesma distância em todas as direções. Por fim, o balanceamento pode ser feito a partir de informações particulares das frações estudadas (área e população, por exemplo) ou informações resultantes do processo (quantidade de áreas menores que constituem a fração, por exemplo).

No processo de análise dos cenários, cada nova fração de área obtida é considerada no cálculo dos fatores que podem apresentar relação com a distância média de viagem (conforme a Tabela 3-1). Para cada cenário estudado é feita ainda uma estimativa da distância média percorrida, através da Equação (9). Sua comparação com os fatores anteriormente calculados permite investigar a existência

de padrões ou tendências que relacionem os valores obtidos às distâncias médias percorridas nas frações consideradas.

$$\overline{D}_{obs} = \frac{\sum D}{n} \quad (9)$$

Onde:

$\overline{D}_{obs}$ é a distância média percorrida em cada fração, D a distância percorrida em cada viagem realizada na fração considerada e n o número de viagens contabilizadas na somatória.

3.3 Estratégias de análise e modelagem dos dados

Uma primeira estratégia de análise pode envolver simplesmente uma avaliação visual dos fatores investigados quando confrontados, um a um, com as distâncias médias, através de gráficos de dispersão. Desta forma, é possível, em alguns casos, observar tendências na distribuição dos pontos nos gráficos. A sua representação através de linhas de tendências busca retratar o ajuste que melhor descreve o comportamento de todos os pares de pontos, por exemplo, através de funções matemáticas (linear, exponencial, logarítmica, polinomial, potência, etc.). Em síntese, a análise pode se dar em pelo menos dois níveis: a partir da avaliação de tendências (visual ou numérica, através do coeficiente de correlação R, por exemplo) ou a partir do ajuste de modelos capazes de auxiliar na estimativa do valor da distância média percorrida em viagens intrazonais. Neste último caso, a qualidade do ajuste do modelo pode ser avaliada através do coeficiente de determinação (R^2).

Estas estratégias de análise aplicadas aos dados levantados na etapa anterior permitem verificar o comportamento das viagens intrazonais em duas escalas distintas. Inicialmente, podem ser verificadas em uma escala agregada (ou global, como passará a ser chamada), onde as informações de todos os modos de transportes estudados são consideradas. Por fim, em uma escala estratificada por modo de transporte estudado, onde as informações são categorizadas de acordo com o veículo utilizado na viagem (automóvel, bicicleta e a pé) para posterior análise. Com esta abordagem, o modelo global pode ser suficiente para estudos que não possuem dados por modo. Por outro lado, outra abordagem do primeiro caso pode ainda

apontar modelos adicionais que permitam estimar as viagens por um modo de transporte específico a partir, por exemplo, de ajustes adicionais dos valores globais.

3.4 Validação de modelos

A comparação dos resultados estimados pelos modelos com as distâncias de viagens calculadas diretamente a partir das informações observadas através de pesquisa Origem-Destino (D_{obs}) possibilita avaliar os eventuais desvios das estimativas na fase de calibração dos modelos. Quanto menores estes desvios, melhor será o modelo para fins de planejamento de transportes. Para a análise dos resíduos são utilizadas duas medidas de dispersão em conjuntos de dados: desvio padrão e média absoluta. O desvio padrão é definido pelo grau de dispersão dos valores individuais em relação ao valor médio. Já a média absoluta representa uma medida da tendência central, obtida através da média aritmética dos valores absolutos dos resíduos.

Os modelos calibrados devem passar por um processo de validação, através da sua aplicação a conjuntos de dados diferentes daqueles usados na calibração. Os erros de estimativa podem também ser comparados com os erros de outros modelos, já existentes, que tenham sido elaborados com base em abordagem similar. Este procedimento foi realizado com os seguintes modelos encontrados na literatura: Smeed (1967), Batty (1976), Fotheringham (1988), U.S. Department of Commerce (1965a) e Venigalla et al. (1999).

Assim, os dados e ferramentas disponíveis para a elaboração deste estudo deram origem à metodologia descrita na Tabela 3-2. Essa sequência de procedimentos é apresentada através do fluxograma da Figura 3-1.

Tabela 3-2 - Descrição das etapas que constituem o método utilizado.

1	Levantamento dos fatores geométricos que podem, de algum modo, exercer influências nas distâncias de deslocamentos;
2	Caracterização e levantamento das bases de dados necessárias para o cálculo dos fatores;
3	Preparação dos dados para que possam ser corretamente interpretados pelo SIG;
4	Determinação das áreas e do método a serem consideradas no processo de criação de cenários;
5	Coleta de informações geométricas referentes às frações de áreas resultantes do processo de criação de cenários, bem como levantamento dos deslocamentos realizados em seu interior, caracterizados de acordo com o modo de transporte utilizado em sua realização;
6	Cálculo da distância média observada para cada fração de área analisada;
7	Avaliação visual dos fatores investigados quando confrontados, um a um, com as distâncias médias observadas, através de gráficos de dispersão, com o objetivo de observar tendências na distribuição dos pontos;
8	Caracterização, através de linhas de tendências, do ajuste que melhor descreve o comportamento de todos os pares de pontos através de funções matemáticas (linear, exponencial, logarítmica e potência);
9	Elaboração de um modelo global, suficiente para estudos que não abordam um modo específico, e dos modelos em escala estratificada por modo de transporte utilizado na viagem.
10	Ajuste de modelos adicionais que permitam estimar as viagens por um modo de transporte específico a partir dos valores globais.
11	Avaliação dos eventuais desvios das estimativas na fase de calibração através da comparação dos resultados estimados pelos modelos com as distâncias de viagens calculadas diretamente a partir das informações observadas;
12	Validação dos modelos calibrados através da sua aplicação a conjuntos de dados diferentes daqueles usados na calibração;
13	Comparação dos modelos calibrados com alguns modelos encontrados na literatura.

Figura 3-1 - Fluxograma geral de procedimentos propostos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A investigação aqui apresentada se baseou no caso da cidade de São Carlos, localizada no estado de São Paulo. Por este motivo, esta seção tem início com uma breve apresentação da mesma. Em seguida, é apresentada uma síntese do processo empregado na criação de cenários nesta cidade para os fins deste estudo. Os cenários constituem a base para a geração dos dados necessários para as análises propostas, cujos resultados são discutidos na sequência. Por fim, é apresentada uma aplicação do modelo em uma cidade fictícia.

4.1 Características gerais da cidade estudada

Localizada no interior do estado de São Paulo, a cidade de São Carlos possui aproximadamente 222 mil habitantes (IBGE, 2010) e é conhecida como importante polo científico e tecnológico do Brasil por abrigar centros de ensino e pesquisa, além de inúmeras empresas de alta tecnologia. Devido à falta de planejamento e incentivos durante seu rápido crescimento, a cidade apresenta hoje uma grande pressão por infraestrutura, principalmente no que diz respeito aos transportes e aos modos não motorizados. No final de 2007 e início de 2008, foi realizada Pesquisa Origem e Destino com o objetivo de avaliar as condições de mobilidade na cidade. Esta pesquisa foi uma iniciativa do Departamento de Engenharia de Transportes da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, com apoio do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos e da Prefeitura Municipal de São Carlos (conforme Rodrigues da Silva, 2008). Apesar de a pesquisa ter sido realizada em quase quatro mil domicílios, foram utilizadas neste estudo apenas as viagens inseridas na área de análise: 340 viagens realizadas por bicicleta, 3356 a pé e 2631 por automóveis. Para estas viagens, foram caracterizadas, em um Sistema de Informações Geográficas, as origens, os destinos e as rotas percorridas entre origens e destinos.

São Carlos apresenta malha viária predominantemente retangular na área urbana, que foi subdividida em 41 zonas de tráfego, como ilustrado na Figura 4-1. Além disso, a cidade está inserida em uma região com topografia acidentada, com alguns trechos de vias íngremes, o que influencia o comportamento dos

deslocamentos e na tomada de decisões, principalmente quando realizadas por modos não-motorizados (a pé e bicicleta).

Figura 4-1 - Sistema viário da cidade de São Carlos - SP e divisão em zonas de tráfego empregada pela prefeitura municipal na última década, que corresponde à menor fração de área no processo de divisão da etapa de criação de cenários.

4.2 Criação de cenários

A divisão em zonas que serviu de base para esta etapa foi um conjunto de Zonas de Tráfego já empregado pela Prefeitura Municipal de São Carlos há pelo menos uma década (Figura 4-1). O processo de criação de cenários ocorreu das duas formas descritas na metodologia: manual e auxiliada por *software*. No processo manual, todas as zonas de tráfego da cidade foram agrupadas em uma única área abrangendo todos os deslocamentos realizados, formando, assim, o primeiro cenário para estudo. A partir de então, foram feitas divisões progressivas até serem obtidas as quarenta e uma zonas de tráfego existentes (já mostradas na Figura 4-1). O processo de divisão foi orientado pela evolução cronológica da rede viária e da implantação de loteamentos e pela presença de barreiras físicas. Este procedimento resultou na criação de 41 cenários para análise (Figura 4-2). No processo auxiliado por *software*, o balanceamento utilizado para o agrupamento das zonas de tráfego foi

feito através das informações particulares de área (Figura 4-3) e população (Figura 4-4) presentes em cada fração estudada, como também do número de zonas que constitui a fração (Figura 4-5). Com este procedimento foram obtidos 122 novos cenários para análise. A análise do conjunto dos 163 cenários obtidos nesta etapa forneceu 471 frações de áreas com diferentes informações e comportamento de deslocamentos.

Figura 4-2 - Processo de criação de cenários por divisão progressiva (método manual): Cenário 1 constituído por uma única fração de área; Cenário 2 constituído por duas novas frações de área e; cenário 3 constituído por três frações de área, sendo duas novas e uma semelhante a do Cenário 2.

As 471 frações obtidas na análise dos cenários foram organizadas, para cada modo de transporte estudado, em dois grupos, de acordo com a presença de viagens intrazonais (Tabela 4-1). O primeiro grupo, denominado ZSV (ou Zonas Sem Viagens), é composto pelas frações que possuem apenas uma ou nenhuma viagem intrazonal, segundo os dados da pesquisa Origem-Destino. Já o segundo grupo, denominado ZCV (ou Zonas Com Viagens), acolhe as frações restantes que possuíam duas ou mais viagens intrazonais. Para a etapa de análise dos dados e modelagem foram selecionados aleatoriamente 70% dos dados presentes no Grupo ZCV. Os 30% restantes foram selecionados para a etapa de validação dos modelos. Neste contexto, o Grupo ZCV foi subdividido em dois novos grupos de acordo com a quantidade dos dados: ZCV_{70%} e ZCV_{30%}. A exclusão de zonas com uma ou nenhuma viagem para aplicação do modelo se justifica porque o foco é a análise das zonas com viagens. Neste caso, o objetivo não é investigar as razões que influenciam a escolha modal.

Figura 4-3 - Processo de criação de cenários por agrupamento progressivo das zonas de tráfego, com balanceamento da informação referente à área (método auxiliado por *software*), a partir de duas, três ou quatro frações de área.

Figura 4-4 - Processo de criação de cenários por agrupamento progressivo das zonas de tráfego, equilibrando-se a população em cada fração resultante (método auxiliado por *software*), a partir de duas, três ou quatro frações de área.

Figura 4-5 - Processo de criação de cenários por agrupamento progressivo das zonas de tráfego, com balanceamento da quantidade de zonas presentes em cada fração (método auxiliado por *software*), a partir de onze (Cenários 1 e 2) e doze frações de áreas (Cenário 3).

Tabela 4-1 - Distribuição das 471 frações de áreas em grupos.

Grupo	Meios de Transportes		
	A Pé	Bicicleta	Automóvel
ZSV	15	72	35
ZCV	ZCV _{70%}	279	305
	ZCV _{30%}	120	131

4.3 Análise dos dados e modelagem

A análise dos dados, em duas etapas, se restringiu ao Grupo ZCV_{70%}. No primeiro caso, os dados presentes neste grupo foram considerados em um único conjunto para análise e posterior ajustes de modelos contínuos. Já no segundo processo, foi elaborado um critério de filtragem dos dados, seguido de análise e obtenção de modelos descontínuos.

Em uma primeira etapa, verificou-se a existência de correlação entre a DISTÂNCIA MÉDIA de viagem e os demais fatores levantados para estudo, destacando-se a ÁREA DA FRAÇÃO e o PERÍMETRO (Tabela 4-2). As demais variáveis estudadas (FATOR FORMA, FATOR FORMA CIRCULAR, RELAÇÃO ENTRE A ÁREA DA FRAÇÃO E A ÁREA DO MENOR CÍRCULO ENVOLVENTE, RELAÇÃO ENTRE A ÁREA DA FRAÇÃO E A ÁREA DO MENOR RETÂNGULO ENVOLVENTE, RELAÇÃO ENTRE A LARGURA E A ALTURA, DENSIDADE DE CONEXÕES, DENSIDADE VIÁRIA) não apresentaram correlação com a variável DISTÂNCIA MÉDIA. Os ajustes obtidos para a variável PERÍMETRO não foram aqui discutidos, no entanto, uma vez que o foco deste estudo será para a variável ÁREA DA FRAÇÃO, tanto por ter apresentado melhor coeficiente de correlação quanto por possuir dados de fácil acesso.

Tabela 4-2 – Verificação do valor de correlação entre os fatores estudados.

Fatores	Distância média de viagens			
	Geral	A pé	Bicicleta	Automóvel
Área	0,524	0,622	0,746	0,652
Perímetro	0,535	0,602	0,735	0,697
Fator Forma	0,486	0,516	0,643	0,653
Fator Forma Circular	0,486	0,516	0,643	0,653
Relação entre a área da fração e a área do menor círculo envolvente	-0,142	-0,157	-0,155	-0,237
Relação entre a área da fração e a área do menor retângulo envolvente	-0,186	-0,182	-0,226	-0,270
Relação entre a largura e a altura	0,079	0,130	0,149	0,033
Densidade de conexões	0,073	0,047	-0,105	0,240
Densidade viária	0,106	0,090	-0,086	0,286

4.3.1 Modelos contínuos

A primeira associação efetuada para análise buscou padrões de tendência entre a DISTÂNCIA MÉDIA de viagens e a ÁREA DA FRAÇÃO. Com auxílio de uma planilha eletrônica, as informações obtidas para cada modo de transporte estudado foram projetadas em gráficos de dispersão. Posteriormente, foram ajustados aos pontos um modelo linear, um modelo potência e um modelo logarítmico, de acordo com o caso estudado.

O primeiro caso consistiu na elaboração de um modelo global, a partir de todas as informações obtidas. Este modelo pode ser suficiente para estudos que não possuem informações referentes ao modo de transporte utilizado nos deslocamentos que constituem a base de dados. Por fim, em uma escala estratificada, foram ajustados os modelos específicos para cada modo de transporte estudado (a pé, bicicleta e automóvel). Após análise, foram selecionados os modelos com melhor ajuste. Para o caso global (Figura 4-6), o modelo que apresentou melhor R^2 foi a função potência. O mesmo foi observado para o caso das viagens realizadas a pé. Já para o caso das viagens realizadas por bicicleta e automóvel, o modelo logarítmico teve melhor ajuste (Figura 4-7).

As projeções de tendência dos demais fatores levantados para estudo e que não foram detalhados neste trabalho podem ser encontrados no Apêndice A. Para cada fator é ilustrado, ainda, o modelo com melhor ajuste.

Figura 4-6 - Ajuste em escala global para estimativa da distância média de viagens intrazonais (todos os modos envolvidos).

A Pé

Regressão: Linear

$$D = 0,0174 \cdot A + 0,7835$$

$$R^2 = 0,3871$$

Regressão: Potência

$$D = 0,6334 \cdot A^{0,1947}$$

$$R^2 = 0,4736$$

Regressão: Logarítmica

$$D = 0,1674 \cdot \ln(A) + 0,6264$$

$$R^2 = 0,4516$$

Bicicleta

Regressão: Linear

$$D = 0,0641 \cdot A + 1,0857$$

$$R^2 = 0,5569$$

Regressão: Potência

$$D = 0,5219 \cdot A^{0,5305}$$

$$R^2 = 0,4849$$

Regressão: Logarítmica

$$D = 0,6699 \cdot \ln(A) + 0,3628$$

$$R^2 = 0,6217$$

Automóvel

Regressão: Linear

$$D = 0,0605 \cdot A + 1,1179$$

$$R^2 = 0,4250$$

Regressão: Potência

$$D = 0,7297 \cdot A^{0,3803}$$

$$R^2 = 0,4299$$

Regressão: Logarítmica

$$D = 0,5712 \cdot \ln(A) + 0,5823$$

$$R^2 = 0,4687$$

Figura 4-7 - Ajustes em escala estratificada para estimativa da distância média de viagens intrazonais.

4.3.2 Modelos descontínuos

O Grupo ZCV_{70%} foi submetido a novas análises visando encontrar patamares que marcam a transição de comportamento com base nos valores de área das frações. Para isto, foram avaliados os comportamentos para áreas inferiores e outro para áreas superiores a partir dos limites de 5, 10 e 15 km². Os padrões de tendência obtidos foram modelados e analisados. O resultado que apresentou melhor ajuste nesta análise foi o obtido com o patamar de 10 km² e é apresentado na Figura 4-8.

Modelo Descontínuo
<p>Global</p> <p>$A < 10 \text{ km}^2: D = 0,5648 \cdot A^{0,4558} \text{ (R}^2 = 0,2989\text{)}$</p> <p>$A \geq 10 \text{ km}^2: D = 0,6882 \cdot \ln(A) - 0,1319 \text{ (R}^2 = 0,1045\text{)}$</p>
<p>A Pé</p> <p>$A < 10 \text{ km}^2: D = 0,5970 \cdot A^{0,2494} \text{ (R}^2 = 0,4318\text{)}$</p> <p>$A \geq 10 \text{ km}^2: D = 0,2651 \cdot \ln(A) + 0,3334 \text{ (R}^2 = 0,2493\text{)}$</p>
<p>Bicicleta</p> <p>$A < 10 \text{ km}^2: D = 0,3641 \cdot A^{0,7950} \text{ (R}^2 = 0,4022\text{)}$</p> <p>$A \geq 10 \text{ km}^2: D = 0,9998 \cdot \ln(A) - 0,5927 \text{ (R}^2 = 0,4605\text{)}$</p>
<p>Automóvel</p> <p>$A < 10 \text{ km}^2: D = 0,6715 \cdot A^{0,4575} \text{ (R}^2 = 0,3987\text{)}$</p> <p>$A \geq 10 \text{ km}^2: D = 0,9788 \cdot \ln(A) - 0,5860 \text{ (R}^2 = 0,2368\text{)}$</p>

Figura 4-8 - Modelos resultados do processo de análise por modelos descontínuos dos dados.

4.3.3 Estimativas indiretas das distâncias de viagens intrazonais por modo

Uma análise dos modelos obtidos permite verificar a possibilidade de serem estimados os valores da distância média de viagens intrazonais por um modo de transporte específico a partir dos resultados do Modelo Global. Isso se deve à forte correlação encontrada entre o Modelo Global e os modelos ajustados para cada modo de transporte estudado. Este procedimento pode ser fundamental para estudos que desejam abordar um modo de transporte específico. Utilizando os modelos descontínuos propostos neste trabalho, por exemplo, os valores das correlações entre o modelo global e os modelos estratificados ficaram próximos do máximo (1,0), o que indica forte correlação (Tabela 4-3 e Figura 4-9).

Tabela 4-3 - Valor do coeficiente de correlação (R) entre os resultados dos modelos elaborados neste trabalho.

	Global
A Pé	0,997
Bicicleta	0,997
Automóvel	0,999

Figura 4-9 - Representação gráfica de resultados selecionados dos modelos elaborados neste trabalho.

As equações adicionais para a correção dos valores podem ser obtidas a partir da análise de dispersão dos valores calculados pelo modelo global e pelo modelo estratificado de interesse, como ilustrado na Figura 4-10. O modelo do ajuste dos pontos de dispersão em uma linha de tendência linear resulta no modelo adicional necessário para correção dos valores da distância média.

Com o objetivo de avaliar os eventuais erros de estimativa, os resultados ajustados a partir das equações adicionais foram comparados com os valores calculados a partir dos modelos presente na Figura 4-8. O resultado deste cálculo possibilitou duas análises: uma através do cálculo do desvio padrão e do erro médio absoluto (Tabela 4-4), e outra através da avaliação visual dos erros de estimação (Figura 4-11). Estes erros se caracterizam pela distância dos pontos dos gráficos às retas de 45° neles representadas.

A análise dos resultados obtidos nesta etapa afirma ser viável o procedimento para estimativa da distância média de viagens intrazonais por um modo de transporte específico a partir da estimativa total, simplesmente aplicando-se equações adicionais para correção dos valores.

Figura 4-10 - Ajustes das equações adicionais.

Tabela 4-4 - Análise dos resíduos (em km).

	Desvio Padrão	Média Absoluta
A Pé	0,0040	0,0027
Bicicleta	0,0288	0,0104
Automóvel	0,0210	0,0078

Figura 4-11 - Representação visual dos erros de estimativa.

4.4 Validação de modelos

Os resultados obtidos na etapa de análise e modelagem dos dados reforçam a relação entre as variáveis DISTÂNCIA MÉDIA e ÁREA DA FRAÇÃO, tal como sugerido na literatura. Resta avaliar, no entanto, se os modelos agora propostos apresentam desempenho aceitável em comparação com os existentes.

Nesta última etapa, foram verificados os erros de estimativa dos modelos desenvolvidos neste trabalho obtidos através da análise por modelos contínuos e modelos descontínuos dos dados que compõem o grupo ZCV_{70%}. Posteriormente, os erros foram comparados com os erros gerados através dos modelos encontrados na literatura (SMEED, 1967; BATTY, 1976; FOTHERINGHAM, 1988; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE, 1965a; VENIGALLA et al., 1999). Neste caso, embora as abordagens adotadas para o cálculo não sejam necessariamente as mesmas nestes modelos e nos modelos elaborados neste trabalho, as propostas são similares, ou seja, é examinada a distância média percorrida dentro de uma área variável.

Inicialmente, foram calculados os resíduos da distância média de viagem para cada área através da diferença entre o valor levantado na pesquisa origem-destino e o valor calculado pelo modelo. O resultado deste cálculo possibilitou duas análises: uma através do cálculo do desvio padrão e do erro médio absoluto (Tabela 4-5), e outra através da avaliação visual dos erros de estimação (Figura 4-12, Figura 4-13 e Figura 4-14). Estes erros se caracterizam pela distância dos pontos dos gráficos às retas de 45° neles representadas.

De imediato podemos observar que os modelos obtidos através do ajuste linear apresentam uma desvantagem por sempre possuírem uma distância inicial, mesmo para um valor de área igual a zero. Para o caso das viagens realizadas a pé, o valor obtido nunca resultará em distâncias menores do que cerca de 0,8 km. Já para o caso das viagens realizadas por bicicleta ou automóvel, este valor é cerca de 1,1 km. No caso do modelo global, 1,0 km. Podemos destacar também uma desvantagem similar na utilização dos modelos logarítmicos, já que há possibilidade de serem obtidas distâncias negativas para áreas próximas de zero. Neste caso, para as viagens realizadas a pé, por bicicleta e por automóvel, a menor área aplicável são 0,02 km², 0,58 km² e 0,36 km², respectivamente. Já para o caso do modelo global, 0,29 km². Os modelos propostos por U.S. Department of Commerce (1965a) e

Venigalla et al. (1999), que levam em consideração no cálculo a distância entre centroides adjacentes, apresentam o inconveniente da necessidade de áreas vizinhas. No caso de áreas isoladas, esses modelos não são aplicáveis. Neste aspecto, os demais modelos não apresentaram objeções.

Tendo como base de análise os pontos negativos apresentados no parágrafo anterior, a análise visual de dispersão dos erros de estimação e os resultados apresentados na Tabela 4-5, foi possível observar que o Modelo Descontínuo apresentou melhor ajuste para a estimativa da distância média de deslocamentos intrazonais para todos os casos abordados. Embora o coeficiente de determinação encontrado no caso de áreas superiores a 10 km² tenha sido baixo quando comparados aos outros modelos, este modelo foi o que apresentou, em geral, menor desvio padrão dos resíduos e menor erro absoluto médio. Vale ainda destacar que os ajustes obtidos através do Modelo Descontínuo apresentaram-se melhores do que aqueles obtidos nos demais modelos encontrados na literatura.

Tabela 4-5 - Comparação entre os modelos de estimativa de distâncias médias intrazonais propostos neste trabalho com os presentes na literatura.

Modelo	Equações (com a Área em km²)	R²	Resíduos (em km)	
			Desvio Padrão	Média Absoluta
Global				
Linear	0,046*A+0,9950	0,2744	0,5667	0,4556
Potência	0,6378*A ^{0,3541}	0,3241	0,5528	0,4443
Logarítmico	0,4503*ln(A)+0,5536	0,3112	0,5558	0,4534
Descontínuo <10 km²	0,5648*A ^{0,4558}	0,2989	0,5992	0,5052
≥10 km²	0,6882*ln(A)-0,1319	0,1045		
Smeed (1967)	0,81*A ^{1/2}	-	0,7393	0,9056
Batty (1976)	√ (A/2*π)	-	0,5540	0,4973
Fotheringham (1988)	0,846*√(A/π)	-	0,5664	0,4436
U.S. D.C. (1965a)	Média/2	-	0,7165	0,5806
Venigalla et al. (1999)	Min/2	-	0,7360	0,5758
A Pé				
Linear	0,0174*A+0,7835	0,3871	0,1639	0,1394
Potência	0,6334*A ^{0,1947}	0,4736	0,1440	0,1273
Logarítmico	0,1674*ln(A)+0,6264	0,4516	0,1429	0,1219
Descontínuo <10 km²	0,5970*A ^{0,2494}	0,5663	0,1412	0,1231
≥10 km²	0,2651*ln(A)+0,3334	0,2493		
Smeed (1967)	0,81*A ^{1/2}	-	0,5481	0,9979
Batty (1976)	√ (A/2*π)	-	0,2501	0,1901
Fotheringham (1988)	0,846*√(A/π)	-	0,3023	0,2763
U.S. D.C. (1965a)	Média/2	-	0,3932	0,5057
Venigalla et al. (1999)	Min/2	-	0,3695	0,2925
Bicicleta				
Linear	0,0641*A+1,0857	0,5569	0,4585	0,3804
Potência	0,5219*A ^{0,5305}	0,4849	0,4905	0,3957
Logarítmico	0,6699*ln(A)+0,3628	0,6217	0,4669	0,3880
Descontínuo <10 km²	0,3641*A ^{0,7950}	0,4022	0,4827	0,3942
≥10 km²	0,9998*ln(A)-0,5927	0,4605		
Smeed (1967)	0,81*A ^{1/2}	-	0,6112	0,7807
Batty (1976)	√ (A/2*π)	-	0,4561	0,6044
Fotheringham (1988)	0,846*√(A/π)	-	0,4592	0,4410
U.S. D.C. (1965a)	Média/2	-	0,4974	0,4209
Venigalla et al. (1999)	Min/2	-	0,4223	0,5304
Automóvel				
Linear	0,0605*A+1,1179	0,4250	0,5681	0,4507
Potência	0,7297*A ^{0,3803}	0,4299	0,5291	0,4193
Logarítmico	0,5712*ln(A)+0,5823	0,4687	0,5332	0,4220
Descontínuo <10 km²	0,6715*A ^{0,4575}	0,3987	0,5342	0,4186
≥10 km²	0,9788*ln(A)-0,5860	0,2368		
Smeed (1967)	0,81*A ^{1/2}	-	0,6451	0,6392
Batty (1976)	√ (A/2*π)	-	0,5446	0,6596
Fotheringham (1988)	0,846*√(A/π)	-	0,5444	0,5308
U.S. D.C. (1965a)	Média/2	-	0,8528	0,6947
Venigalla et al. (1999)	Min/2	-	0,9183	0,7729

Figura 4-12 - Representação visual dos erros para as viagens realizadas pelo modo a pé.

Figura 4-13 - Representação visual dos erros para as viagens realizadas pelo modo bicicleta.

Figura 4-14 - Representação visual dos erros para as viagens realizadas pelo modo automóvel.

4.5 Exemplo de aplicação: cidade fictícia

A aplicação dos modelos propostos neste estudo pode ser resumida de acordo com o diagrama apresentado na Figura 4-15.

Figura 4-15 - Diagrama de aplicação dos modelos propostos.

Para ilustrar a aplicação dos procedimentos para estimativa da distância média de viagens intrazonais elaborados neste trabalho, esta sessão tem por objetivo aplicar os modelos proposto em uma cidade fictícia. Para isto, foi elaborada uma cidade composta por seis regiões (Norte, Central, Leste, Oeste e Sul), como apresentado na Figura 4-16. A cidade possui área total de 27,26 km² e a área de cada região é apresentada na Tabela 4-6. Deseja-se, então, conhecer os deslocamentos totais e por modo de transportes, a partir do método direto e do método indireto, nas seguintes situações: *i*) Região Leste, dado o valor $D_g = 0,81$ km; e *ii*) Região Norte, dado o valor $D_g = 1,61$ km.

Figura 4-16 - Cidade fictícia para aplicação dos procedimentos propostos neste trabalho.

Tabela 4-6 - Regiões que compõem a cidade modelo.

Região	Área (km ²)
Norte	12,63
Central	4,11
Leste	2,22
Oeste	5,46
Sul	2,84
Total	27,26

4.5.1 Deslocamentos totais e por modo em uma região com pequena área

No primeiro exemplo de aplicação, o objetivo é estimar a distância média das viagens intrazonais na região Leste, que possui 2,22 km². Assim, os valores podem

ser estimados diretamente utilizando-se as equações para áreas inferiores a 10 km² do Modelo Descontínuo, como descrito a seguir:

- Global:

$$D_G = 0,5648 * A^{0,4558}$$

$$D_G = 0,5648 * (2,22)^{0,4558}$$

$$D_G = 0,81km$$

- Estratificado por modo:

- A pé:

$$D_p = 0,5970 * A^{0,2494}$$

$$D_p = 0,5970 * (2,22)^{0,2494}$$

$$D_p = 0,73km$$

- Bicicleta:

$$D_B = 0,3641 * A^{0,7950}$$

$$D_B = 0,3641 * (2,22)^{0,7950}$$

$$D_B = 0,69km$$

- Automóvel:

$$D_A = 0,6715 * A^{0,4575}$$

$$D_A = 0,6715 * (2,22)^{0,4575}$$

$$D_A = 0,97km$$

Os ajustes por modos específicos podem ser estimados ainda a partir da distância média de viagens intrazonais total, que abrange todos os modos. Para isto, é necessária a aplicação de equações adicionais. Sabendo que o valor para a distância média total é de 0,81 km, os ajustes por modo são realizados como segue:

- A pé:

$$D_p = 0,4426 * D_G + 0,3635$$

$$D_p = 0,4426 * (0,81) + 0,3635$$

$$D_p = 0,72km$$

- Bicicleta:

$$D_B = 1,8974 * D_G - 0,8571$$

$$D_B = 1,8974 * (0,81) - 0,8571$$

$$D_B = 0,68km$$

- Automóvel:

$$D_A = 1,1960 * D_G - 0,0044$$

$$D_A = 1,1960 * (0,81) - 0,0044$$

$$D_A = 0,96km$$

4.5.2 Deslocamentos totais e por modo em uma região com grande área

Este último exemplo tem por objetivo estimar a distância média dos deslocamentos intrazonais realizados na região Norte, que apresenta área igual a 12,63 km². Neste caso, os valores podem ser estimados diretamente utilizando-se as equações para áreas superiores a 10 km² do Modelo Descontínuo:

- Global:

$$D_G = 0,6882 * \ln(A) - 0,1319$$

$$D_G = 0,6882 * \ln(12,63) - 0,1319$$

$$D_G = 1,61km$$

- Estratificado por modo:

- A pé:

$$D_P = 0,2651 * \ln(A) + 0,3334$$

$$D_P = 0,2651 * \ln(12,63) + 0,3334$$

$$D_P = 1,01km$$

- Bicicleta:

$$D_B = 0,9998 * \ln(A) - 0,5927$$

$$D_B = 0,9998 * \ln(12,63) - 0,5927$$

$$D_B = 1,94km$$

- Automóvel:

$$D_A = 0,9788 * \ln(A) - 0,5860$$

$$D_A = 0,9788 * \ln(12,63) - 0,5860$$

$$D_A = 1,90km$$

Como já discutido, os ajustes por modos específicos também podem ser estimados a partir da correção da distância média total com a aplicação de equações adicionais, como descrito a seguir.

- A pé:

$$D_P = 0,3852 * D_G + 0,3842$$

$$D_P = 0,3852 * (1,61) + 0,3842$$

$$D_P = 1,00km$$

- Bicicleta:

$$D_B = 1,4528 * D_G - 0,4011$$

$$D_B = 1,4528 * (1,61) - 0,4011$$

$$D_B = 1,94km$$

- Automóvel:

$$D_A = 1,4223 * D_G - 0,3984$$

$$D_A = 1,4223 * (1,61) - 0,3984$$

$$D_A = 1,89km$$

4.5.3 Matriz origem-destino (OD) da cidade fictícia

Os modelos de estimativa de distância intrazonais propostos neste estudo permitem, então, preencher a diagonal de uma matriz OD. Assim, a partir das informações de cada região apresentadas na Tabela 4-6, foram estimadas as distâncias intrazonais em escala global para cada região da cidade elaborada (Tabela 4-7). Este exemplo demonstra a facilidade de aplicação do método proposto e seu uso como ferramenta auxiliar no processo de planejamento dos transportes.

Tabela 4-7 - Tabela origem-destino (OD) de distância intrazonais para a cidade fictícia.

	Norte	Oeste	Central	Leste	Sul
Norte	1.61				
Oeste		1.22			
Central			1.08		
Leste				0.81	
Sul					0.91

5 CONCLUSÕES

Neste estudo foram desenvolvidos procedimentos para estimativa das distâncias de viagens intrazonais a partir de informações usualmente obtidas em pesquisas origem-destino (O/D). As análises conduzidas se basearam nos dados de pesquisa O/D realizada na cidade de São Carlos, em 2007/2008 (Rodrigues da Silva, 2008). Foram utilizados como base de dados complementares informações georreferenciadas da rede viária do município e da divisão da área urbana em Zonas de Tráfego, utilizada pela prefeitura há aproximadamente uma década. A metodologia de análise consistiu na busca por padrões geométricos das zonas de tráfego que podem exercer influência no comportamento das viagens intrazonais. Uma vez caracterizados os padrões geométricos, procurou-se identificar aqueles que apresentam correlação de moderada a forte com as distâncias de viagem. Em seguida, os padrões geométricos com maior correlação foram considerados como variáveis na construção de modelos e comparados com cinco modelos existentes, como discutido a seguir.

Do ponto de vista da divisão das zonas para análise, o processo adotado permitiu identificar alguns possíveis problemas. Foram obtidas áreas superiores a 10 km², o que dificilmente acontece na realidade do planejamento de transporte para zonas de análise de tráfego. Estas áreas podem exercer, durante as análises de regressão, o chamado “efeito alavanca”. Este efeito pode gerar erros durante a estimativa de pontos inferiores a esta dimensão. Além disso, foram observadas áreas com geometria irregular e que, em alguns casos, englobavam consideráveis áreas de vazios urbanos, o que não foi descartado para a elaboração do modelo.

Não foi observada correlação entre a DISTÂNCIA e os seguintes parâmetros geométricos considerados: FATOR FORMA, FATOR FORMA CIRCULAR, RELAÇÃO ENTRE A ÁREA DA FRAÇÃO E A DO MENOR CÍRCULO ENVOLVENTE, RELAÇÃO ENTRE A ÁREA DA FRAÇÃO E A ÁREA DO MENOR RETÂNGULO ENVOLVENTE, RELAÇÃO ENTRE LARGURA E ALTURA DA CIDADE, DENSIDADE DE INTERSEÇÕES VIÁRIAS E DENSIDADE VIÁRIA. Por outro lado, a análise dos resultados sugeriu uma correlação razoável entre a DISTÂNCIA MÉDIA DE VIAGENS com a ÁREA e o PERÍMETRO das frações estudadas (que seriam o equivalente a zonas de tráfego). Porém, este estudo considerou apenas a variável ÁREA DA FRAÇÃO, tanto por ter apresentado melhor coeficiente de correlação, quanto por possuir dados de

fácil acesso. Uma análise mais atenta dos valores obtidos neste caso indicou, no entanto, padrões de comportamento diferenciados em intervalos de área que podem estar associados ao comportamento dos usuários. A partir da constatação de que havia padrões claramente definidos nas distâncias de viagens, os resultados foram analisados separadamente e, em seguida, ajustado um modelo, por meio de regressão, para cada comportamento observado. Os modelos calibrados ainda foram submetidos a um processo de validação, através da sua aplicação a conjuntos de dados diferentes daqueles usados na calibração.

A partir dos modelos ajustados neste trabalho, o Modelo Descontínuo apresentou melhor ajuste para a estimativa da distância média de deslocamentos para todos os casos estudados, mostrando-se melhor, inclusive, do que os modelos encontrados na literatura, conforme apresentado na Tabela 4-5. Estes modelos, resumidos na Figura 5-1, podem ser utilizados como ferramenta auxiliar no processo de planejamento de transportes.

Global	$A < 10 \text{ km}^2$: $D_G = 0,5648 \cdot A^{0,4558}$ $A \geq 10 \text{ km}^2$: $D_G = 0,6882 \cdot \ln(A) - 0,1319$
A Pé	$A < 10 \text{ km}^2$: $D_P = 0,5970 \cdot A^{0,2494}$ $A \geq 10 \text{ km}^2$: $D_P = 0,2651 \cdot \ln(A) + 0,6264$
Bicicleta	$A < 10 \text{ km}^2$: $D_B = 0,3641 \cdot A^{0,7950}$ $A \geq 10 \text{ km}^2$: $D_B = 0,9998 \cdot \ln(A) - 0,5927$
Automóvel	$A < 10 \text{ km}^2$: $D_A = 0,6715 \cdot A^{0,4575}$ $A \geq 10 \text{ km}^2$: $D_A = 0,9788 \cdot \ln(A) - 0,5860$

Figura 5-1 - Modelos destacados com melhor ajuste como ferramenta auxiliar no processo de planejamento de transportes.

Uma avaliação mais detalhada dos modelos aqui propostos mostrou uma forte correlação entre os resultados do modelo global e dos modelos estratificados. Esta análise sugere ser viável a estimativa da distância de viagens por um modo de transporte específico a partir dos resultados do modelo global, sendo necessária, apenas, a aplicação de equações adicionais para a correção dos valores (Figura 5-2).

A Pé	$A < 10 \text{ km}^2$: $D_P = 0,4426 \cdot D_G + 0,3635$ $A \geq 10 \text{ km}^2$: $D_P = 0,3852 \cdot D_G + 0,3842$
Bicicleta	$A < 10 \text{ km}^2$: $D_B = 1,8974 \cdot D_G - 0,8571$ $A \geq 10 \text{ km}^2$: $D_B = 1,4528 \cdot D_G - 0,4011$
Automóvel	$A < 10 \text{ km}^2$: $D_A = 1,1960 \cdot D_G - 0,0044$ $A \geq 10 \text{ km}^2$: $D_A = 1,4223 \cdot D_G - 0,3984$

Figura 5-2 - Modelos adicionais para estimativas indiretas das distâncias de viagens intrazonais por modo a partir de informações de distância média global.

Deve ser destacado que a cidade de São Carlos, onde foi realizada a pesquisa O/D aqui analisada, está localizada em uma região com relevo acidentado. Por esta razão, ciclistas e pedestres tendem a buscar rotas alternativas com trechos planos, mas frequentemente mais longas, o que pode afetar os valores estimados pelo modelo proposto. A cidade em estudo não possui extensão significativa de vias exclusivas para bicicletas. Os trechos existentes são curtos, desconectados e, nos cenários com mais zonas de tráfego, localizados na fronteira entre estas zonas. Desta forma, não chegam a interferir nas análises aqui desenvolvidas, uma vez que o objetivo é avaliar apenas os deslocamentos intrazonais.

Cabe ressaltar ainda que a forma de definição das zonas de tráfego é importante para estudos como este. Torna-se mais difícil interpretar o modelo proposto se nenhuma característica das zonas analisadas e dos tipos de viagens é considerada, além de características geométricas. O estudo ganharia ainda novos contornos com uma discussão sobre o tipo de rede viária da área em estudo, a população e a infraestrutura disponível para viagens não-motorizadas. Todos estes aperfeiçoamentos do presente estudo ficam, no entanto, como sugestão para trabalhos futuros.

Estas considerações, no entanto, não impedem o uso do modelo como ferramenta auxiliar no processo de planejamento de transportes. Por seu intermédio espera-se reduzir as dificuldades encontradas para a estimativa das distâncias médias de deslocamentos intrazonais.

Uma recomendação para trabalhos futuros seria a inclusão de outros fatores no processo de caracterização dos deslocamentos, além das características geográficas já discutidas neste trabalho. Como sugestão, poderiam ser abordados fatores que envolvem características econômicas e comportamentais dos usuários, disponibilidade de infraestrutura e veículos, uso misto do solo e características orográficas e climáticas da região. Estes podem exercer influências nos trajetos escolhidos e, conseqüentemente, no comportamento dos deslocamentos. Pode ser considerado, ainda, o motivo do deslocamento, como trabalho, estudo e lazer. Em uma abordagem mais complexa, poderiam ser agregadas diferentes variáveis em um único modelo.

Outra sugestão seria a aplicação do método estabelecido neste trabalho em cidades que possuem diferentes realidades de planejamento urbano e dos transportes. Deste modo, os modelos gerados nestas aplicações poderiam ser

comparados e, através de padrões de tendências, ser elaborado um modelo flexível que consiga retratar diversas realidades.

A literatura também não apresenta um modelo flexível para a estimativa da quantidade de viagens intrazonais e o impacto que estas podem causar na região, como congestionamento e impactos ambientais, o que também pode ficar como sugestão para trabalhos futuros.

Os modelos para estimativa da distância média propostos neste trabalho foram elaborados a partir do agrupamento de zonas de análise. Assim, outra sugestão seria analisar a utilização destes modelos como ferramenta na estimativa de matrizes OD, mesmo para o caso das viagens interzonais. Para isto, seria necessário apenas agregar as zonas de análise antes da aplicação do modelo. Uma aplicação como estudo exploratório foi feita com as informações provenientes do item “4.5 Exemplo de aplicação: cidade fictícia”. Quando comparados os resultados deste processo com a distância entre centroides, foram observados os desvios, em porcentagem, apresentados na Tabela 5-1. Os valores negativos indicam que os resultados são subestimados. Já os positivos, superestimados. O desvio padrão encontrado para os erros de estimativa do modelo para o caso das viagens interzonais foi de 16%, enquanto a média absoluta 35%. Estes valores foram obtidos com dados fictícios, ficando como sugestão sua verificação e possíveis ajustes com dados reais.

Tabela 5-1 - Desvios, em porcentagem, da estimativa das distâncias interzonais com a aplicação do método proposto.

	Norte	Oeste	Central	Leste	Sul
Norte	-	-33%	-33%	-33%	-54%
Oeste	-33%	-	-15%	-52%	-51%
Central	-33%	-15%	-	-18%	-9%
Leste	-33%	-52%	-18%	-	-47%
Sul	-54%	-51%	-9%	-47%	-

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADLER, T.; BEN-AKIVA, M. A theoretical and empirical model of trip chaining behavior. **Transportation Research B**. Vol. 13, p. 243-257, 1979.
- AMANCIO, M. A. **Relacionamento entre a forma urbana e as viagens a pé**. 2005. 88 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.
- ANGEL, S.; PARENT, J.; CIVCO, D. L. Ten compactness properties of circles: Measuring shape in geography. **The Canadian Geographer / Le Géographe Canadien**, v. 54, n. 4, p. 441-461, 2010.
- BATTY, M. **Urban modeling: algorithms, calibrations, predictions**. Cambridge University Press, London, 1976.
- BERTONCINI, B. V. **Uma proposta de estimação da matriz OD a partir dos fluxos de tráfego observados nas interseções da rede de transportes**. 2010. 232 f. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.
- BHATTA, B.; LARSEN, O. I. Are intrazonal trips ignorable? **Transport Policy**, Vol. 18, n. 1, p. 13-22, 2011.
- CALIPER. **TransCAD 5.0 - Transportation GIS software**. 1 CD-ROM. 2008.
- CERVERO, R. Alternative approaches to modeling the travel-demand impacts of smart growth. **Journal of the American Planning Association**, v. 72, n. 3, p. 285-295, 2006.
- CERVERO, R. et al. Influences of built environments on walking and cycling: lessons from Bogotá. **International Journal of Sustainable Transportation**, v. 3, n. 4, p. 203-226, 2009.
- COSTA, P. T. **Uma análise do consumo de energia em transportes nas cidades portuguesas utilizando Redes Neurais Artificiais**. 2003. 133 f. Dissertação (Mestrado), Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2003.
- COSTA, G. **Uma avaliação do consumo de energia com transportes em cidades do estado de São Paulo**. 2001. 102 f. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.
- CREMER, M; KELLER, H. A new class of dynamic methods for the identification of origin-destination flows. **Transportation Research B**, v. 21, n. 2, pp. 117-132, 1987.
- DAGANZO, C. F. The length of tours in zones of different shapes. **Transportation Research Board**, Vol. 18B, n. 25, pp. 135-145, 1984.

- FOTHERINGHAM, A.S. Market share analysis techniques: a review and illustration of current U.S. practice. In: N. Wrigley (ed.) **Store Choice, Store Location and Market Analysis**, pages 120-159. Routledge, London, 1988.
- GREENWALD, M. J. The relationship between land use and intrazonal trip making behaviors: Evidence and implications. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, Vol. 11, n. 5, pp. 432-446, 2006.
- IBGE. **Cidades**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 30/04/2013
- J.H.K. AND ASSOCIATES. **Travel Forecasting Guidelines**. California: California Department of Transportation, 1992.
- KAWAMOTO, E. **Análise de sistemas de transporte**. Reimpressão. São Carlos: Universidade de São Paulo, 2008.
- KHAN, M.; KOCKELMAN, L. M. **Models for anticipating non-motorized travel choices and the role of the built environment**. In: Annual Meeting of the International Association for Travel Behavior Research, Toronto, Canada, 2012.
- KHISTY, C. J.; LALL, B. K. **Transportation Engineering - An Introduction** (3a. ed.). Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 2003.
- KORDI, M.; KAISER, C.; FOTHERINGHAM, A.S. **A possible solution for the centroid-to-centroid and intra-zonal trip length problems**. In: International Conference on Geographic Information Science, Avignon. 2012.
- LIMA, R. S.; RODRIGUES DA SILVA, A. N.; WAERDEN, P. V. D. Espalhamento urbano: mito ou realidade no Brasil? O caso das cidades médias. **Revista dos Transportes Públicos**, v. 98, p. 31-46, 2003.
- LIU, S.; ZHU, X. Accessibility analyst: an integrated GIS tool for accessibility analysis in urban transportation planning. **Environment and Planning B**, v. 31, n. 1, p. 105-124, 2004.
- ORTÚZAR, J. D.; WILLUMSEN, L. G. **Modelling transport**. 4. ed. Chichester: John Wiley & Sons LTd., 2011.
- RODRIGUES DA SILVA, A. N. **Pesquisa Origem-Destino da cidade de São Carlos**. Relatório do projeto de pesquisa FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) número 04/15843-4. São Carlos. 2008.
- RODRIGUES DA SILVA, A. N.; COSTA, G. C. F.; BRONDINO, N. C. M. Urban sprawl and energy use for transportation in the largest Brazilian cities. **Energy for Sustainable Development**, v. 11, n. 3, p. 44-50, 2007.
- SANCHES, S. P., FERREIRA, M. A. G. **Análise comparativa da forma urbana de cidades brasileiras de porte médio**. Minerva, v. 5, n. 2, p. 177-185. 2005
- SMEED, R. J. **The road capacity of city centers**. Highway Research Record 169, 22-29. 1967.

- SMEED, R. J. Traffic studies and urban congestion. **Journal of Transport Economics and Policy**, p. 33 - 70, 1968.
- U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE. **Calibrating and testing a gravity model for any size urban area**. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 1965a.
- _____. **Traffic assignment and distribution for small urban areas**. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 1965b.
- VALE, D. **Forma urbana sustentável ou cidade acessível multimodal?** A aplicação do conceito de 'disparidade de acessibilidade' na AML. In: XII Colóquio Ibérico de Geografia. Porto: Faculdade de Letras (Universidade do Porto), 2010.
- VENIGALLA, M. M.; CHATTERJEE, A.; BRONZINI, M. S. A specialized equilibrium assignment algorithm for air quality modeling. **Transportation Research Part: D Transport and Environmental**, v. 4, n. 1, p. 29-44, 1999.

APÊNDICE A

A1 - Gráficos resultados da comparação entre a DISTÂNCIA MÉDIA e os demais fatores estudados para viagens intrazonais realizadas pelo modo a pé:

Figura A-6-1 - Relação entre os parâmetros PERÍMETRO e DISTÂNCIA MÉDIA.

Figura A-6-2 - Relação entre os parâmetros FATOR FORMA (FF) e a DISTÂNCIA MÉDIA.

Figura A-6-3 - Relação entre os parâmetros FATOR FORMA CIRCULAR (FF_u) e a DISTÂNCIA MÉDIA.

Figura A-6-4 - Relação entre os parâmetros RAZÃO ENTRE A ÁREA DO MENOR CÍRCULO ENVOLVENTE E A ÁREA DA FRAÇÃO e a DISTÂNCIA MÉDIA.

Figura A-6-5 - Relação entre os parâmetros RAZÃO ENTRE A ÁREA DO MENOR RETÂNGULO ENVOLVENTE E A ÁREA DA FRAÇÃO e a DISTÂNCIA MÉDIA.

Figura A-6-6- Relação entre os parâmetros RAZÃO ENTRE A MAIOR DIMENSÃO N-S E L-O e a DISTÂNCIA MÉDIA.

Figura A-6-7 - Relação entre os parâmetros DENSIDADE DE INTERSEÇÕES e a DISTÂNCIA MÉDIA.

Figura A-6-8 - Relação entre os parâmetros DENSIDADE VIÁRIA e a DISTÂNCIA MÉDIA.

A2 - Gráficos resultados da comparação entre a DISTÂNCIA MÉDIA e os demais fatores estudados para viagens intrazonais realizadas pelo modo bicicleta:

Figura A-6-9 - Relação entre os parâmetros PERÍMETRO e DISTÂNCIA MÉDIA.

Figura A-6-10 - Relação entre os parâmetros FATOR FORMA (FF) e a DISTÂNCIA MÉDIA.

Figura A-6-11 - Relação entre os parâmetros FATOR FORMA CIRCULAR (FF_u) e a DISTÂNCIA MÉDIA.

Figura A-6-12 - Relação entre os parâmetros RAZÃO ENTRE A ÁREA DO MENOR CÍRCULO ENVOLVENTE E A ÁREA DA FRAÇÃO e a DISTÂNCIA MÉDIA.

Figura A-6-13 - Relação entre os parâmetros RAZÃO ENTRE A ÁREA DO MENOR RETÂNGULO ENVOLVENTE E A ÁREA DA FRAÇÃO e a DISTÂNCIA MÉDIA.

Figura A-6-14- Relação entre os parâmetros RAZÃO ENTRE A MAIOR DIMENSÃO N-S E L-O e a DISTÂNCIA MÉDIA.

Figura A-6-15 - Relação entre os parâmetros DENSIDADE DE INTERSEÇÕES e a DISTÂNCIA MÉDIA.

Figura A-6-16 - Relação entre os parâmetros DENSIDADE VIÁRIA e a DISTÂNCIA MÉDIA.

A3 - Gráficos resultados da comparação entre a DISTÂNCIA MÉDIA e os demais fatores estudados para viagens intrazonais realizadas pelo modo automóvel:

Figura A-6-17 - Relação entre os parâmetros PERÍMETRO e DISTÂNCIA MÉDIA.

Figura A-6-18 - Relação entre os parâmetros FATOR FORMA (FF) e a DISTÂNCIA MÉDIA.

Figura A-6-19 - Relação entre os parâmetros FATOR FORMA CIRCULAR (FF_u) e a DISTÂNCIA MÉDIA.

Figura A-6-20 - Relação entre os parâmetros RAZÃO ENTRE A ÁREA DO MENOR CÍRCULO ENVOLVENTE E A ÁREA DA FRAÇÃO e a DISTÂNCIA MÉDIA.

Figura A-6-21 - Relação entre os parâmetros RAZÃO ENTRE A ÁREA DO MENOR RETÂNGULO ENVOLVENTE E A ÁREA DA FRAÇÃO e a DISTÂNCIA MÉDIA.

Figura A-6-22 - Relação entre os parâmetros RAZÃO ENTRE A MAIOR DIMENSÃO N-S E L-O e a DISTÂNCIA MÉDIA.

Figura A-6-23 - Relação entre os parâmetros DENSIDADE DE INTERSEÇÕES e a DISTÂNCIA MÉDIA.

Figura A-6-24 - Relação entre os parâmetros DENSIDADE VIÁRIA e a DISTÂNCIA MÉDIA.

APÊNDICE B

B1 – Base de dados coletada para o desenvolvimento deste estudo, com informações referentes aos cenários e suas respectivas frações de áreas.

Tabela B-1 – Base de dados coletada para o desenvolvimento do estudo.

ID	Cenário	Fração	Área (km²)	Perímetro (km)	Diâmetro do Menor Círculo Envolvente (km)	Largura da Fração (O-L, km)	Altura da Fração (N-S, km)	Densidade Viária (km/km²)	Densidade de Interseções (nós/km²)	A Pé		Bicicleta		Auto	
										Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)
Método: Divisão Progressiva (Método Manual)															
1	1	1	49,3854	115,4112	13,4830	10,3840	11,7850	16,3607	117,2815	3356	1,5811	340	3,3131	2631	3,3406
2	2	1	39,9165	119,0067	13,4830	10,3840	11,7850	15,5095	113,8375	1891	1,0862	142	2,6472	410	2,7910
3	2	2	9,4689	22,0794	4,3500	4,2610	3,7610	18,4264	131,7999	612	1,1323	30	1,7546	551	1,7607
4	3	1	17,2344	64,8199	10,8770	5,9660	9,9040	19,0694	135,6009	1418	0,9335	61	2,0739	184	2,3949
5	3	2	22,6821	59,8488	11,4630	5,4580	11,3770	12,6470	97,3012	381	1,1842	41	1,9887	92	2,5149
6	4	1	3,4477	10,6844	3,2010	2,1730	2,9930	18,0268	128,2013	101	0,6111	3	0,7352	47	1,0219
7	4	2	6,0212	18,9433	3,8620	2,7300	3,7700	17,9943	133,8605	315	1,0924	12	1,2330	257	1,6599
8	5	1	3,3996	14,4331	7,7700	2,4210	3,6510	16,7815	132,6637	94	1,1133	3	0,7327	114	1,4230
9	5	2	2,6216	7,9365	2,7260	2,2920	1,8060	19,0653	135,4125	166	0,8150	7	1,1221	49	0,9689
10	6	1	9,4540	31,1195	5,9390	5,1400	5,1040	18,8293	137,2964	500	1,1002	39	2,1544	113	2,6963
11	6	2	7,7799	33,7004	5,5540	4,0360	4,6920	19,3625	133,5489	918	0,8427	22	1,9312	71	1,9153
12	7	1	2,1115	10,4069	2,5240	1,9800	2,1710	16,7438	135,9208	44	0,9965	0	0,0000	28	1,3750
13	7	2	1,2881	6,4333	2,3780	0,9890	2,3290	15,7983	127,3242	19	0,9424	2	0,2064	17	0,7970
14	8	1	2,6700	8,8012	2,9220	2,1690	2,3490	18,1200	123,2195	74	0,6236	3	0,7352	38	0,9893
15	8	2	0,7777	4,1229	1,3830	1,0360	1,2060	17,4161	145,3058	21	0,4635	0	0,0000	4	0,9381
16	9	1	11,1674	36,7453	6,5060	5,4330	5,9620	18,0273	144,4387	310	1,0993	32	1,7540	48	2,9500

ID	Cenário	Fração	Área (km²)	Perímetro (km)	Diâmetro do Menor Círculo Envolvente (km)	Largura da Fração (O-L, km)	Altura da Fração (N-S, km)	Densidade Viária (km/km²)	Densidade de Interseções (nós/km²)	A Pé		Bicicleta		Auto	
										Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)
17	9	2	11,5148	28,7789	7,2270	5,0520	6,4730	7,1907	51,5859	34	1,0932	4	1,1650	19	0,8694
18	10	1	3,3411	10,4394	3,2970	1,8940	3,1580	18,5542	136,4828	176	0,7879	5	1,5748	27	1,2036
19	10	2	6,1134	22,5533	5,5740	3,6620	5,1070	18,8067	137,7303	288	1,0760	28	2,0859	44	2,6048
20	11	1	10,1048	33,1078	6,4670	5,4230	5,0650	18,7702	145,7722	273	0,9434	20	1,5740	22	3,1074
21	11	2	1,0626	4,2162	1,4500	1,2530	1,3120	10,1387	131,7575	0	0,0000	0	0,0000	0	0,0000
22	12	1	7,5365	24,0397	6,1060	3,7030	5,0580	18,6363	146,7523	216	0,8410	8	0,8619	13	2,6105
23	12	2	2,5683	10,7195	3,7100	2,1650	3,1020	18,7093	142,8962	45	0,9473	5	1,0810	0	0,0000
24	13	1	10,3284	24,0212	6,5880	2,9920	6,4670	7,5631	54,7036	34	1,0932	4	1,1650	19	0,8694
25	13	2	1,1864	4,7578	1,9690	1,9490	0,9240	3,9481	24,4436	0	0,0000	0	0,0000	0	0,0000
26	14	1	1,7310	8,8602	2,9270	2,1640	2,3480	17,9631	120,1620	34	0,5465	1	0,4628	6	1,0271
27	14	2	0,9390	3,8999	1,4120	1,0900	1,0790	15,6426	128,8555	15	0,3550	0	0,0000	3	0,6064
28	15	1	2,3065	8,0807	2,7190	2,2910	1,8080	18,6545	131,7999	114	0,7103	3	0,7474	23	0,6976
29	15	2	0,3151	2,7758	0,9100	0,8790	0,6610	17,2774	161,8570	1	0,2441	0	0,0000	4	0,2429
30	16	1	0,8986	5,4576	1,8940	1,7980	0,9360	16,0420	106,8351	9	0,9099	0	0,0000	5	0,8916
31	16	2	1,2129	6,1851	1,6300	1,5190	1,2440	16,8433	157,4684	29	0,9346	0	0,0000	6	0,9414
32	17	1	2,6784	9,6995	3,1850	1,8610	3,1520	18,6333	135,5270	165	0,7394	4	1,3111	22	1,2767
33	17	2	0,6626	3,7571	1,3860	0,9160	1,2430	16,7389	140,3462	0	0,0000	0	0,0000	2	0,4403
34	18	1	6,5956	22,8917	5,2200	3,5990	4,7480	18,3892	146,9171	195	0,8223	8	0,8619	12	2,5484
35	18	2	0,9410	4,4362	1,6220	1,3640	1,3420	17,2432	145,5972	4	0,5629	0	0,0000	0	0,0000
36	19	1	5,3686	20,1060	4,8650	2,4380	4,7510	17,5973	142,1229	115	0,9052	5	0,5808	10	2,0898
37	19	2	1,2270	5,4332	1,9820	1,7990	1,4140	19,9338	167,8941	38	0,5060	0	0,0000	0	0,0000
38	20	1	0,5290	3,3887	1,2290	0,6200	1,0880	19,5672	128,5328	9	0,5333	0	0,0000	2	0,8036
39	20	2	1,2019	5,6861	1,9650	1,6490	1,2970	17,1713	116,4775	22	0,4518	1	0,4628	0	0,0000
40	21	1	8,9168	20,7827	6,5480	2,8800	6,4410	6,0309	44,2985	6	0,7121	0	0,0000	6	0,3128

ID	Cenário	Fração	Área (km²)	Perímetro (km)	Diâmetro do Menor Círculo Envolvente (km)	Largura da Fração (O-L, km)	Altura da Fração (N-S, km)	Densidade Viária (km/km²)	Densidade de Interseções (nós/km²)	A Pé		Bicicleta		Auto	
										Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)
41	21	2	1,4116	5,5928	1,6960	1,6300	1,3360	16,1709	120,4299	15	1,2387	0	0,0000	3	0,2314
42	22	1	6,9087	29,9766	5,5460	3,8130	4,7070	19,3119	134,7568	868	0,8205	12	1,1359	44	1,2460
43	22	2	0,8712	6,3308	1,6730	1,5760	1,0480	0,0184	123,9696	12	1,0158	0	0,0000	0	0,0000
44	23	1	6,1510	27,2460	5,5460	3,8130	4,7070	19,0829	132,6614	828	0,8199	10	1,3482	32	1,0662
45	23	2	0,7576	4,1090	1,2800	1,1700	1,2200	19,5653	151,7921	23	0,5346	2	0,0744	4	0,4697
46	24	1	2,1322	8,8333	2,6360	2,2180	2,3930	21,2119	173,0604	84	0,7669	4	1,7411	9	1,6429
47	24	2	3,9812	15,1461	3,5060	2,1710	3,4580	17,2745	118,8085	134	0,9618	7	1,1296	7	1,2584
48	25	1	1,9884	7,1624	2,2070	1,8690	2,1550	18,4241	132,2689	59	0,7129	0	0,0000	10	1,0195
49	25	2	0,6901	4,3234	1,6950	1,1070	1,3340	18,8100	144,9149	95	0,6311	0	0,0000	0	0,0000
50	26	1	3,3228	11,5043	3,1210	2,4330	2,6390	17,7772	140,2412	44	0,8936	1	0,7704	1	2,0139
51	26	2	2,0457	10,1843	2,7950	1,9310	2,5410	16,7645	145,1792	46	0,7838	0	0,0000	0	0,0000
52	27	1	2,4204	12,5273	3,5130	1,7690	3,4530	15,5431	118,9871	100	0,8864	0	0,0000	4	0,7611
53	27	2	1,5608	6,9150	1,9350	1,5840	1,6990	18,5454	118,5316	2	0,9006	0	0,0000	0	0,0000
54	28	1	1,0715	4,5885	1,6530	1,1950	1,5640	16,7963	119,4602	20	0,5533	0	0,0000	5	0,7621
55	28	2	1,2350	5,9836	2,1710	1,5820	1,7210	19,3273	142,5055	74	0,5788	3	0,7474	14	0,5206
56	29	1	5,3851	24,4775	5,5520	3,5100	4,6890	19,4124	130,9163	340	0,7645	6	1,3323	28	1,0265
57	29	2	0,7660	5,1494	1,5820	1,3320	1,3730	15,8720	144,9077	20	0,3808	0	0,0000	0	0,0000
58	30	1	8,4300	16,7488	6,6190	2,5220	6,4650	5,8092	42,3485	6	0,7121	0	0,0000	6	0,3128
59	30	2	0,4867	4,0339	1,4350	1,4290	0,8270	9,8719	78,0711	0	0,0000	0	0,0000	0	0,0000
60	31	1	3,2601	12,2394	3,6460	3,4750	2,1200	19,6488	122,3890	340	0,7314	4	1,1048	14	0,9936
61	31	2	2,1250	12,2824	2,6670	2,3680	2,3170	18,3744	143,9985	168	0,6456	2	1,7872	14	1,0594
62	32	1	1,0045	5,2163	1,6970	0,9910	1,6710	16,1293	128,4209	3	0,6805	0	0,0000	0	0,0000
63	32	2	1,0412	5,1511	1,7350	1,5150	0,9870	16,9807	161,3464	34	0,6734	0	0,0000	0	0,0000
64	33	1	7,8039	13,1665	4,9940	2,5260	4,4470	4,8799	33,4450	0	0,0000	0	0,0000	0	0,0000

ID	Cenário	Fração	Área (km ²)	Perímetro (km)	Diâmetro do Menor Círculo Envolvente (km)	Largura da Fração (O-L, km)	Altura da Fração (N-S, km)	Densidade Viária (km/km ²)	Densidade de Interseções (nós/km ²)	A Pé		Bicicleta		Auto	
										Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)
65	33	2	0,6262	3,5823	1,1070	1,0210	0,9380	17,3913	153,3120	6	0,7121	0	0,0000	6	0,3128
66	34	1	0,8218	6,9269	1,5320	1,2490	1,2820	15,8463	135,0741	12	0,3048	0	0,0000	4	0,6232
67	34	2	1,3033	6,7759	1,9060	1,8930	1,5370	19,0048	149,6257	106	0,5100	0	0,0000	10	1,2338
68	35	1	0,7783	4,3798	1,5940	1,0350	1,5390	18,3948	129,7763	14	0,4124	0	0,0000	3	0,6483
69	35	2	1,2101	4,8182	1,6920	1,3060	1,6110	17,7827	133,8721	30	0,6220	0	0,0000	3	0,9448
70	36	1	2,5033	8,9826	3,0270	1,9830	2,5680	17,0628	138,2189	31	0,5895	1	0,7704	0	0,0000
71	36	2	0,8196	5,0826	1,9230	1,6460	1,1860	17,4469	146,4181	0	0,0000	0	0,0000	0	0,0000
72	37	1	1,4413	5,6809	1,9950	1,2550	1,9400	20,1301	144,3164	18	0,7428	0	0,0000	0	0,0000
73	37	2	1,1270	5,8190	2,2250	1,9230	1,4160	16,6350	141,0801	13	0,7657	1	0,9413	0	0,0000
74	38	1	0,9034	5,9329	1,5210	1,2560	1,4980	20,8003	142,8012	2	0,2549	0	0,0000	0	0,0000
75	38	2	2,3567	7,3339	2,7240	2,5890	1,8570	18,4475	114,5649	340	0,6688	4	1,1048	8	0,9229
76	39	1	1,2336	6,5389	2,1290	1,1980	2,1330	20,1730	156,4486	100	0,8864	0	0,0000	0	0,0000
77	39	2	1,1868	6,0443	1,5230	1,4490	1,3010	10,4078	80,0473	0	0,0000	0	0,0000	4	0,7611
78	40	1	0,8101	3,9348	1,4170	1,1860	1,3270	20,1952	155,5373	43	0,5696	0	0,0000	0	0,0000
79	40	2	0,4235	3,8068	1,1840	1,0910	1,0190	17,7410	158,1912	0	0,0000	0	0,0000	0	0,0000
80	41	1	0,5482	3,6320	1,3600	0,5630	1,2970	12,3522	133,1721	0	0,0000	0	0,0000	0	0,0000
81	41	2	0,7399	4,3617	1,3050	0,9930	1,2120	17,5243	122,9918	5	0,7086	2	0,2064	14	0,6084
Método: Agrupamento Progressivo (Área)															
82	1	1	24,9259	81,3236	10,9320	6,9760	9,9030	18,8864	137,1664	1977	1,1038	104	2,6371	802	2,8835
83	1	2	24,9415	56,8623	10,5220	6,5230	10,2030	13,6854	97,9089	573	1,2076	56	2,1114	382	2,3083
84	2	1	24,7077	63,6235	8,9020	8,4240	6,9600	14,0978	97,2571	1614	1,1557	103	2,9317	433	2,1436
85	2	2	25,1598	62,4650	11,2790	10,3910	5,5210	18,8642	137,4416	1409	1,4532	167	2,8035	1261	3,1081
86	3	1	24,6203	73,9689	10,4790	8,4020	10,0750	13,6720	96,2621	971	1,0191	50	2,7895	132	1,9755
87	3	2	25,2472	68,1329	9,2480	8,1430	7,5610	18,8567	138,2727	1739	1,3399	145	2,7652	1481	3,0734

ID	Cenário	Fração	Área (km²)	Perímetro (km)	Diâmetro do Menor Círculo Envolvente (km)	Largura da Fração (O-L, km)	Altura da Fração (N-S, km)	Densidade Viária (km/km²)	Densidade de Interseções (nós/km²)	A Pé		Bicicleta		Auto	
										Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)
88	4	1	23,0485	51,6882	8,1890	7,5760	7,9600	13,3271	243,2264	1096	1,2096	66	2,7912	370	2,2092
89	4	2	26,8479	82,3482	11,6650	10,3710	9,2670	18,9631	140,2345	1475	1,2507	119	2,6264	879	3,0553
90	5	1	24,0583	66,3576	8,9210	8,4640	7,6590	13,8303	94,9777	1571	1,1759	103	2,9422	463	2,3269
91	5	2	25,8381	65,1001	11,2280	10,3910	6,2500	18,7747	138,4391	1291	1,3725	136	2,6186	858	2,9534
92	6	1	24,4066	63,6701	8,8920	8,4310	6,9720	13,9840	96,3266	1535	1,1325	93	2,9139	372	2,1590
93	6	2	25,4898	64,9583	11,2640	10,3180	5,4910	18,8640	137,7413	1442	1,4606	169	2,8416	1308	3,1244
94	7	1	24,0023	52,8174	9,4720	7,1640	7,1390	16,9064	124,2800	1086	1,3141	117	2,5845	903	2,5887
95	7	2	27,4507	80,5770	13,5470	8,0340	11,7930	14,9806	104,8790	1814	1,1313	119	2,9247	521	2,9272
96	8	1	24,0735	55,6191	10,5210	5,7660	10,1820	13,4659	97,3683	464	1,1483	45	1,9073	254	2,1000
97	8	2	25,8228	79,9832	10,9540	6,9550	9,9240	18,9531	136,2361	2196	1,1776	128	2,7385	1235	3,1133
98	9	1	23,1551	64,4508	8,8850	8,4280	6,9360	13,5749	93,8885	1256	1,0960	68	2,7831	222	2,0590
99	9	2	26,7123	69,4809	11,2640	10,3720	6,4850	18,9527	138,0261	1555	1,4442	180	2,8089	1435	3,1370
100	10	1	20,3338	61,1387	8,8770	8,4310	6,9260	12,8191	88,3751	1135	0,8811	46	2,7695	153	1,8190
101	10	2	33,1274	72,8265	11,2830	10,3530	7,0270	16,7589	122,6780	1715	1,4720	188	2,9450	1570	3,1231
102	11	1	21,9524	62,4416	8,9240	8,4680	6,9380	13,3076	89,9220	1373	1,0565	77	2,8228	269	2,1756
103	11	2	27,9440	68,8589	11,2650	10,3540	6,3580	18,8672	139,1354	1645	1,4735	184	2,8752	1519	3,1097
104	12	1	22,9824	62,3980	10,5440	7,5380	10,1820	13,2312	94,2025	760	0,8486	33	1,8132	104	1,7487
105	12	2	26,9140	74,6781	10,1740	7,0110	9,2660	18,9809	137,3636	2069	1,3937	184	2,7910	1774	3,1699
106	13	1	13,4523	42,6564	7,2260	6,7060	5,5440	17,3619	127,1902	391	1,1028	39	2,1675	225	2,3261
107	13	2	16,7141	44,1526	7,2720	6,0480	6,7760	12,2216	83,8215	819	0,9774	32	2,7519	88	2,0066
108	14	1	19,7300	59,6879	8,7540	6,9650	7,5340	18,7960	139,3818	1245	1,1926	90	2,5580	680	2,8425
109	15	1	13,3369	37,9535	6,2230	5,0020	5,5240	17,2643	126,6413	381	1,0830	33	2,0357	183	2,1119
110	15	2	19,8454	61,5148	8,7460	6,9650	7,5440	18,9139	139,6798	1363	1,2758	105	2,6291	1057	3,0894
111	16	1	14,6691	54,9747	8,6400	7,1240	7,5470	18,7090	137,2277	927	1,0465	60	2,4032	519	2,6849

ID	Cenário	Fração	Área (km ²)	Perímetro (km)	Diâmetro do Menor Círculo Envolvente (km)	Largura da Fração (O-L, km)	Altura da Fração (N-S, km)	Densidade Viária (km/km ²)	Densidade de Interseções (nós/km ²)	A Pé		Bicicleta		Auto	
										Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)
112	16	2	18,0232	50,0263	8,6400	8,4040	6,7750	11,8069	79,8969	819	0,9774	32	2,7519	88	2,0066
113	16	3	18,5159	46,4010	8,2340	7,1250	7,0260	17,1976	130,1043	670	1,1789	72	2,3759	298	2,5825
114	17	1	15,4187	35,9540	7,9730	6,5830	5,4860	18,6802	138,4682	648	1,1815	76	2,3318	336	2,4734
115	17	2	16,9587	45,4205	7,8010	7,4570	6,9240	11,3721	77,2467	629	0,8018	14	1,5247	73	1,3626
116	18	1	17,5190	58,7887	9,8760	5,7830	9,2510	19,0213	137,9644	1309	1,2254	89	2,2748	830	2,9519
117	19	1	15,1449	42,9115	8,1260	6,6780	6,5650	18,3824	137,5376	595	1,0783	59	2,3269	254	2,3704
118	19	2	16,4870	58,9282	9,5710	5,4790	9,2700	19,0095	138,3515	1000	1,0749	51	2,2201	407	2,9053
119	19	3	18,2644	45,7172	7,8400	7,5330	6,9430	12,0075	82,0173	707	0,8854	44	2,9554	115	1,7988
120	20	1	15,0326	34,7372	7,5220	5,7470	6,9300	10,4883	74,5050	168	0,9838	14	1,3124	83	1,4166
121	20	2	17,3715	39,6088	7,9790	6,7670	5,4850	18,6854	139,1357	826	1,2635	97	2,4926	619	2,4955
122	21	1	17,4923	65,6382	10,9030	5,9920	9,8760	18,9740	132,9157	1576	0,9942	64	2,4517	381	2,8400
123	22	1	15,3933	44,7950	7,2400	6,9800	5,1040	18,7270	139,2818	848	1,3106	75	2,5432	423	2,7755
124	22	2	19,4706	61,9597	10,0660	8,4140	8,2620	18,7476	133,4322	1456	0,9365	58	1,9547	359	1,8751
125	23	1	12,1084	39,1484	6,7000	5,5280	5,1210	18,8518	137,0123	672	1,1761	43	2,2180	255	2,6563
126	23	2	17,3616	45,9906	7,9960	5,8160	6,7510	17,5758	130,4602	624	1,2565	71	2,4534	385	2,4741
127	23	3	20,4264	52,9971	8,1220	6,0500	6,9660	13,6992	94,8774	1451	1,0842	83	2,7769	324	2,0969
128	24	1	15,6376	44,4699	8,6270	8,4300	5,9270	10,9498	72,1339	677	0,9072	29	2,8159	47	1,9122
129	24	2	15,8419	44,8619	8,5190	7,9950	6,1070	18,2813	137,5466	679	1,0021	42	2,1650	320	2,2671
130	25	1	18,4169	56,1585	7,9610	6,9690	6,4640	18,6678	138,7313	1028	1,2603	87	2,5195	615	2,7604
131	26	1	13,3335	36,8456	6,9660	5,7390	5,9320	18,2399	137,8481	408	1,0579	35	1,9236	193	2,0488
132	26	2	14,8800	44,3651	8,5570	8,4210	5,9320	10,3522	68,0781	612	0,8823	6	1,9212	19	1,0153
133	26	3	21,6829	61,6644	8,8900	6,9950	7,6940	18,8640	138,8653	1595	1,2820	122	2,6233	1205	3,0971
134	27	1	16,1810	44,9880	7,8450	7,5280	6,4580	10,9503	73,9757	585	0,7959	12	1,5815	41	1,2583
135	27	2	16,1970	37,8143	8,0570	7,1320	5,4980	18,7352	138,0506	688	1,1753	79	2,3254	368	2,5187

ID	Cenário	Fração	Área (km²)	Perímetro (km)	Diâmetro do Menor Círculo Envolvente (km)	Largura da Fração (O-L, km)	Altura da Fração (N-S, km)	Densidade Viária (km/km²)	Densidade de Interseções (nós/km²)	A Pé		Bicicleta		Auto	
										Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)
136	28	1	17,5184	58,9092	9,5630	6,4970	9,2870	18,9512	138,6541	1297	1,1914	12	1,5815	767	2,7106
137	29	1	15,5199	37,7230	6,5380	5,7800	5,9800	18,4538	140,2713	616	1,2287	67	2,2323	378	2,4460
138	29	2	16,7183	49,4247	8,5910	8,4270	6,5890	11,4082	74,7684	677	0,9072	30	2,8524	47	1,9122
139	29	3	17,6582	56,1356	8,5190	5,5280	7,7000	18,9048	137,8966	1277	1,0956	69	2,2515	588	2,8888
140	30	1	14,6797	38,9970	7,8140	7,5840	6,3840	10,1556	67,6445	525	0,7230	6	1,9212	13	1,0807
141	30	2	19,8234	54,1354	10,1220	8,3590	7,6460	18,8580	137,4635	1233	1,1408	91	2,1836	665	2,2306
142	31	1	10,7100	31,2160	7,6640	3,8870	7,5090	18,2502	136,9745	552	1,1443	38	1,9883	329	2,1618
143	31	2	12,5411	33,9696	7,8310	7,5500	5,5490	8,7817	56,4546	495	0,7481	6	1,9212	10	1,2069
144	32	1	13,1867	52,3625	9,5620	5,0770	9,2660	19,0265	141,1270	844	0,9995	47	2,1498	264	3,0920
145	32	2	13,4586	32,9088	6,2130	4,9660	5,6410	18,2773	135,6754	426	1,1425	39	1,9813	226	2,0887
146	33	1	10,4296	38,8581	6,0840	3,9920	5,7740	19,0209	131,7408	1185	0,9037	27	1,5377	200	1,4759
147	33	2	11,4163	36,5117	6,7090	5,4970	5,1000	18,7933	136,2958	553	1,2303	38	2,3026	236	2,6488
148	34	1	13,0179	35,2606	7,9620	6,3960	5,5060	18,4319	139,1930	491	1,0540	47	2,1366	146	2,4633
149	35	1	8,0961	19,8398	4,7750	3,7220	4,1460	18,5016	139,9435	380	1,0950	37	2,2995	197	2,3041
150	35	2	13,0968	33,2562	7,8210	7,5060	5,8940	9,0524	59,2513	490	0,7239	6	1,9212	11	0,7343
151	35	3	13,2685	40,9927	7,8990	5,9580	6,7190	18,3126	137,5438	395	1,0179	34	1,6608	136	2,0763
152	36	1	15,4350	56,0780	9,5240	5,5420	9,2470	18,9445	137,8687	1048	1,1059	64	2,2375	566	2,6909
153	37	1	9,3786	31,2844	5,9850	4,0110	5,1400	19,1741	137,7603	846	1,1145	52	1,9836	336	1,9591
154	37	2	13,6293	36,7521	7,8370	7,5540	5,9410	9,4917	60,5313	490	0,7239	6	1,9212	11	0,7343
155	37	3	16,0919	36,0447	6,5230	5,4270	5,9570	16,8975	129,6307	535	1,1737	53	1,9874	248	2,4021
156	38	1	7,8390	25,7510	5,1820	4,8660	3,8840	18,0177	138,2824	152	1,0082	20	1,8881	27	1,9003
157	38	2	9,3092	20,5405	7,1680	4,8790	5,5710	5,4559	35,4489	0	0,0000	0	0,0000	0	0,0000
158	39	1	10,1316	35,3830	5,4970	3,9810	5,0480	19,4209	132,8514	1286	0,9621	46	2,3486	175	1,7768
159	39	2	10,5404	31,0257	6,1610	5,3640	5,4330	18,4138	134,9089	447	1,1320	26	1,6881	309	1,6521

ID	Cenário	Fração	Área (km²)	Perímetro (km)	Diâmetro do Menor Círculo Envolvente (km)	Largura da Fração (O-L, km)	Altura da Fração (N-S, km)	Densidade Viária (km/km²)	Densidade de Interseções (nós/km²)	A Pé		Bicicleta		Auto	
										Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)
160	40	1	12,0761	42,3462	7,2220	6,9590	5,1000	18,1211	139,1178	605	1,1473	46	2,1315	140	2,7642
161	41	1	6,6279	17,0254	4,1370	3,7380	3,2000	18,3936	142,4282	326	1,1204	25	2,1641	115	2,2529
162	41	2	9,0410	24,7365	5,1430	4,9660	3,8820	18,3424	135,3834	230	0,9862	23	1,8634	82	1,9730
163	41	3	10,3208	43,4501	7,5240	5,0760	6,5130	18,4452	137,7805	504	1,0223	36	2,1620	169	2,6281
164	42	1	11,7876	27,3825	6,1630	5,1770	5,9260	9,3344	62,5232	490	0,7239	6	1,9212	11	0,7343
165	42	2	12,1191	45,2502	8,8690	8,4020	6,2370	17,4863	126,6598	614	1,0224	26	1,5004	226	1,7674
166	43	1	10,0182	35,3653	6,1300	5,1290	5,0870	18,7730	139,8453	571	1,1114	40	2,1882	131	2,7911
167	43	2	10,2680	26,0131	5,7880	5,3400	3,8710	18,8680	139,2682	324	1,0064	29	1,7952	99	2,0839
168	44	1	12,7519	46,2787	8,6040	7,2760	7,9320	16,5771	123,0402	453	1,1172	24	1,4621	246	1,5221
169	45	1	6,3777	17,7140	4,4460	3,1710	4,1340	18,3858	142,8413	308	1,1274	28	2,2397	120	2.281241 0.894927
170	45	2	7,3305	24,3124	6,9840	6,7090	3,1000	16,0918	116,9093	189	1,1236	15	1,7723	117	1,4002
171	45	3	8,0000	14,6669	4,9720	2,5120	4,4330	5,2830	36,3748	0	0,0000	0	0,0000	0	0,0000
172	46	1	9,0155	34,0388	6,5480	5,1000	5,1140	18,6240	136,7638	419	1,1769	35	2,2313	125	2,7691
173	47	1	6,2996	30,4955	5,5340	3,9840	4,7000	19,0220	129,3728	766	0,8279	6	1,3323	30	1,1143
174	47	2	8,1161	29,9460	6,2140	5,1060	5,0780	18,7331	139,9693	398	1,1404	34	2,2152	94	2,8192
175	47	3	8,3328	26,6487	5,7870	3,8890	5,4230	18,3534	138,1296	397	1,1396	35	2,0636	234	2,0136
176	48	1	8,7978	21,5281	5,8190	5,6440	2,8300	18,4495	137,0804	419	1,0049	23	1,7236	164	1,6454
177	49	1	6,3513	17,8673	5,1040	3,5950	4,5640	18,8344	143,5916	234	0,7697	9	1,1132	100	1,3192
178	49	2	6,8989	24,1829	4,4620	4,1730	3,8780	18,2172	139,5879	125	1,0087	17	1,6170	14	1,6602
179	49	3	7,4091	29,5379	6,7900	6,4360	4,7400	18,3193	124,1714	675	0,8962	28	2,8023	45	1,8220
180	50	1	9,5907	34,1579	4,9600	3,7400	4,8830	17,6431	130,4388	706	1,0215	27	1,7226	415	1,9363
181	50	2	10,3372	30,8485	6,9990	6,9650	3,8140	19,0557	143,7533	611	1,2259	56	2,3715	158	2,8372
182	51	1	6,9253	17,6366	4,2580	3,8530	3,4130	17,9770	134,2895	207	1,0140	17	1,3171	99	1,4476
183	51	2	7,7145	26,1339	5,4890	5,0190	3,6220	17,6236	131,5710	288	1,0735	10	1,2975	313	1,7561

ID	Cenário	Fração	Área (km²)	Perímetro (km)	Diâmetro do Menor Círculo Envolvente (km)	Largura da Fração (O-L, km)	Altura da Fração (N-S, km)	Densidade Viária (km/km²)	Densidade de Interseções (nós/km²)	A Pé		Bicicleta		Auto	
										Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)
184	52	1	9,3740	35,6265	5,4890	3,9990	5,0390	19,0003	131,3206	1110	0,8733	19	1,5729	125	1,4298
185	52	2	9,6745	31,4859	7,0600	6,9940	3,8310	19,0390	143,9867	565	1,1322	42	1,9802	90	2,6482
186	53	1	2,9418	11,3409	3,3580	2,6660	2,9710	21,2657	168,2625	168	0,8673	9	1,6896	17	1,7100
187	53	2	7,3789	35,0438	4,5930	3,5060	4,3330	17,1076	125,6279	191	0,8452	9	1,6175	102	1,5888
188	54	1	9,4309	20,1263	6,0930	2,7010	5,8890	6,9551	49,5181	15	1,2387	0	0,0000	3	0,2314
189	54	2	14,4758	51,3988	8,7130	8,3970	6,8570	17,7976	124,6907	1224	1,0559	38	2,0487	268	2,0209
190	55	1	4,8877	16,1288	4,4590	3,9680	2,5660	17,8977	138,1031	76	0,7015	3	2,4622	8	1,3481
191	55	2	5,7145	19,0857	4,9810	4,2620	3,8480	20,5442	148,5701	148	1,0311	30	2,0145	52	2,8202
192	56	1	5,8496	15,1651	3,9030	3,1680	3,1990	18,2032	144,1114	286	1,1270	23	2,1599	91	2,1835
193	56	2	7,6716	29,5444	5,6830	4,9640	4,0110	15,9449	117,4468	148	1,0311	7	1,3784	27	1,4540
194	57	1	16,3422	52,6498	7,1600	4,6410	4,0730	18,5853	130,1542	1732	1,1854	80	2,4558	806	2,3734
195	58	1	7,0572	32,1554	5,5170	3,9850	4,7030	19,4091	131,7796	819	0,8225	16	1,6604	44	1,4337
196	58	2	9,9111	30,7276	5,6260	5,3540	4,9060	17,6835	130,4599	533	1,1280	23	1,7292	469	1,9303
197	58	3	10,0913	29,6611	5,0700	4,9470	4,7440	18,2262	137,9399	287	1,0245	26	1,9194	92	2,1244
198	59	1	11,2726	29,4959	7,1900	5,0130	5,9140	7,5340	49,2345	15	1,2387	0	0,0000	3	0,2314
199	60	1	8,3025	35,0029	5,5030	4,0030	5,0240	19,0888	132,8513	1032	0,8425	15	1,4588	96	1,3286
200	60	2	8,6658	28,5608	5,6080	5,3970	4,7410	17,4456	129,2435	409	1,1389	14	1,4389	349	1,8525
201	61	1	6,1249	22,4969	5,5590	3,6590	5,0710	18,8128	137,7991	322	1,1218	28	2,0859	44	2,6048
202	61	2	6,6139	19,6502	4,4630	3,7480	4,0440	17,4577	140,4621	297	1,1192	19	2,1040	127	2,2381
203	61	3	8,7115	23,5350	4,9220	4,3730	4,6780	18,4778	131,5509	532	1,0811	30	1,7822	388	1,7208
204	62	1	10,1164	31,9522	5,8020	5,3290	4,7540	18,5084	144,1231	288	0,9814	26	1,8063	46	2,5078
205	63	1	3,9895	15,1667	3,7500	3,0090	3,5520	18,9305	123,5745	547	0,7405	14	1,6423	24	1,7385
206	63	2	9,0660	27,0276	5,7680	5,3170	3,8710	18,6569	142,2899	241	0,9898	26	1,8063	39	2,1681
207	63	3	12,3816	36,0814	7,7130	5,3520	6,5700	17,7348	134,3122	616	1,1013	34	1,7583	330	1,6471

ID	Cenário	Fração	Área (km²)	Perímetro (km)	Diâmetro do Menor Círculo Envolvente (km)	Largura da Fração (O-L, km)	Altura da Fração (N-S, km)	Densidade Viária (km/km²)	Densidade de Interseções (nós/km²)	A Pé		Bicicleta		Auto	
										Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)
208	64	1	6,2106	26,7755	4,2450	4,0070	3,9060	19,4619	131,5485	755	0,8081	14	1,6423	40	1,5148
209	64	2	9,6006	30,0668	7,6250	7,2890	4,0980	16,6508	116,0343	408	1,0929	17	1,4255	275	1,5591
210	65	1	10,5885	41,2699	7,7560	3,5790	7,6740	17,7044	132,2187	430	0,9381	13	1,5116	189	2,0438
211	65	2	11,1239	32,1099	6,4880	5,4060	5,0970	18,1271	141,0479	300	1,1551	38	1,8845	78	2,5951
212	66	1	6,2593	28,5288	5,5650	3,1690	5,4420	17,7682	131,1652	438	0,8026	11	1,5875	112	1,6132
213	66	2	6,6647	22,7459	5,8980	3,1080	5,7740	18,3006	125,5868	669	0,8014	16	1,4628	89	1,4954
214	67	1	6,7315	22,7928	5,2920	5,0490	3,4230	15,7145	114,3884	157	1,0424	8	1,2272	71	1,4360
215	67	2	8,0363	25,4255	5,1380	4,9590	3,7650	18,1895	136,2571	169	0,9512	14	1,9584	42	1,5680
216	68	1	8,4901	23,7997	5,5470	3,8760	4,9680	18,2249	141,2228	399	1,1408	28	2,2397	187	2,0947
217	69	1	5,4009	16,1426	4,1170	3,7220	3,1610	17,3856	136,6429	249	1,1074	19	2,1040	80	2,2382
218	69	2	5,4357	15,1779	3,8450	2,9890	3,5800	18,6826	137,4241	359	1,0247	14	1,1570	151	1,5345
219	69	3	7,9334	21,3441	5,7060	4,9860	3,4170	16,2565	114,7048	229	1,1207	15	1,4855	107	1,6097
220	70	1	8,0613	23,4041	5,7740	5,3250	3,2150	18,8319	144,0217	214	0,9762	19	1,9029	30	2,2669
221	70	2	8,7653	33,1601	6,7370	5,5090	5,0920	18,6703	136,9028	418	1,1478	31	2,1718	106	2,4806
222	71	1	5,8942	20,5593	4,4920	4,1940	3,2090	18,3816	141,4959	100	1,0289	10	1,6682	5	1,3391
223	71	2	5,9538	22,3603	5,1500	5,0780	3,4340	15,1355	110,3500	113	1,1052	6	1,2417	36	1,3629
224	72	1	7,7802	20,2359	4,5950	3,9470	4,4970	18,3103	128,2749	448	1,0687	17	1,3367	329	1,5579
225	72	2	7,8408	20,5330	4,5020	3,7410	4,0570	18,3112	144,7548	375	1,1313	25	2,1641	162	2,2486
226	73	1	5,4457	22,7450	5,1230	3,9840	4,7460	18,9602	127,6233	649	0,8568	14	1,6423	30	1,6084
227	73	2	6,2896	20,5393	4,0770	3,3490	3,5890	18,7584	137,8457	584	0,9069	23	1,6130	178	1,3913
228	74	1	6,9246	21,8683	5,3620	5,1020	4,0270	20,1771	146,0019	413	1,1449	32	2,1063	63	2,6942
229	74	2	8,4687	30,1804	6,4390	5,1720	5,1120	17,0720	133,7871	320	1,0197	15	2,1518	121	1,8410
230	75	1	6,8343	22,1274	5,1640	4,8770	3,2140	18,1301	139,7359	127	1,0239	13	2,0734	18	1,9312
231	75	2	7,0243	27,8256	6,5490	4,8980	5,1080	18,5899	133,9628	334	1,1468	29	2,1099	50	2,4459

ID	Cenário	Fração	Área (km²)	Perímetro (km)	Diâmetro do Menor Círculo Envolvente (km)	Largura da Fração (O-L, km)	Altura da Fração (N-S, km)	Densidade Viária (km/km²)	Densidade de Interseções (nós/km²)	A Pé		Bicicleta		Auto	
										Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)
232	76	1	8,3689	20,6992	4,4740	3,7250	4,1440	18,5930	143,7463	436	1,1628	31	2,2443	221	2,2558
233	77	1	7,5239	23,9659	4,9440	3,9630	3,9120	17,4813	124,9360	437	1,1016	16	1,2978	293	1,9008
234	77	2	8,5308	19,9244	4,8160	3,4090	4,1240	18,3616	143,3628	416	1,1221	34	2,3114	234	2,1623
235	78	1	6,4696	28,7533	4,9750	4,1970	4,0670	15,3568	117,6271	96	1,0084	3	1,2437	17	1,0160
236	78	2	10,0719	31,3525	6,9410	4,1900	6,8450	18,4527	124,6042	894	0,8676	26	1,5515	270	1,6050
237	78	3	10,2449	43,9563	7,8330	3,5080	7,6370	18,2301	133,3351	520	0,8917	16	1,6873	165	2,1301
238	79	1	8,0853	22,5686	4,9110	4,2210	4,6650	18,3925	129,8656	495	1,0540	26	1,7765	353	1,7242
239	80	1	4,8975	20,1028	4,2780	3,9710	3,5560	19,6227	127,0023	649	0,8568	14	1,6423	30	1,6084
240	80	2	5,3512	22,6894	4,2890	3,1590	3,9250	17,0036	129,3161	436	0,8051	11	1,5875	112	1,6132
241	80	3	6,7086	18,6669	4,2890	4,0580	3,5120	18,1735	127,8961	349	1,0809	15	1,4295	261	1,5299
242	81	1	6,9274	24,1469	6,0920	5,0870	4,0600	19,9981	150,1281	394	1,1304	32	2,0804	79	2,8632
243	81	2	10,7311	38,9433	6,1620	4,8700	5,5210	16,5946	124,8710	203	1,0441	22	2,2166	36	2,5191
244	82	1	6,4111	27,4008	4,8520	3,5080	4,8120	17,5896	127,5909	153	0,8646	8	1,4720	67	1,8077
245	82	2	7,8232	33,5455	5,5050	3,9940	4,6590	19,3059	133,0650	918	0,8427	22	1,9312	71	1,9153
246	83	1	7,2455	35,2816	5,7520	3,5190	5,5650	16,9553	129,8744	198	0,7560	8	1,4720	84	1,7176
247	84	1	5,5046	18,1644	4,9200	2,7840	4,6510	18,2977	136,4320	270	0,9764	9	1,3854	137	1,6070
248	84	2	6,5323	29,8069	4,6040	3,4890	4,3430	17,2478	124,6109	137	0,8847	9	1,6175	8	1,3481
249	85	1	6,0934	18,6702	3,8880	3,3590	3,7630	18,0456	133,4236	318	1,1320	7	1,1239	260	1,6060
250	85	2	3,6833	17,6759	4,2190	3,5890	2,4520	18,5526	144,9783	290	0,7611	8	1,1515	30	1,3638
251	85	3	4,1399	18,4428	4,1000	3,9970	2,6050	19,0728	122,4657	596	0,8667	4	1,1048	16	1,1623
252	86	1	7,4992	26,2215	7,0080	6,7190	4,0930	16,2105	116,9462	232	0,9976	9	1,2899	135	1,3911
253	87	1	4,1626	16,6842	3,2490	2,7870	2,8680	18,7598	143,1803	434	0,7922	11	1,5875	76	1,1748
254	87	2	4,6227	14,2823	3,6130	3,1630	3,0270	16,9750	137,7989	210	1,1163	17	2,0911	57	2,1180
255	87	3	5,1742	21,5397	3,7310	3,5170	3,4650	16,9893	123,8831	75	1,0592	5	1,9068	37	1,8815

ID	Cenário	Fração	Área (km ²)	Perímetro (km)	Diâmetro do Menor Círculo Envolvente (km)	Largura da Fração (O-L, km)	Altura da Fração (N-S, km)	Densidade Viária (km/km ²)	Densidade de Interseções (nós/km ²)	A Pé		Bicicleta		Auto	
										Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)
256	88	1	5,5498	17,2329	3,2360	2,9070	2,8680	18,8726	139,8261	571	0,8944	21	1,7469	149	1,3598
257	88	2	5,9290	19,5313	4,4350	3,7040	4,1370	17,5832	135,9418	258	1,0874	19	2,1040	82	2,2032
258	89	1	6,0353	25,9004	4,5260	3,9520	3,1780	16,9201	120,6230	90	1,2205	11	2,1401	144	1,9393
259	89	2	7,2473	30,8427	5,2700	4,8910	4,0470	15,7667	120,5972	135	0,9109	5	1,2198	42	1,2299
260	90	1	7,3166	20,7036	4,8010	4,4220	3,8000	18,8133	139,5461	202	0,7387	10	1,7051	43	1,4665
261	91	1	2,1322	8,8333	2,6250	2,2310	2,3790	21,2120	173,0604	84	0,7669	4	1,7411	9	1,6429
262	91	2	3,1541	11,6680	2,7870	2,7870	2,2070	19,4220	130,9425	120	0,9500	7	1,9965	6	0,9946
263	91	3	3,9810	13,2728	3,5750	2,7880	3,5240	17,9269	131,8779	144	0,9166	4	0,6634	98	1,3515
264	92	1	4,9662	25,8115	4,4690	3,5130	3,7210	16,4958	126,4556	120	0,7329	4	1,2559	58	1,3182
265	93	1	2,0551	10,1308	2,8490	1,9320	2,5440	16,7014	144,5207	46	0,7838	0	0,0000	0	0,0000
266	93	2	3,2319	13,5068	3,3980	3,1110	2,6150	18,0639	116,9598	494	0,7399	4	1,1048	10	1,2069
267	93	3	3,3578	10,7426	2,8520	2,6250	2,3360	19,0730	145,3318	93	0,6885	2	1,1630	44	1,4107
268	94	1	3,9600	14,4358	3,4620	3,1540	2,6480	16,6654	137,3727	176	0,8913	10	1,5764	22	1,5334
269	94	2	6,8833	26,6317	4,1550	3,5980	3,4480	17,6811	125,5205	256	1,1076	14	1,9713	64	1,7965
270	95	1	7,1664	22,5778	6,1590	5,8500	3,1250	15,7295	108,4228	194	1,0861	17	1,6282	129	1,3828
271	95	2	7,2154	25,2779	4,7870	3,8240	4,4620	19,5853	141,3639	701	0,9972	31	1,7168	171	1,4379
272	96	1	1,0626	4,2162	1,4490	1,2490	1,3060	10,1383	131,7575	0	0,0000	0	0,0000	0	0,0000
273	96	2	3,0677	18,0161	4,1400	2,3220	4,0630	19,4480	142,4500	170	0,6410	2	1,7872	14	1,0594
274	97	1	3,9927	15,0898	3,5210	2,1850	3,4480	17,2883	118,9685	164	1,0538	7	1,1296	7	1,2584
275	97	2	8,2058	21,2025	5,0600	3,7330	4,9770	19,3949	141,3629	406	1,0117	13	2,1361	180	1,8445
276	98	1	2,5042	9,0342	3,0250	1,9910	2,5670	17,0625	138,1686	31	0,5895	1	0,7704	0	0,0000
277	98	2	3,3900	14,2633	3,8420	3,3610	3,1140	18,7016	143,9538	47	0,9566	5	1,0810	2	0,5264
278	99	1	8,5035	27,4027	5,9740	3,8190	5,1340	19,1769	139,2373	783	1,0889	42	1,8037	306	1,8666
279	100	1	1,3091	7,0738	2,0360	2,0260	0,9180	5,0711	29,7906	0	0,0000	0	0,0000	0	0,0000

ID	Cenário	Fração	Área (km²)	Perímetro (km)	Diâmetro do Menor Círculo Envolvente (km)	Largura da Fração (O-L, km)	Altura da Fração (N-S, km)	Densidade Viária (km/km²)	Densidade de Interseções (nós/km²)	A Pé		Bicicleta		Auto	
										Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)
280	100	2	1,7550	7,9822	2,7650	1,9440	2,3420	20,0767	156,1227	53	0,5686	0	0,0000	5	1,3215
281	100	3	5,6510	13,2114	4,1860	2,7800	3,8730	17,7343	130,2421	155	0,8262	9	1,2627	51	1,2966
282	101	1	7,8504	18,6609	5,0340	4,7660	3,4210	18,2831	135,1518	331	1,1414	22	1,7109	182	1,5445
283	101	2	8,2373	32,3521	6,5790	5,0760	5,1020	18,4452	137,4240	373	1,1424	31	2,1718	84	2,5791
284	102	1	2,7210	12,0853	3,8730	3,8150	7,6990	16,8237	124,9534	41	0,8537	6	1,4259	13	0,9455
285	102	2	2,9257	14,9453	3,2440	2,7880	2,5040	17,8682	143,2138	250	0,7495	6	1,5106	18	1,1227
286	103	1	5,8299	21,2767	5,0050	4,9680	3,2330	17,7671	139,4543	144	1,0211	7	1,3784	24	1,3708
287	104	1	1,3058	6,7513	2,4150	1,1610	2,3840	16,8387	143,9755	23	0,5346	2	0,0744	4	0,4697
288	104	2	2,6058	8,5356	2,6200	1,8040	2,1320	17,9096	133,9318	74	0,6503	4	0,9858	31	0,9993
289	104	3	4,3229	18,3684	5,0570	5,0410	1,8530	13,9318	99,9330	50	0,8694	0	0,0000	5	1,3332
290	105	1	7,7590	32,8300	6,5520	3,5320	6,5010	17,9059	130,9449	516	0,8747	15	1,6978	141	1,6444
291	105	2	7,9301	27,9792	4,9060	4,7500	3,8110	19,0157	136,8206	316	1,2159	8	1,2875	319	1,9569
292	106	1	1,4038	5,6717	2,0170	1,7760	1,4050	18,3807	148,8769	45	0,6764	2	1,1839	23	0,8893
293	106	2	8,4914	31,1875	5,5140	5,2680	3,4590	18,0206	130,1319	223	1,1299	7	2,1068	148	1,9643
Método: Agrupamento Progressivo (População)															
294	1	1	3,3290	13,3370	3,3920	3,3780	2,4650	17,7540	123,4599	104	0,7803	5	0,9079	37	0,8536
295	1	2	3,4443	10,6023	3,6420	2,6910	2,5800	16,9236	135,5847	56	0,6844	3	2,4622	7	0,9352
296	1	3	3,5545	12,2486	3,3980	3,0380	2,8230	18,7525	126,3180	82	0,9758	0	0,0000	14	1,3529
297	1	4	5,1676	18,3473	4,4460	3,0180	4,1470	18,1231	144,9412	229	0,9536	14	2,1068	55	2,1352
298	1	5	5,3040	26,4631	4,9690	3,2790	4,9130	16,2725	126,6978	144	0,7046	4	1,2559	63	1,5041
299	2	1	3,8659	15,2227	4,8180	1,8470	4,7790	17,5200	130,6283	107	0,9585	4	0,6634	79	1,3069
300	2	2	4,1244	12,9432	3,8880	3,0250	3,2130	19,8201	147,8990	205	0,7020	4	1,3111	16	1,3664
301	2	3	4,7795	18,3925	5,0050	4,9500	3,1160	17,5687	134,9510	66	0,8046	3	0,9282	12	0,7163
302	2	4	13,8582	36,7608	7,5280	5,7670	6,9480	9,6567	68,6235	101	0,7981	6	1,4259	22	1,4293

ID	Cenário	Fração	Área (km²)	Perímetro (km)	Diâmetro do Menor Círculo Envolvente (km)	Largura da Fração (O-L, km)	Altura da Fração (N-S, km)	Densidade Viária (km/km²)	Densidade de Interseções (nós/km²)	A Pé		Bicicleta		Auto	
										Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)
303	3	1	2,9871	15,4047	3,8040	3,0170	3,2960	18,8806	145,6239	182	0,6596	2	1,3013	14	1,2655
304	3	2	3,3431	10,5390	3,2570	1,9010	3,1690	18,6750	137,2994	184	0,7839	5	1,5748	27	1,2036
305	3	3	4,3947	19,4695	4,4000	3,8340	3,7750	18,1189	140,3967	50	0,9400	5	1,0810	2	0,5264
306	3	4	4,5080	16,5685	4,8780	3,6510	3,8570	20,4292	151,0649	231	1,0422	14	1,6508	34	2,7824
307	3	5	4,9155	27,4587	4,3470	3,3300	3,7290	16,4073	122,4695	168	0,7338	6	1,1558	106	1,5440
308	3	6	5,4978	19,9355	5,7050	5,0050	3,0260	15,3894	110,0430	128	0,7982	6	1,1222	41	1,1920
309	3	7	5,7657	20,2116	5,2510	3,4060	4,9490	17,8631	79,6082	191	1,1407	21	1,8371	108	1,9404
310	3	8	11,8100	25,9392	7,2590	4,1360	6,7700	9,1620	66,2997	95	0,9234	7	1,5795	29	1,3083
311	4	1	2,7605	13,0293	3,7280	2,9940	2,8630	19,1473	145,9877	137	0,6080	5	0,4782	19	0,6111
312	4	2	4,0785	16,6677	4,0490	2,4060	3,9800	18,0838	127,7415	87	0,7941	0	0,0000	22	0,9396
313	4	3	6,3785	26,8593	6,4490	5,1520	5,0800	16,2841	137,1798	217	0,8650	12	2,0540	31	1,9311
314	4	4	14,2749	33,1730	7,5150	5,4720	6,9360	9,9758	70,4031	140	1,0249	8	1,2272	71	1,3816
315	5	1	3,0636	11,9894	3,2300	2,5760	2,4810	17,8561	130,2388	87	0,9291	10	1,4194	17	1,1424
316	5	2	3,2648	12,2700	3,6360	3,4620	2,1080	19,6204	122,2128	576	0,8374	4	1,1048	14	0,9936
317	5	3	3,4529	10,9011	2,8620	2,7890	2,4300	17,5216	132,3529	121	0,8892	2	0,2064	67	1,1622
318	5	4	3,8639	11,4099	3,1980	1,8980	3,0260	18,1892	141,5651	117	0,9638	0	0,0000	50	1,4774
319	5	5	4,8383	24,0718	4,5240	2,5610	4,3530	16,5786	118,2234	135	0,7019	3	0,7474	65	1,4779
320	5	6	5,4044	22,6063	5,5740	3,8560	4,9730	17,7872	139,3297	212	0,8477	14	2,1068	35	2,1722
321	5	7	12,7202	33,5526	8,0520	4,9950	7,6860	8,9329	61,5556	81	0,8146	3	1,0842	12	0,8162
322	6	1	2,0791	9,5653	2,5970	2,5820	1,7240	18,0891	147,1794	180	0,6641	2	1,3013	14	1,2655
323	6	2	3,1550	13,3021	3,1240	2,9100	1,7320	18,0805	132,4891	170	0,7205	3	0,7474	48	0,9751
324	6	3	3,6851	16,1601	3,9880	3,9510	2,3930	18,3418	121,5716	153	0,9608	11	1,2878	107	1,1632
325	6	4	4,5587	19,9293	5,5850	3,2730	5,0910	18,4310	144,3396	233	0,9704	15	2,0382	21	1,5292
326	6	5	4,6395	15,7983	3,9060	3,0160	3,2060	17,8629	146,7816	209	0,9594	12	2,0540	38	2,1569
327	6	6	4,7675	17,3098	3,5430	3,0430	3,0440	18,4149	134,2433	114	0,9741	0	0,0000	32	1,5525

ID	Cenário	Fração	Área (km²)	Perímetro (km)	Diâmetro do Menor Círculo Envolvente (km)	Largura da Fração (O-L, km)	Altura da Fração (N-S, km)	Densidade Viária (km/km²)	Densidade de Interseções (nós/km²)	A Pé		Bicicleta		Auto	
										Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)
328	6	7	12,8441	32,9033	7,5320	5,4030	6,9270	8,9727	64,5433	102	0,8716	4	1,2894	37	1,1164
329	7	1	2,1809	10,6329	3,2920	1,5810	3,1750	17,7651	135,7228	65	0,7951	6	0,9645	6	0,6861
330	7	2	4,5050	17,2296	4,4230	3,0170	4,1390	18,0787	145,6170	203	0,8449	14	2,1068	30	2,3856
331	7	3	4,7739	23,7462	5,8960	5,4960	2,6920	16,2848	113,7442	112	0,9301	9	1,3888	109	1,8474
332	7	4	5,7267	18,6191	5,2600	5,0600	2,3840	15,5579	111,9310	134	1,0001	8	1,2272	63	1,3873
333	7	5	11,2648	26,8591	6,4820	6,0700	4,5540	9,5236	61,2526	577	0,8443	6	1,9212	14	0,9936
334	8	1	1,6328	7,9907	2,1520	1,5670	2,0050	19,3512	136,5791	65	0,7951	6	0,9645	6	0,6861
335	8	2	2,3567	7,3339	2,7230	2,5950	1,8580	18,4477	114,5649	474	0,6990	4	1,1048	8	0,9229
336	8	3	2,6702	8,8012	2,9330	2,1600	2,3470	18,1218	123,2126	74	0,6236	3	0,7352	38	0,9893
337	8	4	3,5747	12,1228	2,9870	2,4360	2,5290	17,3623	123,3671	152	1,0853	3	0,7327	104	1,2008
338	8	5	3,6200	19,9829	5,2960	3,4160	4,9580	15,9643	124,5856	100	0,5762	3	0,7474	34	1,5597
339	8	6	13,7268	31,9915	7,5470	4,9790	6,9720	9,7265	67,8965	134	1,0001	8	1,2272	63	1,3873
340	9	1	2,1597	12,1767	2,6590	2,1070	2,3180	18,2599	142,6130	168	0,6456	2	1,7872	14	1,0594
341	9	2	2,3186	11,6782	2,9930	2,1900	2,9060	18,5185	146,6419	116	0,6245	5	0,8306	33	0,9412
342	9	3	3,1372	9,5963	2,6020	2,5690	2,4400	17,1553	129,0957	80	0,7922	2	0,2064	57	1,2218
343	9	4	3,3394	15,9573	4,4530	3,7040	3,1820	17,9895	147,9314	82	0,7692	0	0,0000	28	1,3750
344	9	5	3,5962	15,9670	4,3230	4,0250	2,4901	17,3892	124,5776	87	0,9291	11	1,6459	17	1,1424
345	9	6	4,7432	18,2631	4,6060	3,2880	4,0730	16,7534	114,9022	84	1,0317	0	0,0000	26	1,9014
346	9	7	4,8808	20,0789	4,7780	3,0250	4,1180	16,6339	136,0431	171	0,8758	7	1,6147	36	1,4482
347	9	8	12,5740	32,7328	8,6170	8,4010	5,5750	9,2102	57,9769	577	0,8443	6	1,9212	14	0,9936
348	10	1	20,8117	62,8785	8,9030	6,9680	7,7160	18,7597	139,9695	1377	1,1955	98	2,4875	777	2,8708
349	10	2	29,0847	72,7492	10,5180	8,4090	10,1700	14,5630	101,3935	1223	1,1314	86	2,6733	432	2,4064
350	11	1	24,4342	63,0350	11,1780	10,3920	5,5420	18,7866	137,8394	1227	1,3866	133	2,6515	782	3,0236
351	11	2	25,4621	64,2926	8,8630	8,4750	7,6380	14,2480	117,5864	1715	1,2317	119	2,9637	585	2,2741
352	12	1	18,9222	62,4613	9,7200	6,0120	9,2660	19,1425	137,0347	1464	1,2520	107	2,3277	996	2,9572

ID	Cenário	Fração	Área (km²)	Perímetro (km)	Diâmetro do Menor Círculo Envolvente (km)	Largura da Fração (O-L, km)	Altura da Fração (N-S, km)	Densidade Viária (km/km²)	Densidade de Interseções (nós/km²)	A Pé		Bicicleta		Auto	
										Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)
353	12	2	30,9742	71,1380	12,2500	7,4940	11,7930	14,6698	105,5396	1270	1,0338	89	2,3881	407	2,4349
354	13	1	22,5909	67,5038	10,1550	6,9770	9,2800	19,0011	138,9938	1600	1,2880	122	2,6233	1213	3,1225
355	13	2	27,3054	66,5990	10,5430	7,5010	10,2060	14,1297	99,6871	1014	1,0700	75	2,6332	298	2,2976
356	14	1	28,2135	71,5351	10,5640	8,4660	10,2020	14,4044	101,0510	1116	1,1075	75	2,6332	304	2,2737
357	15	1	18,5662	61,9750	9,7230	5,5080	9,2800	19,0696	138,1004	1282	1,1039	69	2,2515	593	2,9215
358	15	2	31,3302	73,0758	11,5160	7,5160	11,3410	14,7246	105,2660	1290	1,1749	117	2,7099	534	2,4954
359	16	1	22,5499	64,9837	10,5650	8,4020	10,0750	18,7707	139,6018	1392	1,2265	104	2,5546	824	2,9439
360	16	2	27,3465	70,8876	9,1890	8,4560	7,5320	14,3034	99,2448	1245	1,2223	71	2,6708	378	2,1825
361	17	1	24,7222	63,5953	8,8490	8,4280	6,9370	14,0896	97,1999	1614	1,1557	103	2,9317	433	2,1436
362	17	2	25,1741	62,3378	11,3430	10,3480	5,4990	18,8557	137,4030	1409	1,4532	167	2,8035	1261	3,1081
363	18	1	21,1365	46,2253	8,2100	6,9770	7,0240	18,7436	139,2848	1086	1,3141	117	2,5845	903	2,5887
364	18	2	28,7598	86,4507	13,5410	10,4320	11,7730	14,5951	101,4610	1814	1,1313	119	2,9247	521	2,9272
365	19	1	11,8275	33,3051	5,8840	5,7670	5,4280	18,4440	136,9692	387	1,1021	39	2,1675	220	2,3682
366	19	2	17,8860	52,1624	8,2810	6,9500	6,4870	18,8221	139,4389	1005	1,2860	89	2,4843	639	2,8194
367	19	3	20,1829	59,6981	8,8770	8,4310	6,7900	12,6024	86,6079	1095	0,9972	51	2,6092	132	2,1095
368	20	1	13,9657	40,7340	7,2570	6,9650	5,0730	18,6361	141,7043	757	1,2812	68	2,5367	309	2,8474
369	20	2	25,7990	59,7945	10,5440	7,2790	10,1820	13,8944	98,3370	740	1,3278	71	2,3994	617	2,1361
370	21	1	14,4140	36,6430	7,9580	6,5760	5,4010	18,6185	139,1704	579	1,1653	59	2,2871	273	2,4077
371	21	2	16,2132	57,7646	9,5750	5,5430	9,2840	19,0199	137,4803	1102	1,1470	70	2,3400	658	2,9343
372	21	3	19,2692	49,8909	8,2650	7,5180	7,9440	12,2473	84,4355	730	0,8981	44	2,9554	123	1,8002
373	22	1	15,1286	52,3800	8,1030	5,5030	7,5500	18,9334	138,3472	940	1,0873	47	2,2019	468	2,8594
374	22	2	21,7499	55,5340	8,6300	8,4460	7,6410	13,1933	89,9775	1046	1,1822	56	2,9223	255	2,0431
375	23	1	14,4019	57,6962	9,6470	5,1040	9,2840	18,9683	139,5653	903	1,0448	50	2,1147	361	2,9657
376	23	2	20,0758	48,3006	8,1280	7,5150	7,6550	12,5788	85,5258	821	0,9458	51	2,8530	200	1,7755
377	24	1	11,0198	39,8698	6,6310	4,2460	6,4860	18,2521	131,0367	871	1,1470	46	1,8514	494	2,0982

ID	Cenário	Fração	Área (km²)	Perímetro (km)	Diâmetro do Menor Círculo Envolvente (km)	Largura da Fração (O-L, km)	Altura da Fração (N-S, km)	Densidade Viária (km/km²)	Densidade de Interseções (nós/km²)	A Pé		Bicicleta		Auto	
										Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)
378	24	2	17,5232	42,4945	8,6480	8,1740	5,4190	19,0799	142,1543	939	1,2886	81	2,5876	563	2,8382
379	24	3	21,3534	63,8575	10,5220	7,5170	10,0530	12,7820	90,2435	699	0,8282	19	1,4079	83	1,3865
380	25	1	10,2085	25,1055	5,5630	3,8660	4,9560	18,4065	139,1971	499	1,1625	38	2,3030	342	2,1952
381	25	2	10,2725	35,4429	9,0590	5,7580	7,7010	19,0380	138,9141	618	1,0394	41	2,0534	176	2,8565
382	25	3	23,1157	54,4382	10,4570	5,7890	10,1600	13,2826	95,1303	469	1,2015	49	2,1874	303	2,2587
383	26	1	5,3863	23,9031	4,7660	3,0440	4,4450	19,3924	144,2544	456	0,8176	13	1,4903	103	1,2412
384	26	2	12,3258	31,0954	6,3860	5,4380	5,1040	18,3546	138,6518	388	1,1645	45	2,0447	141	2,3908
385	27	1	4,9765	15,7928	3,8670	2,8080	3,5770	18,0559	137,2448	247	0,9685	5	0,7200	100	1,4415
386	27	2	7,3617	28,3580	7,5540	4,4060	6,4890	19,0292	138,6900	399	1,0279	33	2,0882	88	2,8196
387	27	3	11,7408	34,9815	6,2120	4,9580	5,6170	18,1523	135,5959	309	1,1238	30	1,8284	96	2,2526
388	27	4	15,6088	50,9583	8,9210	8,3920	6,5750	10,9927	73,3560	767	0,8330	8	1,8877	30	1,1143
389	28	1	8,1773	28,7705	6,7370	3,8800	6,5620	17,5340	131,2172	360	1,0635	23	1,8346	158	1,4454
390	29	1	5,9608	28,5968	5,9520	3,5640	5,1340	18,5566	137,3975	323	0,7736	8	1,1845	48	0,8792
391	29	2	9,2684	24,8400	5,5600	3,8510	4,9860	18,4282	140,2617	461	1,1768	31	2,2443	256	2,2035
392	29	3	15,2797	37,3467	8,1890	5,4830	7,9590	10,4118	74,2163	163	1,0621	8	1,2272	79	1,4260
393	30	1	9,3091	20,9647	4,7780	3,7420	4,1370	18,5525	142,2269	474	1,1489	38	2,3030	303	2,2447
394	30	2	15,9335	34,7165	8,1670	4,9940	7,9440	10,8819	75,3760	229	1,1207	15	1,4855	107	1,6097
395	31	1	4,2105	13,4954	3,4680	2,7980	3,4140	18,0527	135,8507	179	0,9309	4	0,1404	86	1,3113
396	32	1	6,4744	19,1005	3,9970	3,9420	3,5120	18,2620	125,1084	338	0,9824	13	1,2237	230	1,3487
397	32	2	8,5754	29,8649	5,1100	4,1590	4,7470	18,2175	143,0836	204	1,0502	19	1,5937	33	1,7669
398	32	3	15,8102	44,4887	7,8370	7,5450	6,6220	10,7617	70,9034	575	0,8055	30	2,8524	41	2,0328
399	33	1	4,1067	14,1715	3,4170	3,3600	2,4590	17,9164	127,5968	152	0,7976	5	0,9079	56	1,0494
400	33	2	8,6120	22,6677	5,0690	4,2330	4,1910	18,2042	141,1990	356	0,9727	27	2,0391	114	2,0784
401	33	3	9,3404	34,0442	6,9890	5,7140	5,8220	17,9293	138,5380	186	1,0015	17	1,2595	48	1,2857
402	33	4	10,2256	36,8214	6,6030	5,1120	5,0960	18,6026	136,4218	474	1,1952	37	2,2991	145	2,7700

ID	Cenário	Fração	Área (km²)	Perímetro (km)	Diâmetro do Menor Círculo Envolvente (km)	Largura da Fração (O-L, km)	Altura da Fração (N-S, km)	Densidade Viária (km/km²)	Densidade de Interseções (nós/km²)	A Pé		Bicicleta		Auto	
										Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)
403	33	5	13,4491	38,9056	8,5760	8,4160	5,5750	9,7190	62,2346	597	0,8733	6	1,9212	16	1,1623
404	34	1	5,9251	24,0162	4,2420	3,2790	3,7840	16,9259	125,0607	229	0,8970	8	1,3295	123	1,6386
405	34	2	6,7035	17,8913	4,9140	2,9880	4,4350	18,9655	138,4347	285	0,9404	14	1,1762	225	1,5919
406	34	3	16,8606	46,7336	7,8490	7,5260	6,6160	11,2606	76,4505	614	0,8419	33	3,0760	45	2,1937
407	35	1	3,4328	11,6882	3,4830	2,1160	3,4180	17,8524	133,7088	145	0,9890	4	0,1404	69	1,3514
408	35	2	18,1215	50,4285	10,5440	5,0330	10,0300	11,7869	85,4787	204	1,0226	13	1,1710	73	1,4111
409	36	1	5,0706	22,5236	4,6330	3,0160	4,4350	19,3891	142,9801	436	0,7898	11	1,5875	76	1,1748
410	36	2	5,6967	18,2659	3,9880	3,9510	3,5220	18,2142	122,3512	277	0,9648	13	1,2237	194	1,2665
411	37	1	6,0409	15,3963	4,5420	2,6430	4,4440	19,1082	138,2250	275	0,9192	14	1,1762	198	1,4927
412	37	2	8,2662	36,4314	6,7830	5,1500	6,4890	16,4046	131,6200	299	0,9010	12	1,4546	119	1,6573
413	37	3	14,7002	37,5538	7,7460	6,4910	6,7900	10,0171	70,6793	130	0,8663	7	1,5795	31	1,4165
414	38	1	5,0294	17,1827	3,9030	2,7340	3,6680	18,4880	130,4324	285	0,9657	10	1,0053	158	1,4023
415	38	2	6,0712	25,1516	5,0990	4,1800	4,6510	18,1464	145,1108	125	1,0007	7	1,1707	16	0,9371
416	38	3	13,3560	34,7077	4,1330	2,3300	4,0630	4,4670	32,7193	170	0,6410	2	1,7872	14	1,0594
417	39	1	4,6252	16,1011	4,0100	3,9490	2,3920	194,3688	123,0210	220	0,9785	13	1,2237	175	1,2395
418	39	2	5,4760	22,9939	4,9600	3,2790	4,9130	16,4475	128,3792	181	0,7531	3	0,7474	52	1,3896
419	40	1	6,6650	24,9154	4,2130	3,7160	3,7700	17,2502	124,8310	288	1,0212	11	1,1668	258	1,8402
420	40	2	7,2732	25,9426	5,1100	4,9580	4,6400	18,3057	140,3788	177	1,0219	11	1,2830	25	1,3280
421	41	1	5,2863	19,0751	5,0140	4,2780	3,8470	20,3278	147,9307	273	1,0888	18	1,8824	50	2,8305
422	41	2	5,8099	27,8603	4,6240	3,9510	3,7300	17,2204	128,7454	195	0,8950	6	1,1558	110	1,5068
423	41	3	14,4098	36,2519	8,0820	6,5100	7,6400	9,7878	66,6214	112	1,0768	5	1,7990	71	1,2832
424	42	1	3,2476	11,4046	3,2070	2,5050	2,9990	18,4348	126,8636	122	0,8073	7	0,9687	72	1,3255
425	42	2	4,6713	11,8790	3,6310	3,1550	2,5910	18,4516	144,0711	137	0,6996	9	1,8431	13	1,2658
426	42	3	5,6196	27,7040	4,9540	3,2560	4,9080	16,4999	128,8339	174	0,7723	6	1,1558	102	1,6556
427	42	4	13,6498	35,3089	7,7450	6,4990	6,7570	9,3435	63,8103	95	0,9234	7	1,5795	29	1,3083

ID	Cenário	Fração	Área (km²)	Perímetro (km)	Diâmetro do Menor Círculo Envolvente (km)	Largura da Fração (O-L, km)	Altura da Fração (N-S, km)	Densidade Viária (km/km²)	Densidade de Interseções (nós/km²)	A Pé		Bicicleta		Auto	
										Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)
428	43	1	2,9469	14,4039	3,2620	2,3070	3,1680	17,6867	138,1103	98	0,7235	6	0,9645	12	1,3251
429	43	2	3,3966	14,7344	3,2700	2,1840	2,7650	19,1154	142,7907	341	0,7265	5	1,1633	70	1,1497
430	43	3	3,7312	11,8200	3,4070	3,1520	2,5650	18,6381	147,9436	109	0,6455	4	1,1903	0	0,0000
431	43	4	4,4816	14,1303	3,7430	3,1470	3,5170	18,0023	122,2790	152	0,8133	9	0,9470	107	1,1828
432	43	5	5,7985	24,3568	5,5140	4,9320	4,5340	18,1898	142,4498	95	0,8151	7	1,1104	27	0,9033
433	43	6	5,9045	17,5913	4,4780	4,2420	3,8380	19,0146	132,7790	228	0,9227	7	1,7573	49	1,8962
434	43	7	6,9868	32,7950	6,6110	5,0890	5,4450	18,0943	142,8409	291	0,9805	16	2,0847	64	1,5819
435	43	8	15,5877	43,9331	8,6170	8,4310	6,4100	10,8842	71,9797	627	0,8463	6	1,9212	19	1,0830
Método: Agrupamento Progressivo (Zonas)															
436	1	1	2,6162	14,6316	3,9450	3,6900	2,0420	14,5925	99,7634	18	0,7216	1	2,7815	12	1,0282
437	1	2	2,8931	12,9615	3,9040	1,8750	3,5870	17,3753	132,0401	90	0,7569	2	0,2064	30	0,7331
438	1	3	3,3829	9,0264	2,7900	2,2920	2,3890	17,5321	135,3885	79	0,9801	6	1,1713	50	1,0831
439	1	4	3,8808	15,3317	3,6620	3,5680	2,4110	18,6708	152,2876	106	0,8237	0	0,0000	26	1,3586
440	1	5	4,3046	20,5738	4,6370	2,4520	4,4250	19,7817	142,6370	343	0,7237	5	1,1633	70	1,1497
441	1	6	4,9362	16,5791	4,9230	3,6670	3,8480	20,6709	151,5332	318	1,1092	26	1,9101	36	2,7701
442	1	7	10,8921	26,9070	7,1610	4,8990	6,4080	7,3976	50,2200	34	0,6734	0	0,0000	0	0,0000
443	2	1	2,4831	12,3234	2,9870	2,4280	2,3950	18,5362	124,0379	93	1,0371	6	1,1077	84	1,0048
444	2	2	2,5951	10,4699	2,8950	2,1390	2,7120	18,1010	136,4105	116	0,7061	2	0,0744	13	0,9516
445	2	3	2,6812	10,8883	2,9170	2,2740	2,5450	17,4444	146,5738	78	1,0272	2	1,3950	14	0,9958
446	2	4	3,2892	13,1790	3,8350	3,5060	2,4000	16,4423	124,9531	44	1,0028	0	0,0000	13	0,8038
447	2	5	4,6463	13,9004	4,1710	2,7950	3,7900	17,3384	130,6416	98	0,7044	4	1,9624	31	1,2142
448	2	6	5,4933	26,5791	5,5200	2,5600	5,4670	17,8499	129,2489	345	0,7404	5	1,1633	102	1,5296
449	3	1	2,6804	9,7991	3,1800	1,8630	3,1550	18,7840	136,5462	173	0,7374	4	1,3111	22	1,2767
450	3	2	2,7205	10,7504	3,4490	2,7550	2,6570	15,1274	136,7381	38	1,8503	6	1,7533	18	2,0491

ID	Cenário	Fração	Área (km ²)	Perímetro (km)	Diâmetro do Menor Círculo Envolvente (km)	Largura da Fração (O-L, km)	Altura da Fração (N-S, km)	Densidade Viária (km/km ²)	Densidade de Interseções (nós/km ²)	A Pé		Bicicleta		Auto	
										Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)	Número de Viagens	Distância Média (km)
451	3	3	3,3609	11,9692	3,7000	2,6270	3,1890	18,0270	128,8341	64	0,7909	2	0,9217	15	0,8598
452	3	4	3,4441	15,4466	4,3420	2,0620	4,2000	18,2491	128,3344	108	0,7718	8	0,7750	26	0,6724
453	3	5	3,6407	18,5428	3,4830	3,0780	2,6810	16,2033	115,9120	114	0,7284	6	1,1558	62	1,3689
454	3	6	3,8070	14,2846	3,6620	3,5480	2,4010	16,8144	139,2158	78	0,8592	0	0,0000	13	0,8038
455	3	7	3,8338	20,7847	4,2850	3,0250	4,0620	18,9117	142,9410	252	0,7456	6	1,5106	18	1,1227
456	3	8	5,8842	18,0641	5,0340	4,6210	2,5900	18,1370	146,8327	166	0,7407	9	1,8431	19	1,1634
457	3	9	12,1985	31,8289	7,8530	7,5000	5,5700	8,6385	53,2034	475	0,7076	6	1,9212	8	0,9229
458	4	1	2,6510	7,9023	2,3800	1,8940	2,1590	18,3769	134,2887	69	0,8130	0	0,0000	15	0,9737
459	4	2	2,7499	12,5357	3,3150	3,0190	2,6420	15,7341	138,9123	126	0,8099	6	1,7533	5	1,7952
460	4	3	2,7567	9,2014	2,8140	2,0580	2,3950	16,7784	131,3172	44	1,0028	0	0,0000	13	0,8038
461	4	4	3,3639	11,2968	3,0340	2,7280	2,4380	18,9500	133,1770	179	0,8350	9	0,9186	71	0,9973
462	4	5	3,3700	13,9137	4,3540	2,6810	3,7750	21,1514	166,7632	233	0,9704	15	2,0382	17	1,7100
463	4	6	3,8832	11,6793	3,6620	3,0570	2,5350	17,9601	137,2578	130	1,0456	6	1,4512	23	1,3977
464	4	7	4,8672	22,8291	3,5650	3,2690	2,9570	16,1272	117,1097	50	1,0357	1	2,7815	36	1,4126
465	4	8	5,1994	12,3026	4,1020	3,3000	2,5830	18,9169	142,5172	167	0,7365	10	1,7371	39	1,2330
466	4	9	9,8417	24,5727	7,1210	4,9040	5,5640	6,1919	38,5095	0	0,0000	0	0,0000	0	0,0000
467	5	1	2,8920	13,4403	5,4770	5,0330	3,2790	12,5944	88,5187	34	0,6734	0	0,0000	0	0,0000
468	5	2	3,0265	12,3146	2,9330	2,4410	2,5290	17,8204	121,5912	116	0,9823	3	0,7327	75	0,9629
469	5	3	2,0834	9,6072	2,8030	1,8360	2,7120	17,3329	144,4720	46	0,5234	2	0,0744	12	0,7157
470	5	4	4,1566	17,7781	5,4960	5,0230	3,2970	16,7651	134,9655	117	0,9149	0	0,0000	34	1,3304
471	5	5	10,0571	21,9848	6,6160	2,6590	6,4630	7,6841	55,9806	32	1,1079	4	1,1650	18	0,8497