



Relações entre Forma Urbana, Questões Socioeconômicas e Comportamento de Viagem

**Um estudo de caso
em Uberlândia - MG**

Carolina Carrijo Costa

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO
MESTRADO EM ARQUITETURA E URBANISMO

CAROLINA CARRIJO COSTA

**Relações entre Forma Urbana, Questões Socioeconômicas e Comportamento de Viagem:
Um estudo de caso em Uberlândia - MG**

Uberlândia

2022/2

CAROLINA CARRIJO COSTA

**Relações entre Forma Urbana, Questões Socioeconômicas e Comportamento de Viagem:
Um estudo de caso em Uberlândia - MG**

Dissertação de mestrado entregue ao Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Uberlândia (PPGAU - UFU) para obtenção do título de mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Garrefa

Uberlândia

2022/2

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

C837 Costa, Carolina Carrijo, 1997-
2022 Relações entre Forma Urbana, Questões Socioeconômicas
e Comportamento de Viagem [recurso eletrônico] : Um
estudo de caso em Uberlândia - MG / Carolina Carrijo
Costa. - 2022.

Orientador: Fernando Garrefa.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de
Uberlândia, Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2023.8>

Inclui bibliografia.

1. Arquitetura. I. Garrefa, Fernando, 1971-, (Orient.).
II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em
Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

CDU: 72

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo
 Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 1I, Sala 234 - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
 Telefone: (34) 3239-4433 - www.ppgau.faued.ufu.br - coord.ppgau@faued.ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Arquitetura e Urbanismo				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico PPGAU				
Data:	vinte e sete de setembro de 2022	Hora de início:	8:30	Hora de encerramento:	10:40
Matrícula do Discente:	12022ARQ005				
Nome do Discente:	Carolina Carrijo Costa				
Título do Trabalho:	Relações entre Forma Urbana, Questões Socioeconômicas e Comportamento de Viagem: Um estudo de caso em Uberlândia - MG				
Área de concentração:	Projeto, Espaço e Cultura				
Linha de pesquisa:	Produção do espaço: processos urbanos, projeto e tecnologia.				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Os espaços do setor terciário e suas relações urbanas.				

Reuniu-se em web conferência pela plataforma Mconf-RNP, em conformidade com a PORTARIA nº 36, de 19 de março de 2020 da COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES, pela Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, assim composta: Professores Doutores: Vinicius de Moraes Netto – PPGAU.UFF, Glauco de Paula Coccozza – PPGAU.FAUeD.UFU e Fernando Garrefa – PPGAU.FAUeD.UFU orientador da candidata.

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr(a). Fernando Garrefa, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação da Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovada

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Fernando Garrefa, Professor(a) do Magistério Superior**, em 29/09/2022, às 09:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Glauco de Paula Coccoza, Professor(a) do Magistério Superior**, em 29/09/2022, às 12:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Carolina Costa Carrijo, Usuário Externo**, em 29/09/2022, às 18:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Vinicius M. Netto, Usuário Externo**, em 03/10/2022, às 07:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3913191** e o código CRC **BCAB6762**.

AGRADECIMENTOS

Uma dissertação nunca é fruto da energia de uma pessoa só. Se hoje temos todas essas páginas aqui escritas, devo elas à muitas pessoas.

Agradeço primeiramente meu orientador, Prof. Dr. Fernando Garrefa, pelo inestimável conhecimento e pela imensa capacidade de trazer clareza e confiança nos momentos de insegurança.

Agradeço também à minha família pelo suporte e por acreditar nos caminhos que escolhi traçar mesmo com a certeza que eles seriam tortuosos. Em especial, agradeço à minha mãe, que abraçou comigo os maiores desafios do projeto e nunca deixou de me dar forças para superá-los.

Agradeço aos tantos amigos que me apoiaram incondicionalmente e que por tantas vezes acreditaram mais no meu potencial do que eu mesma. Em especial, agradeço ao meu companheiro de vida, João Mateus Fonseca, pelas inúmeras horas dedicadas aos trabalhos de campo e por ser, por boas vezes, o suporte emocional que tanto precisei.

Agradeço ao corpo docente e administrativo do PPGAU – UFU pela excelência profissional e imensa dedicação ao curso e aos alunos. Agradeço também ao geógrafo Leandro Oliveira Silva pelo auxílio e paciência durante a execução dos mapas.

Por fim, agradeço à FAPEMIG pela disponibilização da bolsa que permitiu com que eu concluísse essa dissertação.

Obrigada por serem parte da energia.

“A cidade é a mais consistente e, no geral, a mais bem sucedida tentativa do homem de refazer o mundo onde vive de acordo com o desejo de seu coração. Porém, se a cidade é o mundo que o homem criou, então é nesse mundo que de agora em diante ele está condenado a viver. Assim, indiretamente, e sem nenhuma ideia clara da natureza de sua tarefa, ao fazer a cidade, o homem refez a si mesmo”

(Robert Park)

RESUMO

Países em desenvolvimento, especialmente a partir das últimas décadas do século XX, assistiram elevadas taxas de urbanização, que tiveram como efeito bem conhecido o crescimento caótico das cidades. Entre as atividades afetadas por tal modelo de desenvolvimento encontra-se a da circulação de pessoas e bens, que concentram grande demanda energética e um alto volume de emissões de poluentes na cidade. O problema se acentuou na medida em que a forma urbana e as condições socioeconômicas elegeram os veículos motorizados privados como meios preferenciais de transporte. O modelo contradiz na prática, os achados de extensa literatura que comprova que os meios de transporte coletivos e ativos estão relacionados a índices de consumo de energia e emissões menores do que os apresentados pelos automóveis particulares, e, por isso, seriam considerados mais sustentáveis. Considerando essa problemática, o presente trabalho buscou entender a quais parâmetros de forma urbana e socioeconômicos estão relacionados com deslocamentos de menor intensidade energética e de emissões. Para tal, lançou-se mão de dados do IBGE e análises em campo, que foram transformados em índices e analisados juntamente com as características dos deslocamentos diários dos participantes da pesquisa. Como recorte, apresenta-se 6 setores censitários com características distintas em termos de densidade demográfica e renda na cidade média Uberlândia, com cerca de 700 mil habitantes. Os parâmetros de eficiência escolhidos foram comprimento de viagem (PKM), *modal share*, índice de consumo energético (ICE) e índice de emissões (IE). Os resultados mostraram que o PKM é influenciado pela presença de equipamentos básicos na região, uso do solo e conectividade, enquanto o *modal share* é uma função majoritariamente vinculada à renda, com influência secundária do PKM. Os índices de consumo energético e emissões são, por sua vez, função do *modal share*, sendo que para último o combustível utilizado também importa. Os resultados do trabalho apontam uma importante influência da forma urbana no comportamento de viagens, com especial potencial de viabilizar desejáveis mudanças em direção a modelos mais sustentáveis de deslocamentos. Os dados demonstram também uma grande influência da renda familiar, constatando-se considerável aumento de emissões e piora da eficiência energética na medida em que o poder aquisitivo é maior. Por fim, entende-

se que o trabalho lega importantes subsídios a planejadores urbanos, projetistas e gestores públicos na elaboração de projetos, intervenções e políticas públicas que conduzem a cidades com maior qualidade de vida e ambientalmente sustentáveis.

ABSTRACT

Developing countries, especially in the last decades of the 20th century, witnessed high rates of urbanization, which had the well-known effect of the cities chaotic growth. Among the activities affected by such a development model is the circulation of people and goods, which concentrate great energy demand and a high volume of pollutant emissions in the city. The problem was accentuated as the urban form and socioeconomic conditions elected private motor vehicles as the preferred means of transport. In practice, the model contradicts the findings of extensive literature that proves that collective and active means of transport are related to lower energy consumption and emissions rates than those presented by private cars, and therefore would be considered more sustainable. Considering this problem, the present work sought to understand which urban and socioeconomic parameters are related to lower energy and emission intensity displacements. To this end, IBGE data and field analysis were transformed into indices and analyzed together with the characteristics of the research participants' daily commutes. As a cutout, 6 census sectors are presented with different characteristics in terms of population density and income in the medium city of Uberlândia, with about 700 thousand inhabitants. The efficiency parameters chosen were trip length (PKM), modal share, energy consumption index (ICE) and emissions index (IE). The results showed that PKM is influenced by the presence of basic urban equipment in the region, land use and connectivity, while modal share is a function mostly linked to income, with a secondary influence of PKM. The energy consumption and emissions indices are, in turn, a function of the modal share, and for the latter, the fuel used also matters. The results point to an important influence of the urban form on travel behavior, especially its potential to enable desirable changes towards more sustainable models of travel. The data also show a great influence of family income, with a considerable increase in emissions and a worsening of energy efficiency as purchasing power increases. Finally, it is understood that the work bequeaths important subsidies to urban planners, designers and public managers in the elaboration of projects, interventions and public policies that leads to cities with better quality of life and environmentally sustainable.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:Taxa de motorização comparando 2005 e 2015	32
Figura 2: Tessalônica, na Grécia, preserva características da cidade medieval com traçados orgânicos (lado esquerdo) e a parte mais nova (lado direito) reproduz um modelo clássico europeu de cidade compacta	35
Figura 3: Toronto, no Canadá preservou uma conformação típica de "transit city" e os núdulos mais densos formados nos arredores das linhas de transporte público são claras, apesar da dispersão que as cercam	37
Figura 4: Amsterdã, na Holanda, é um caso emblemático de planejamento urbano para crescimento compacto	38
Figura 5: Urbanização em baixas densidades e uso do solo estritamente residencial típica do subúrbio norte-americano, em Las Vegas	40
Figura 6: Tóquio, no Japão, uma das cidades mais densas do mundo	46
Figura 7: Empreendimento residencial típico do subúrbio norte americano em Las Vegas ...	51
Figura 8:Em Barcelona as quadras são tipicamente quadradas e com aproximadamente 90 metros de lado. A conectividade ainda aumenta em algumas quadras que são "cortadas" ao meio	55
Figura 9: No centro de Belo Horizonte (MG) também é verificado o traçado ortogonal, com quadras de aproximadamente 130 metros	56
Figura 10: Representação dos padrões de viagem em áreas metropolitanas de acordo com a quantidade de centros	58
Figura 11: Ausim, no Egito é um bom exemplo de cidade com limites urbanos respeitados. Na imagem é possível identificar que as densidades de mantém até a borda, sem formação de manchas espraiadas	60
Figura 12: Distribuição espacial da densidade em 7 metrópoles ao redor do mundo. Eixos X e Y são a representação da área construída em plano, eixo Z representa a densidade populacional	64
Figura 13: Políticas recentes de promoção do uso de alternativas mais sustentáveis que o carro no transporte	77

Figura 14: Avenida que delimita a área 1 marcada pela infraestura rodoviária.....	141
Figura 15: Avenida que delimita a área 1 marcada pela infraestura rodoviária.....	141
Figura 16: Ponto de ônibus localizado em uma das avenidas que delimitam a área 1	142
Figura 17: Avenida que delimita a área 1 marcada pelos muros de condomínios	142
Figura 18: Paisagismo de fachada característico do interior do bairro.....	144
Figura 19: Paisagem característica do interior do bairro marcada pela presença de árvores	144
Figura 20: Exemplo de lote vago que permeia a área com presença de material de construção	145
Figura 21: Lote vago mal cuidado com a presença de mato	145
Figura 22: Conjunto comercial na Av. Afrânio Rodrigues da Cunha	149
Figura 23: Parte mais residencial e térrea do bairro, com destaque para a parte edificada ao fundo.....	150
Figura 24: Edifícios altos e carros compondo a paisagem na área 2 - Tabajaras.....	151
Figura 25: Comércio que permeiam a região residencial do bairro Tabajaras, ressalta-se a qualidade das calçadas	152
Figura 26: Casa da cultura de Uberlândia dividindo paisagem com edifícios altos na área 2 - Tabajaras.....	153
Figura 27: Vagas de estacionamento lotadas dos dois lados da rua.....	154
Figura 28: Pedestre buscando cachorro no petshop	155
Figura 29: Rua típica dentro da Universidade Federal de Uberlândia	161
Figura 30: Rua típica do bairro Umuarama	162
Figura 31: Acessibilidade das calçadas no bairro Umuarama	164
Figura 32: Frente do terminal Umuarama, estaca-se a ausência de pedestres.....	166
Figura 33: Entornos do terminal Umuarama, com a presença pontual de pedestres.....	166
Figura 34: Lotes vagos na quadra ao lado do terminal Umuarama	167
Figura 35: Presença massiva de carros estacionados no campus.....	168
Figura 36: Alta densidade e relevo acentuado na área 4 - Saraiva	171

Figura 37: Grande fluxo de automóveis e infraestrutura rodoviária na área 4 – Saraiva. Ressalta-se a presença de pedestres atravessando o viaduto apesar da ausência de faixas que o ligam ao interior do bairro	171
Figura 38: Rua arborizada na área 4 – Saraiva e Avenida Rondon Pacheco ao fundo.....	173
Figura 39: Prédios sombreando as calçadas na área 4 - Saraiva.....	174
Figura 40: Praça Virgilato Orozimbo Pereira na área 4 - Saraiva	175
Figura 41: Comércio pontuais ao longo de áreas residenciais. Destaca-se o entulho na porta de uma das casas ao fundo	178
Figura 42: Praça Generosa Maria de Sousa.....	179
Figura 43: Mobiliário da praça.....	180
Figura 44: Rua típica na área 5	181
Figura 45: Avenida José Fonseca e Silva	182
Figura 46: Rua característica do bairro São Jorge	185
Figura 47: Avenidas comerciais que margeiam a área 6 – São Jorge.....	186
Figura 48: Avenidas com comércio margeando a área.....	188
Figura 49: Comércio e serviços de fundo de casa na área 6.....	191
Figura 50: Beco São Jorge cortando várias quadras na área estudada.....	192
Figura 51: Murais de artistas locais em uma das pontas do beco	193

LISTA DE MAPAS

Mapa 1: Classes sociais em Uberlândia por setor censitário	82
Mapa 2: Uberlândia pela densidade demográfica dos setores censitários	84
Mapa 3: Setores censitários de classe A/B e densidade muito baixa	85
Mapa 4: Setores censitários de classe A/B e densidade alta	86
Mapa 5: Setores censitários de classe C e densidade muito baixa	86
Mapa 6: Setores censitários de classe C e densidade alta	87
Mapa 7: Setores censitários de classe D/E e densidade muito baixa	88
Mapa 8: Setores censitários de classe D/E e densidade alta	89
Mapa 9: Áreas Selecionadas para Estudo	90
Mapa 10: Localização de Uberlândia em Minas Gerais	105
Mapa 11: Expansão de Uberlândia por década.....	108
Mapa 12: Localização dos conjuntos de habitações populares multifamiliares.....	108
Mapa 13: Divisão de Uberlândia por setores.....	110
Mapa 14: Vazios urbanos de Uberlândia	111
Mapa 15: Os eixos urbanos de Uberlândia e o direcionamento da expansão	112
Mapa 16: Eixos urbanos de Uberlândia.....	113
Mapa 17: Subcentros de Uberlândia	114
Mapa 18: Malha urbana de Uberlândia	116
Mapa 19: Padrão de conexão dentro do bairro	118
Mapa 20: Padrão de conectividade com o entorno imediato	119
Mapa 21: Padrão de conexão com a espinha dorsal.....	119
Mapa 22: Estrutura do SIT Uberlândia	122
Mapa 23: Terminais de ônibus nas pontas dos eixos estruturais	124
Mapa 24: Distribuição das ciclovias em Uberlândia.....	128
Mapa 25: Uso do solo na área 1 – Morada da Colina	140
Mapa 26: Sombreamento na área 1 - Morada da Colina.....	147
Mapa 27: Inadequação em calçadas na área 1 - Morada da Colina	147
Mapa 28: Uso do solo na área 2 - Tabajaras	149

Mapa 29: Inadequações em calçadas na área 2 - Tabajaras.....	156
Mapa 30 - Sombreamento na área 2 - Tabajaras.....	157
Mapa 31: Uso do solo na área 3 - Umuarama.....	159
Mapa 32: Sombreamento na área 3 - Umuarama	160
Mapa 33: Inadequação em calçadas na área 3 - Umuarama	163
Mapa 34: Uso do solo na área 4 - Saraiva	169
Mapa 35: Sombreamento na área 4 - Saraiva	173
Mapa 36: Inadequações em calçadas na área 4 - Saraiva	176
Mapa 37: Uso do solo na área 5 – Jardim Europa	177
Mapa 38: Adequação de calçadas na área 5 - Jardim Europa.....	184
Mapa 39: Sombreamento na área 5 – Jardim Europa.....	184
Mapa 40: Uso do solo na área 6 - São Jorge	188
Mapa 41: Inadequação em calçadas na área 6 - São Jorge.....	189
Mapa 42: Sombreamento na área 6 - São Jorge	190
Mapa 43: Principais instituições de ensino público e privado de Uberlândia	251
Mapa 44: Principais hipermercados de Uberlândia	267
Mapa 45: Shoppings e centro de Uberlândia	272
Mapa 46: Principais destinos para lazer em Uberlândia	279

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Consumo energético total por modal.....	29
Gráfico 2: Gasto energético por hora para meios de transporte selecionados.....	30
Gráfico 3: Intensidade de energia de transporte de cada meio de transporte	30
Gráfico 4: Consumo de energia no transporte.....	32
Gráfico 5: Consumo total final de energia por setor no Brasil.....	33
Gráfico 6: Energia consumida no transporte e sua relação com a densidade das cidades	44
Gráfico 7: Relação entre a estrutura urbana e efetividade do transporte público.....	62
Gráfico 8: Percentual de energia gasta por percentual de população entre 56 países em desenvolvimento	66
Gráfico 9: Relação entre frota de veículos e renda per capita entre 1991 e 2010	130
Gráfico 10: Série histórica de veículos em Uberlândia, Araguari e Uberaba	131
Gráfico 11: Modal share das viagens em Uberlândia (1978) segmentado pela motivação ..	131
Gráfico 12: Modal share das viagens em Uberlândia (2002) segmentado pela motivação ..	132
Gráfico 13: Mobilidade individual x coletiva	132
Gráfico 14: Meio de transporte utilizado por faixa de renda em Uberlândia (2002)	133
Gráfico 15: Índice de mobilidade por nível de escolaridade em Uberlândia (2002)	134
Gráfico 16: Modal share das viagens analisadas no estudo de Deus (2008)	134
Gráfico 17: Percentual das viagens totais feita por cada modal.....	195
Gráfico 18: Modal share das viagens por distância.....	195
Gráfico 19: ICE e IE por modal	196
Gráfico 20: Distribuição da frequência das distâncias percorridas a pé	198
Gráfico 21: Distribuição da frequência das distâncias percorridas de bicicleta	199
Gráfico 22: Distribuição da frequência das distâncias percorridas de ônibus	200
Gráfico 23: Distribuição da frequência das distâncias percorridas de moto	201
Gráfico 24: Distribuição da frequência das distâncias percorridas de carro	201
Gráfico 25: Distribuição da frequência das distâncias percorridas de APP.....	202
Gráfico 26: PKM dos setores segmentados pela densidade	204
Gráfico 27: Percentual de viagens por modal de acordo com a densidade.....	204

Gráfico 28: ICE e IE das viagens segmentados pela densidade	205
Gráfico 29: PKM dos setores segmentados pelo EI	207
Gráfico 30: Percentual de viagens por modal de acordo com o EI	207
Gráfico 31: ICE e IE das viagens segmentados pelo EI	208
Gráfico 32: PKM segmentado pela conectividade	210
Gráfico 33: Percentual de viagens por modal de acordo com a conectividade.....	210
Gráfico 34: ICE e IE das viagens segmentados pela conectividade	211
Gráfico 35: PKM segmentado pela distância do subcentro	212
Gráfico 36: Percentual de viagens por modal de acordo com a distância do subcentro	213
Gráfico 37: ICE e IE das viagens segmentados pela distância do subcentro	214
Gráfico 38: Percentual de viagens por modal de acordo com a densidade de transporte público	216
Gráfico 39: Percentual de viagens por modal de acordo com a densidade de ciclovias	217
Gráfico 40: Percentual de viagens por modal de acordo com o perímetro da quadra típica	218
Gráfico 41: Percentual de viagens por modal de acordo com o índice de sombreamento...	218
Gráfico 42: Percentual de viagens por modal de acordo com o índice de inadequação em calçadas	219
Gráfico 43: PKM das classes segmentado por motivação	222
Gráfico 44: Percentual de respondentes por classe que declararam se deslocar para cada motivação	223
Gráfico 45: Percentual de viagens por modal de acordo com a classe.....	224
Gráfico 46: ICE de cada classe segmentado por motivação	225
Gráfico 47: IE de cada classe segmentado por motivação	226
Gráfico 48: PKM das escolaridades segmentado por motivação	228
Gráfico 49: Percentual de respondentes por escolaridade que declararam se deslocar para cada motivação.....	229
Gráfico 50: Percentual de viagens por modal de acordo com a escolaridade	230
Gráfico 51: ICE de cada escolaridade segmentado por motivação	231
Gráfico 52: IE de cada escolaridade segmentado por motivação	231
Gráfico 53: PKM dos gêneros segmentado por motivação	233

Gráfico 54: Percentual de respondentes por gênero que declararam se deslocar para cada motivação	234
Gráfico 55: Percentual de viagens por modal de acordo com o gênero.....	234
Gráfico 56: ICE de cada gênero segmentado por motivação	236
Gráfico 57: IE de cada gênero segmentado por motivação	236
Gráfico 58: PKM das faixas etárias segmentado por motivação	237
Gráfico 59: Percentual de respondentes por faixa etária que declararam se deslocar para cada motivação	239
Gráfico 60: Percentual de viagens por modal de acordo com a faixa etária	239
Gráfico 61: ICE de cada faixa etária segmentado por motivação	240
Gráfico 62: IE de cada faixa etária segmentado por motivação	241
Gráfico 63: Média real e geral dos quilômetros totais deslocados por mês por setor.....	244
Gráfico 64: Modal share do deslocamento geral por setor	246
Gráfico 65: Relação entre quilômetros viajados, energia gasta e CO ₂ emitido por setor	247
Gráfico 66: Índice de consumo energético e de emissão de CO ₂ por setor.....	248
Gráfico 67: PKM por setor em deslocamentos para estudo	252
Gráfico 68: Modal share do deslocamento para estudos por setor	253
Gráfico 69: Índice de consumo energético e de emissão de CO ₂ por setor para estudos	255
Gráfico 70: PKM por setor em deslocamentos para trabalho.....	259
Gráfico 71: Modal share do deslocamento para trabalho por setor	260
Gráfico 72: Índice de consumo energético e de emissão de CO ₂ por setor para trabalho ...	262
Gráfico 73: PKM por setor em deslocamentos para compras cotidianas	265
Gráfico 74: Modal share do deslocamento para compras cotidianas por setor.....	268
Gráfico 75: Índice de consumo energético e de emissão de CO ₂ por setor para compras cotidianas.....	270
Gráfico 76: PKM por setor em deslocamentos para compras eventuais.....	273
Gráfico 77: Modal share do deslocamento para compras eventuais por setor.....	275
Gráfico 78: Índice de consumo energético e de emissão de CO ₂ por setor para compras eventuais	276
Gráfico 79: PKM por setor em deslocamentos para lazer.....	278

Gráfico 80: Modal share do deslocamento para lazer por setor	281
Gráfico 81: Índice de consumo energético e de emissão de CO2 por setor para lazer	282

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Parte 1 do questionário (questões socioeconômicas)	97
Quadro 2: Parte 2 do questionário (comportamento de viagem)	99
Quadro 3: Critérios de classificação da conexão	117
Quadro 4: Características gerais das áreas estudadas	138
Quadro 5: Características urbanas e sua relação com os parâmetros de eficiência	221
Quadro 6: Características socioeconômicas e sua relação com parâmetros de eficiência ...	242
Quadro 7: Características que influenciam os parâmetros de eficiência nos deslocamentos gerais	250
Quadro 8: Características que influenciam os parâmetros de eficiência nos deslocamentos para estudo.....	258
Quadro 9: Características que influenciam os parâmetros de eficiência nos deslocamentos para trabalho	265
Quadro 10: Características que influenciam os parâmetros de eficiência nos deslocamentos para compras cotidianas	272
Quadro 11: Características que influenciam os parâmetros de eficiência nos deslocamentos para compras eventuais	278
Quadro 12: Características que influenciam os parâmetros de eficiência nos deslocamentos para lazer	284

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Emissões relativas de CO ₂ por modal	31
Tabela 2: Distribuição de modais e sua relação com densidade de cidades	45
Tabela 3: Categorização da renda domiciliar mensal em classes segundo o IBGE	82
Tabela 4: Classificação da densidade demográfica para Uberlândia	84
Tabela 5: Critérios de seleção das áreas analisadas.....	85
Tabela 6: Bairro das áreas selecionadas.....	90
Tabela 7: Número de questionários a serem aplicados por setor	92
Tabela 8: Padrão de conversão do parâmetro	96
Tabela 9: Consumo médio de cada meio de transporte segundo autores	102
Tabela 10: Emissões médias de CO ₂ de cada meio de transporte por combustível	103
Tabela 11: Percentual de viagens feitas por modal no estudo de Deus (2008).....	135

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
2	OBJETIVO	24
2.1	Objetivos específicos	24
3	JUSTIFICATIVA.....	25
4	RELAÇÕES ENTRE FORMA URBANA, QUESTÕES SOCIOECONÔMICAS E MOBILIDADE E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	29
4.1	Eficiência Energética dos meios de transporte	29
4.2	Forma Urbana e Eficiência Energética no transporte	34
4.2.1	Espraçamento e Compacticidade	35
4.2.2	Densidade	44
4.2.3	Uso do solo.....	50
4.2.4	Conectividade e design de quadras	54
4.2.5	Centralidade.....	57
4.2.6	Limites urbanos.....	60
4.2.7	Tamanho da cidade.....	61
4.2.8	Formas urbanas no mundo	61
4.3	Questões Socioeconômicas e Eficiência Energética no transporte.....	65
4.3.1	Renda	65
4.3.2	Preço do combustível.....	66
4.3.3	Classe social, escolaridade, idade, gênero e outras questões.....	67
4.3.4	Forças de mercado e segregação social.....	68
4.3.5	A importância da avaliação de questões socioeconômicas.....	69
4.3.6	Riqueza a nível de Estado e mudanças transporte	69

4.4	Políticas Públicas, Planejamento Urbano e Eficiência Energética	70
4.4.1	Políticas de preço	71
4.4.2	Políticas de planejamento urbano	73
4.4.3	Apostas tecnológicas.....	77
5	METODOLOGIA	81
5.1	Panorama geral.....	81
5.2	Recorte.....	81
5.2.1	Classes sociais	81
5.2.2	Densidade demográfica	83
5.2.3	Seleção das áreas	84
5.3	Dados	92
5.3.1	Parâmetros de forma urbana	92
5.3.2	Questões Socioeconômicas	96
5.3.3	Viagens.....	98
5.4	Cálculo da Eficiência Energética	101
5.5	Análise estatística	104
6	FORMA URBANA E INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE EM UBERLÂNDIA	105
6.1	Breve história de Uberlândia	105
6.2	Forma Urbana	106
6.2.1	Espraçamento e vazios urbanos	107
6.2.2	Eixos urbanos	112
6.2.3	Subcentros	114
6.2.4	Conectividade	116
6.3	Infraestrutura de transporte	121
6.3.1	Sistema Transporte Integrado (SIT)	121

6.3.2	Meios ativos	127
6.3.3	Perspectiva	128
6.4	Comportamento de viagem.....	130
6.4.1	Tendências Gerais	130
6.4.2	Estudos sobre comportamento de viagem em Uberlândia	131
7	RESULTADOS	137
7.1	Análise das áreas selecionadas.....	137
7.1.1	Área 1 – Morada da Colina	140
7.1.2	Área 2 – Tabajaras.....	148
7.1.3	Área 3 – Umuarama	159
7.1.4	Área 4 - Saraiva	169
7.1.5	Área 5 – Jardim Europa	177
7.1.6	Área 6 – São Jorge	185
7.2	Análises por modal	195
7.2.1	Distribuição geral	195
7.2.2	Consumo de energia e emissões	196
7.2.3	PKM	198
7.3	Análises por características de forma urbana	203
7.3.1	Densidade	204
7.3.2	Uso do solo.....	206
7.3.3	Conectividade	209
7.3.4	Distância do subcentro	212
7.3.5	Densidade de transporte público	215
7.3.6	Densidade de ciclovias	217
7.3.7	Perímetro da quadra típica	217

7.3.8	Índice de sombreamento.....	218
7.3.9	Índice de inadequação de calçadas	219
7.4	Análises por características socioeconômicas.....	222
7.4.1	Classe	222
7.4.2	Escolaridade	228
7.4.3	Gênero	233
7.4.4	Faixa etária.....	237
7.5	Comportamento de viagem por setor.....	243
7.5.1	Análises gerais.....	243
7.5.2	Estudo	251
7.5.3	Trabalho	259
7.5.4	Compras Cotidianas	265
7.5.5	Compras Eventuais.....	272
7.5.6	Lazer	278
7.6	Discussão geral	285
8	CONCLUSÃO	290
	REFERÊNCIAS.....	292

INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

Países em desenvolvimento, especialmente a partir das últimas décadas do século XX, assistiram elevadas taxas de urbanização. No Brasil, estima-se que em 2050 teremos 92,4% da população vivendo em cidades e seremos o 9º país do mundo que mais trocará a população rural pela urbana. Cerca de 37,8% da população -em torno de 10,7 milhões de pessoas- trocarão o campo pelas cidades e esse fenômeno terá importantes consequências. Uma delas diz respeito ao bem conhecido crescimento caótico das cidades, que afetou e ainda afeta drasticamente a circulação de pessoas e bens, concentrando grande demanda energética e um alto volume de emissões de poluentes na cidade (UNITED NATIONS, 2019). Nas cidades é emitido em torno de 73% de CO₂ e consumido 71% de toda energia global, sendo a mobilidade urbana o contribuinte protagonista (IEA, 2022a; UN HABITAT III, 2016). Estima-se que o setor contribui com 32% de toda energia gasta e com 24% das emissões de CO₂ mundiais (IEA, 2022a, 2022b). Quando se trata do Brasil, o consumo de energia vai para 37% do total de energia gasta e 48% das emissões de CO₂, sendo o setor campeão nos dois aspectos, acima, inclusive, da indústria (IEA, 2022c, 2022d).

O problema se acentua na medida em que a forma urbana e as condições socioeconômicas elegem cada vez mais os veículos motorizados privados como meios preferenciais de transporte (OICA, [s.d.]). Trabalhos recentes na área de energia do transporte que analisam todo o ciclo de vida de cada meio consagram os modais ativos e coletivos, nessa ordem, como os mais eficientes em termos de energéticos. Por outro lado, os veículos privados -objeto de desejo da população- são os mais ineficientes.

Dentre todos os modais, os ativos (a pé e bicicleta) são mais eficientes porque utilizam apenas a energia do corpo nos deslocamentos (e um pequeno adicional para produção do meio no caso da bicicleta). Já os meios coletivos, apesar de requererem grandes volumes de energia em sua produção e operação, diluem esse consumo entre os passageiros dada sua grande capacidade e uso intensivo. Os veículos individuais, por sua vez, também carregam uma grande carga energética, e, diferente do transporte coletivo, são ineficientes ao passo que esse consumo é dividido entre poucos ocupantes. As emissões de CO₂ são, na maioria dos casos, proporcionais ao consumo energético, portanto modais energeticamente ineficientes tendem a ser ineficientes também no quesito emissão/passageiro (IPEA, 2011; KALENOJA,

1996; KOSAI; YUASA; YAMASUE, 2020; UN HABITAT III, 2016; USÓN et al., 2011). Apesar dessa sabida escala de eficiência, as taxas de motorização no mundo todo crescem a níveis alarmantes, fato que é conflitante com a urgente questão do aquecimento global (OICA, [s.d.]).

No presente trabalho, o chamado “comportamento de viagem” é a variável que descreve os hábitos de deslocamento de um indivíduo em seu dia-a-dia. São considerados a quilometragem total viajada, o meio de transporte utilizado e o padrão de deslocamento (poucos deslocamentos longos ou muitos deslocamentos curtos, por exemplo). Um comportamento de viagem dito “sustentável” ou energeticamente eficaz é aquele que utiliza a menor quantidade de energia possível para atender todas as demandas pessoais de um indivíduo (GIZ; MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2018).

Pessoas que têm suas demandas atendidas em um raio de poucos quilômetros e utilizam dos modais a pé, bicicleta ou transporte coletivo para alcançá-las, em tese, configuraram o público tradicionalmente mais sustentável no transporte cotidiano. Esse suprimento local das demandas é geralmente associado a regiões de aspecto denso e de uso do solo misto, com boa caminhabilidade e oferta de transporte coletivo. No entanto, tais características da cidade parecem perder importância na equação do comportamento de viagem à medida que a lógica do mercado e a renda interferem nos desejos, motivações e comportamentos individuais (EWING; CERVERO, 2001; EWING; HAMIDI, 2015; NECHYBA; WALSH, 2004; OSWALD; OWEN; STEINBERGER, 2020).

Nesse sentido, o trabalho busca entender a complexa relação entre os agentes que atuam no comportamento de viagem e, conseqüentemente, na eficiência energética, visando contribuir na compreensão de como tornar os deslocamentos urbanos mais sustentáveis. Para isso, a dissertação será estruturada em 5 grandes partes.

Na primeira parte serão apresentadas as questões introdutórias e que justificam a confecção do presente estudo, bem como os objetivos que ele pretende alcançar. Na segunda parte será apresentada uma revisão bibliográfica que aborda as relações entre forma urbana, aspectos socioeconômicos, mobilidade e eficiência energética, buscando esclarecer através da literatura como essas relações se dão em diferentes contextos e vertentes de estudo.

Posterior à revisão bibliográfica e baseada nesta, a terceira parte consistirá na apresentação da metodologia utilizada no trabalho. Na quarta parte será feita uma breve

revisão sobre a forma urbana de Uberlândia, com ênfase na forma com que o transporte se dá na cidade, bem como nos fatores que influenciam essa variável.

Por fim, na quinta parte serão apresentadas a análise das áreas escolhidas e os resultados obtidos com a respectiva conclusão, buscando oferecer subsídio para compreensão sobre como o comportamento de viagem e eficiência energética se relacionam aos aspectos de forma urbana e socioeconômicos.

OBJETIVO

2 OBJETIVO

Analisar a relação entre a forma urbana, aspectos socioeconômicos e comportamento de viagem, buscando entender quais desses aspectos estão relacionados a deslocamentos urbanos mais eficientes em termos energéticos e de emissões.

2.1 Objetivos específicos

- a) Identificar a quais características urbanas ou socioeconômicas os vários comportamentos de viagem se relacionam;
- b) Identificar a quais características urbanas ou socioeconômicas a (in)eficiência energética e de emissões estão relacionadas;

JUSTIFICATIVA

3 JUSTIFICATIVA

O mundo e principalmente os países em desenvolvimento vêm experienciando uma rápida urbanização e motorização, principalmente baseadas em espraiamento e uso de carros. Essa combinação pode ser catastrófica em termos de eficiência energética no transporte, visto que a necessidade de viajar longas distâncias além de ser um problema em si, ainda funciona como um incentivo ao transporte privado individual. Sabe-se que os carros são o meio de transporte mais ineficaz em termos de consumo de energia e emissões, o que é contraditório com o fato de que seu uso tem aumentado exponencialmente nos últimos anos (OICA, [s.d.]; UNITED NATIONS, 2019). A IEA (2022c) e (2022d) identificaram o transporte como o setor brasileiro protagonista no consumo de energia e na emissão de CO₂, mas a produção de combustíveis carrega muitos outros impactos ao longo da cadeia de produção. Isso acontece porque, segundo a SINDIPEÇAS e ABIPEÇAS (2019) os veículos brasileiros são majoritariamente movidos a gasolina (22,2%) ou gasolina e etanol (67,1%), sendo que os elétricos são ainda inexpressivos (0,025%).

A produção de combustíveis (sejam eles fósseis ou não) perpassa grandes custos ambientais, econômicos e sociais como grande demanda de infraestrutura, riscos à segurança e saúde de trabalhadores e comunidades vizinhas, desapropriação de povos tradicionais, desmatamento de áreas, grande geração de resíduos tóxicos, contaminação do solo, água e ar, utilização de muitos recursos não renováveis, grande consumo de água, acidificação e eutrofização de corpos d'água e ecotoxicidade. Esses impactos são agravados pelo fato de que atingem principalmente biomas sensíveis, minorias e países subdesenvolvidos, sendo, dessa forma, uma enorme fonte de injustiça socioambiental. Além dos impactos da produção, a queima de combustíveis fósseis, por sua vez, emitem enormes quantidades de CO₂ que aceleram o processo de aquecimento global (BORRION; MCMANUS; HAMMOND, 2012; OMETTO; ZWICKY; ROMA, 2009; ROURKE; CONNOLLY, 2003). Nesse sentido, estabelece-se uma questão ainda inconclusiva que diz respeito a como mudar o comportamento de viagem das pessoas.

Alguns pesquisadores advogam no sentido do planejamento urbano para cidades compactas, afirmando que essa forma urbana constitui um ambiente mais amigável para pedestres e ciclistas, além de facilitar o uso do transporte público, de forma a incentivar um

modal share mais saudável (EWING; CERVERO, 2001; EWING; HAMIDI, 2015; JENKS, 2019; NEWMAN; KENWORTHY, 1999). Outros não reconhecem o espraiamento como um problema e afirmam que essa conformação pode melhorar a fluidez do trânsito (GORDON; RICHARDSON, 1989, 1997; SORENSE, 2009). Alguns defendem que apenas as políticas de preço e taxaço são factíveis e capazes de provocar uma mudança de comportamento em massa (BREHENY, 1995; GOMEZ-IBANEZ, 1991; KIRWAN, 1992). Muitos apostam nos avanços tecnológicos no setor da mobilidade para atingir eficiência energética e baixas emissões, visto que o carro parece ser uma tendência insuperável (ECHENIQUE et al., 2012; MARTINS, 2012; NAMDEO et al., 2019). Tudo indica que nenhuma mudança é promovida com sustentabilidade sem a combinação dessas ações. A única certeza que se tem é que, independentemente da vertente utilizada, a mudança vem acompanhada de custos.

Na prática, toda essa divergência de opiniões acontece porque os trabalhos que as embasam são feitos em contextos muito diferentes, levando, naturalmente, a respostas diferentes. O que promove a mudança de comportamento depende de uma combinação de fatores culturais, sociais e políticos. Algumas sociedades são muito mais propensas a abandonar o uso do carro que outras, que trazem o veículo privado como questão de identidade, pertencimento e status (DING et al., 2017). Essas questões devem ser analisadas individualmente e a fundo antes da implementação de qualquer política. Seria imprudente deixar que evidências generalizadas direcionem a tomada de decisão dos órgãos governamentais, induzindo-os a gastar uma enorme quantidade de recursos públicos em um projeto de densificação de áreas ou implementação de trens sem a garantia de adesão populacional. Por outro lado, as consequências de deixar as forças de mercado agirem livremente podem culminar em impactos irreparáveis. Ding (2017) afirma:

“The debate on the impacts of different built environment measures on travel mode choice behavior is far away from reaching the consensus due to the different empirical contexts, geographical scales, residential self-selection, and methodologies” (DING et al., 2017).

Ao se tratar da cidade de Uberlândia, dois estudos tratam as questões de comportamento de viagem. Colesanti et al. (2014) concluiu que a escolha do modal tem forte correlação com a renda e forma urbana, e que, devido à expansão da cidade, falta de segurança e infraestrutura dos modos ativos e coletivos, houve um aumento no uso de veículos individuais motorizados e diminuição dos modais público, bicicleta e a pé. Já o estudo

de Deus (2008) analisou a relação da forma urbana da cidade com o meio de transporte utilizado e, contrariando os resultados do trabalho anterior, não verificou relação entre as duas variáveis. Por outro lado, também relatou forte correlação entre modal usado e renda do usuário, além de acrescentar a distância da viagem como aspecto importante. Nenhum deles trabalhou questões de eficiência energética.

É inegável que a mobilidade urbana atual carrega muitos impactos diretos e indiretos, que vão muito além dos citados, distribuídos ao longo de toda cadeia que a permeia. Por outro lado, o transporte é uma necessidade diária. Nesse sentido, é imprescindível investigar formas de atingimento de um novo patamar de eficiência da mobilidade urbana. Em outras palavras, é preciso desenvolver soluções para o transporte em que a densidade energética seja reduzida, sem que o atendimento das demandas diárias de um indivíduo sejam comprometidas (MINISTÉRIO DAS CIDADES; GIS, 2016). O presente estudo, portanto, se justifica pelo impacto causado pelo transporte urbano, pela urgência das questões referentes ao aquecimento global e pela individualidade regional quando se trata de comportamento de viagem. Além disso, motiva-se também pela busca ao cumprimento das seguintes diretrizes de ordem nacional e global:

- a) LEI Nº 12.587, DE 3 DE JANEIRO DE 2012: Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana ((BRASIL, 2012)), e, apesar de todas estarem relacionadas, cita-se as seguintes que são relevantes para o trabalho:

Desenvolvimento sustentável das cidades, nas dimensões socioeconômicas e ambientais; Eficiência, eficácia e efetividade na prestação dos serviços de transporte urbano; Eficiência, eficácia e efetividade na circulação urbana; Prioridade dos modos de transportes não motorizados sobre os motorizados e dos serviços de transporte público coletivo sobre o transporte individual motorizado; Mitigação dos custos ambientais, sociais e econômicos dos deslocamentos de pessoas e cargas na cidade; Incentivo ao desenvolvimento científico-tecnológico e ao uso de energias renováveis e menos poluentes.

- b) Objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS) ONU: O objetivo 11 do desenvolvimento sustentável diz respeito às Cidades e Comunidades sustentáveis (IPEA, 2019), sendo que a meta 11.2 trata sobre a mobilidade. Segue a adaptação da meta para o Brasil:

Até 2030, melhorar a segurança viária e o acesso à cidade por meio de sistemas de mobilidade urbana mais sustentáveis, inclusivos, eficientes e justos, priorizando o transporte público de massa e o transporte ativo, com especial atenção para as

necessidades das pessoas em situação de vulnerabilidade, como aquelas com deficiência e com mobilidade reduzida, mulheres, crianças e pessoas idosas.

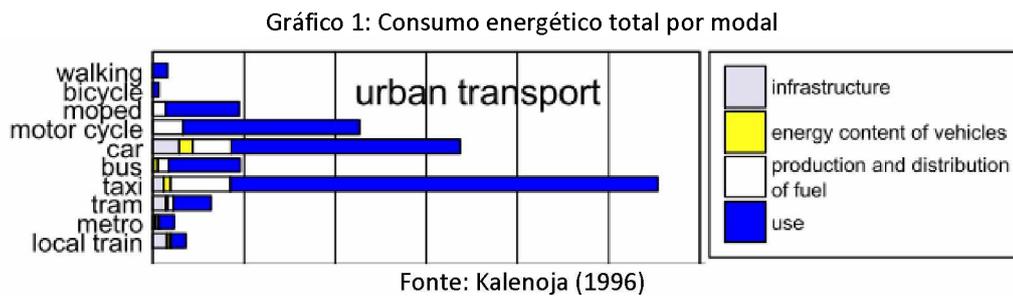
Capítulo I

RELAÇÕES ENTRE FORMA URBANA, QUESTÕES SOCIOECONÔMICAS E MOBILIDADE E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

4 RELAÇÕES ENTRE FORMA URBANA, QUESTÕES SOCIOECONÔMICAS E MOBILIDADE E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

4.1 Eficiência Energética dos meios de transporte

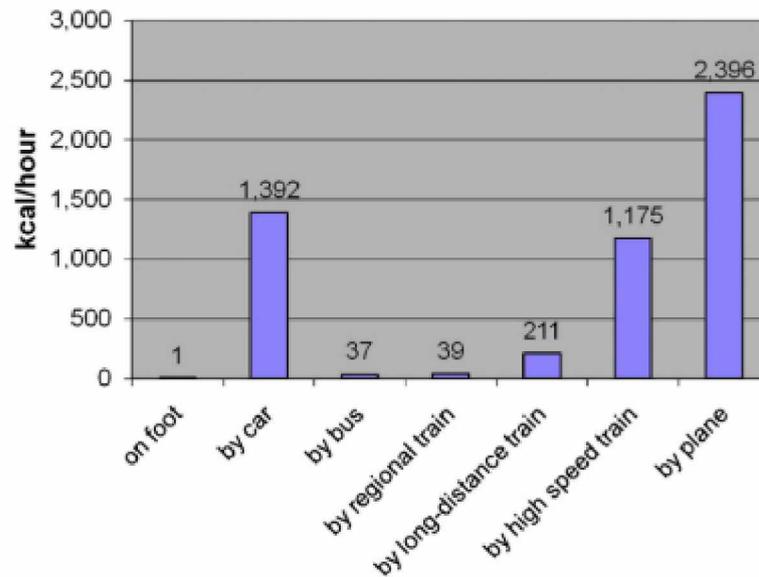
Kalenoja (1996) fez um estudo sobre o consumo de energia por meio de transporte, levando em consideração a construção e manutenção da infraestrutura requerida pelo modal, conteúdo energético do veículo (calculado a partir da matéria prima de fabricação), produção e distribuição do combustível utilizado e, por fim, a energia gasta no uso do modal. Segundo o estudo, os modos que mais utilizam energia para transporte urbano são taxi, carro e motocicletas, enquanto os que menos utilizam são bicicleta, a pé e metrô (Gráfico 1).



Entre os transportes públicos relatados pela autora, é possível perceber que os veículos a trilha são mais eficientes que os demais. Os autores Newman e Kenworthy (NK) são grandes defensores desse modal e em vários trabalhos sugerem investimentos nesse meio de transporte (KENWORTHY, 2003, 2006; KENWORTHY; LAUBE, 1996; NEWMAN; KENWORTHY, 1999, 1991). Os autores também afirmam que os carros apresentam os maiores índices de emissões que prejudicam a qualidade do ar, seguidos pelos ônibus, mas com emissões bem mais modestas.

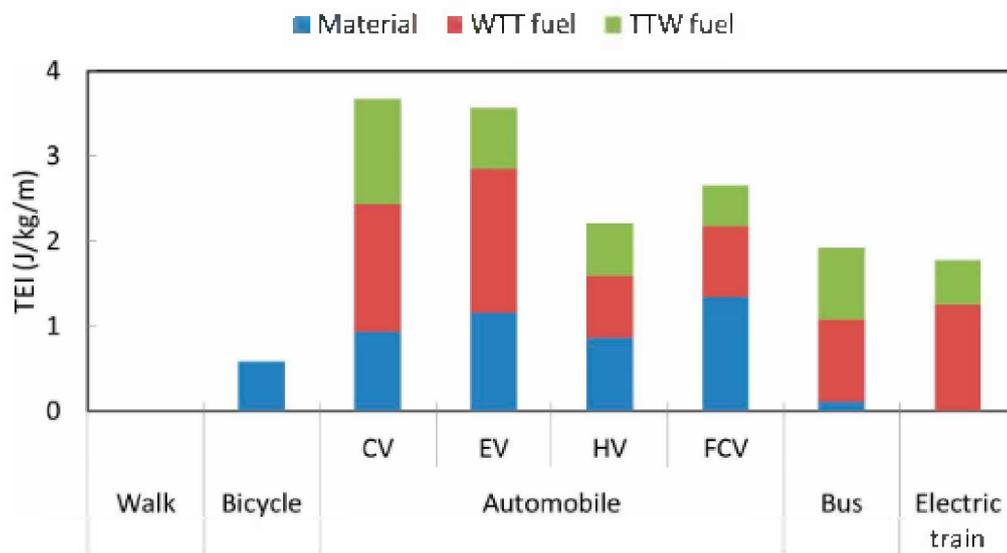
Em trabalhos mais recentes, os resultados de Usón et al. (2011) (Gráfico 2) e Kosai; Yuasa e Yamasue (2020) (Gráfico 3) estão parcialmente de acordo com o estudo de Kalenoja. Em ambos estudos foi feita uma análise do ciclo de vida e os modais a pé e bicicleta mostraram os menores índices de consumo de energia, seguidos (por certa distância) dos ônibus e trens, e, por fim, concordaram na ineficiência dos veículos privados. O segundo estudo ainda considera outras opções de carros, sendo os híbridos mais eficientes que os demais.

Gráfico 2: Gasto energético por hora para meios de transporte selecionados



Fonte: Usón et al. (2011)

Gráfico 3: Intensidade de energia de transporte de cada meio de transporte



WTT: Gasto de fabricação e distribuição de combustíveis

TTW: Gasto operacional (durante o uso do veículo)

CV: Veículo convencional (gasolina)

EV: Veículo elétrico (eletricidade)

HV: Veículo híbrido (gasolina)

FCV: Veículo a célula de combustível (hidrogênio)

Fonte: Kosai; Yuasa e Yamasue (2020)

A energia consumida por modal vem acompanhada de uma emissão de CO₂ equivalente, a não ser que o combustível utilizado seja eletricidade ou etanol. É importante

lembrar ainda que mesmo os veículos movidos a essas duas fontes mais “limpas” em teoria, ainda carregam consigo os impactos e emissões da produção e distribuição. A Tabela 1 mostra as emissões de CO₂ relativas a cada modal (com exceção dos ativos, que não emitem durante a operação), diluídas pela quantidade de passageiros e conclui que os carros chegam a emitir 36x mais que o metrô ou 31,5x mais que os ônibus (IPEA, 2011).

Tabela 1: Emissões relativas de CO₂ por modal

Modalidade	Emissões quilométricas Kg de CO ₂ /Km	Ocupação média de veículos de passageiros	Emissões/Kg de CO ₂ /pass. Km ¹	Índice de emissão (metrô=1)	Distribuição modal de viagens urbanas motorizadas ² (%)	Ext. igual ¹ dist. modal de emissões (%)	Ext. TP=2xTI ¹ Dist. modal de emissões (%)
Metrô	3,16	900	0,0035	1,0	4	0,2	0,4
ônibus	1,28	80	0,0160	4,6	60	15,7	27,2
Automóvel ²	0,19	1,50	0,1268	36,1	32	66,5	57,4
Motocicleta	0,07	1,00	0,0711	20,3	3	3,5	3,0
Veículos pesados	1,28	1,50	0,8533	243,0	1	14,0	12,1
				Total	100	100	100,0

1: Emissões considerando a extensão das viagens iguais (ext. igual) e extensão da viagem de transporte público duas vezes maior que a individual (ext. TP=2xTI)

2: Valores médios das Pesquisas Origem Destino das capitais selecionadas

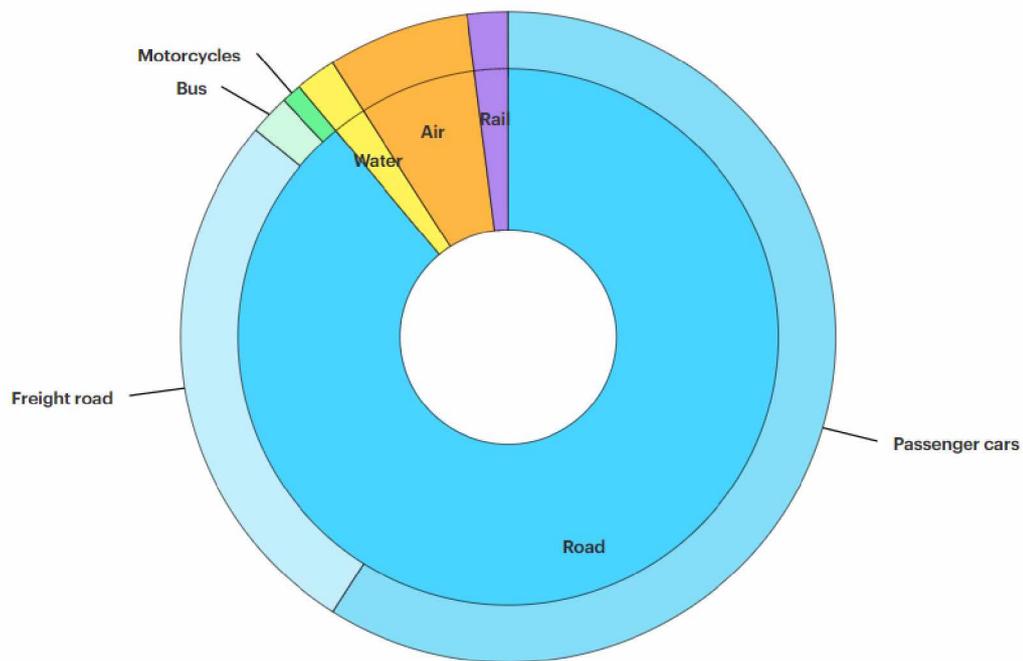
Fonte: IPEA (2011)

É importante considerar que a eficiência energética varia de acordo com vários aspectos. O percentual de ocupação é muito importante para determinar o quão eficiente um modal é, sendo que carros com alta ocupação (4 a 5 passageiros) podem ser mais eficientes que veículos de transporte coletivo vazios (SKRUCANY et al., 2017). Os congestionamentos também podem interferir muito na eficiência de carros e ônibus, enquanto veículos sob trilhos não são acometidos por esse problema.

Apesar dessas questões, é um consenso entre pesquisadores a alta eficiência dos modais ativos (visto que não utilizam energia adicional durante o uso), seguidos pelos veículos a trilho, desde que bem dimensionados. É consensual também a baixa eficiência dos carros, que são indesejáveis pelo alto consumo energético, alto volume de emissões e pela quantidade de infraestrutura requerida que, muitas vezes, ultrapassa a capacidade das cidades (KENWORTHY, 2003; NEWMAN; KENWORTHY, 1996; NORMAN et al., 2006; PAN; SHEN; ZHANG, 2009; POUDEX, 2008; RAMANATHAN, 2005; USÓN et al., 2011; WOODCOCK et al., 2007).

Em um panorama mundial, o transporte de passageiros por carros consome 59% de toda energia gasta com o transporte (mais do que o transporte de cargas, com 27%), isso acontece parte pelo alto consumo desse modal, parte pelo vasto uso. Os veículos de trilhos, ônibus e motocicletas consomem juntos apenas 5% (Gráfico 4) (IEA, 2020a).

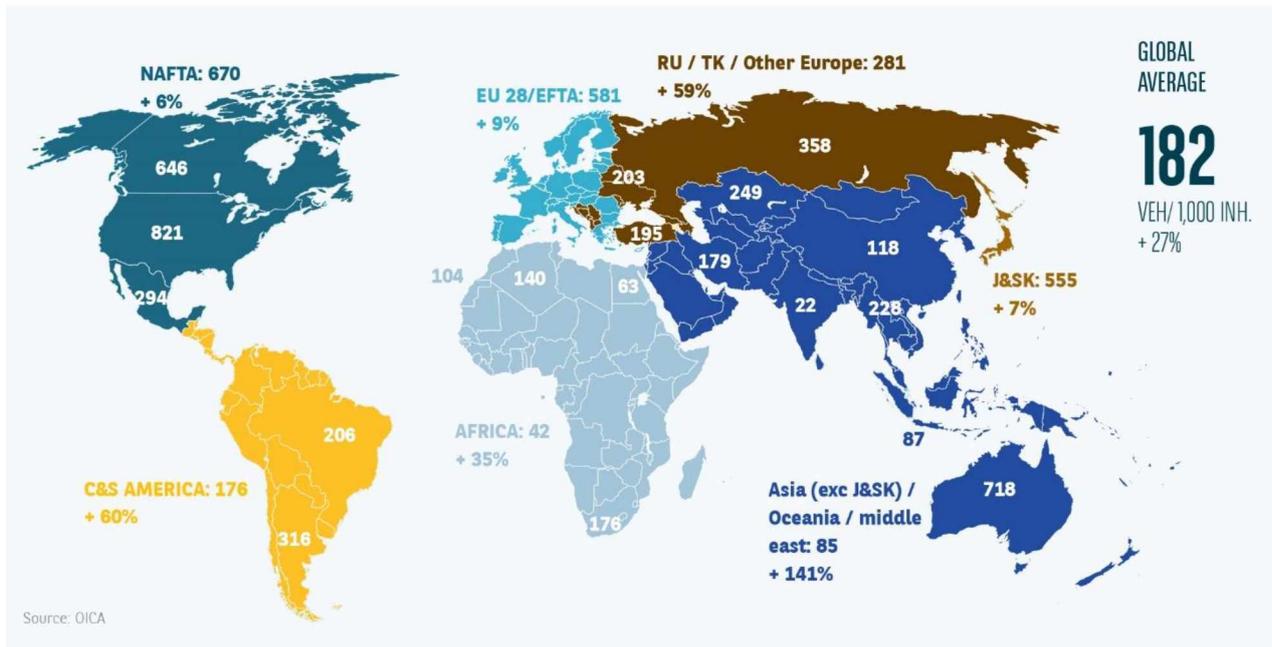
Gráfico 4: Consumo de energia no transporte



Fonte: IEA (2020c)

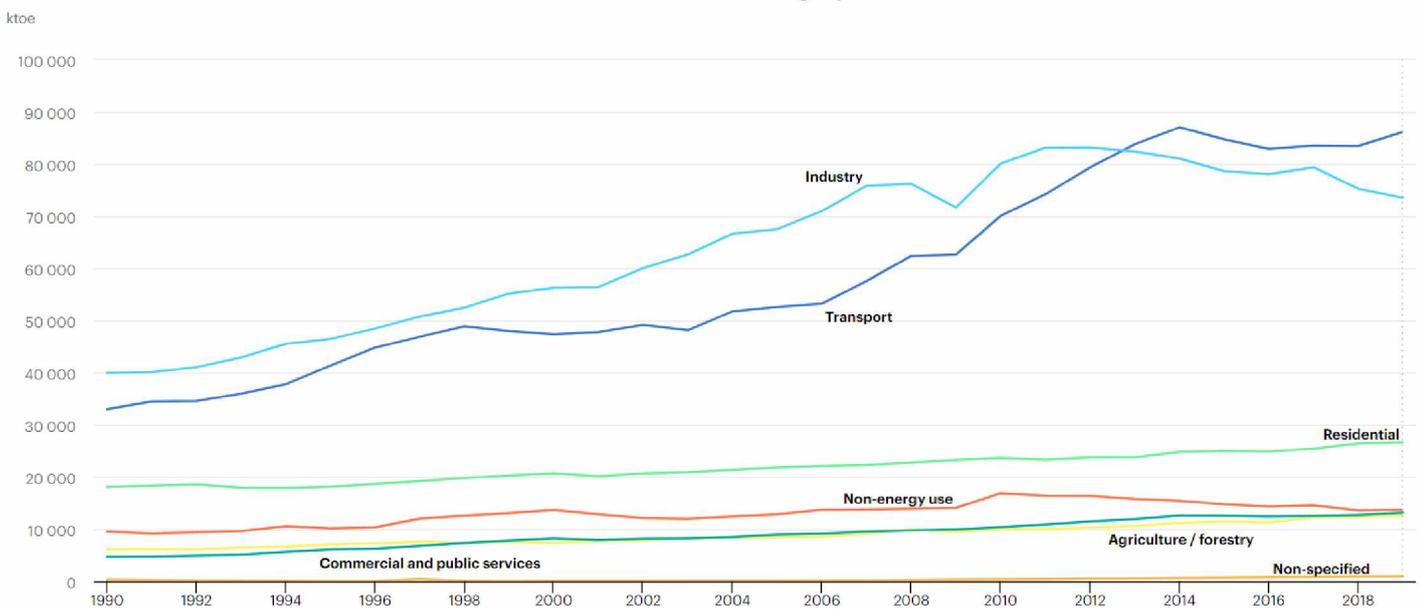
Esse é um cenário que parece estar longe da mudança: as taxas de aumento da motorização são altas (Figura 1), principalmente em países subdesenvolvidos e em desenvolvimento (OICA, [s.d.]), o que implica em uma também alta taxa de consumo de energia, que recentemente superou a indústria (Gráfico 5) (IEA, 2022a).

Figura 1: Taxa de motorização comparando 2005 e 2015



Fonte: OICA, [s.d.]

Gráfico 5: Consumo total final de energia por setor no Brasil



Fonte: IEA (2022c)

O Brasil individualmente também apresenta altas taxas de motorização. A taxa de motorização aumentou de 19,6 automóveis a cada 100 habitantes em 2008 para 29,7 em 2018, ou seja, 51% em 10 anos (UFRJ; IPPUR, 2019). Além disso, existe uma preocupação com o fato de que muitos consumidores procuram cada vez mais por carros maiores e mais

pesados. Os SUVs já representam de 40% - 50% dos veículos leves (com um aumento de 15% entre 2014 e 2019). Essa recente tendência mundial do mercado desacelerou a taxa de diminuição no consumo de combustíveis que vinha sendo estabelecida com medidas de eficiência energética para veículos e uso de elétricos (IEA, 2020b). No entanto, é preciso ressaltar que o impacto resultante do uso dos carros vai muito além do consumo de energia. Woodcock et al. (2007) afirmou:

“The adverse health effects resulting from climate change, road-traffic, car crashes, physical inactivity, urban air pollution, energy insecurity, and environmental degradation are linked via their common antecedent of fossil-fuel energy use in transport” (WOODCOCK et al., 2007)

Nesse sentido, a pesquisa científica e órgãos governamentais vêm buscando formas de mudar o comportamento de viagem das pessoas, visando aumentar os modais a pé, bicicleta e transporte público e diminuir o uso de carros, principalmente a combustão. Essa mudança é imprescindível para atingir as metas globais de emissões de CO₂, reduzir o consumo de energia e melhorar a qualidade do ar, promovendo cidades mais habitáveis. A questão que resta, portanto, é como promover tais mudanças.

4.2 Forma Urbana e Eficiência Energética no transporte

A forma urbana pode ser definida pela materialização dos processos urbanos caracterizados pelas interferências humanas sobre o ambiente construído a fim de constituir a infra e a superestrutura que dão forma à cidade. É a forma palpável nas 3 dimensões resultantes do processo de urbanização. Representa a forma estética composta pelas relações espaciais entre quadras, ruas e calçadas, traçado, edifícios, vegetação, cursos d'água, praças e outros elementos naturais (VALENTE-PEREIRA, 1982). No presente trabalho, a forma urbana será tratada em termos de densidade, uso do solo, forma das quadras, centralidades, calçadas e sombreamento.

A forma urbana impacta o meio ambiente de algumas formas, sendo uma delas o comportamento de viagem que a estrutura da cidade induz, já que essas variáveis estão intimamente ligadas. Dependendo da conformação, gasta-se mais ou menos energia no transporte e o mesmo ocorre com a poluição emitida (EWING; HAMIDI, 2015; NECHYBA; WALSH, 2004). Essa relação será mais detalhada nos subcapítulos seguintes.

4.2.1 Espraçamento e Compactidade

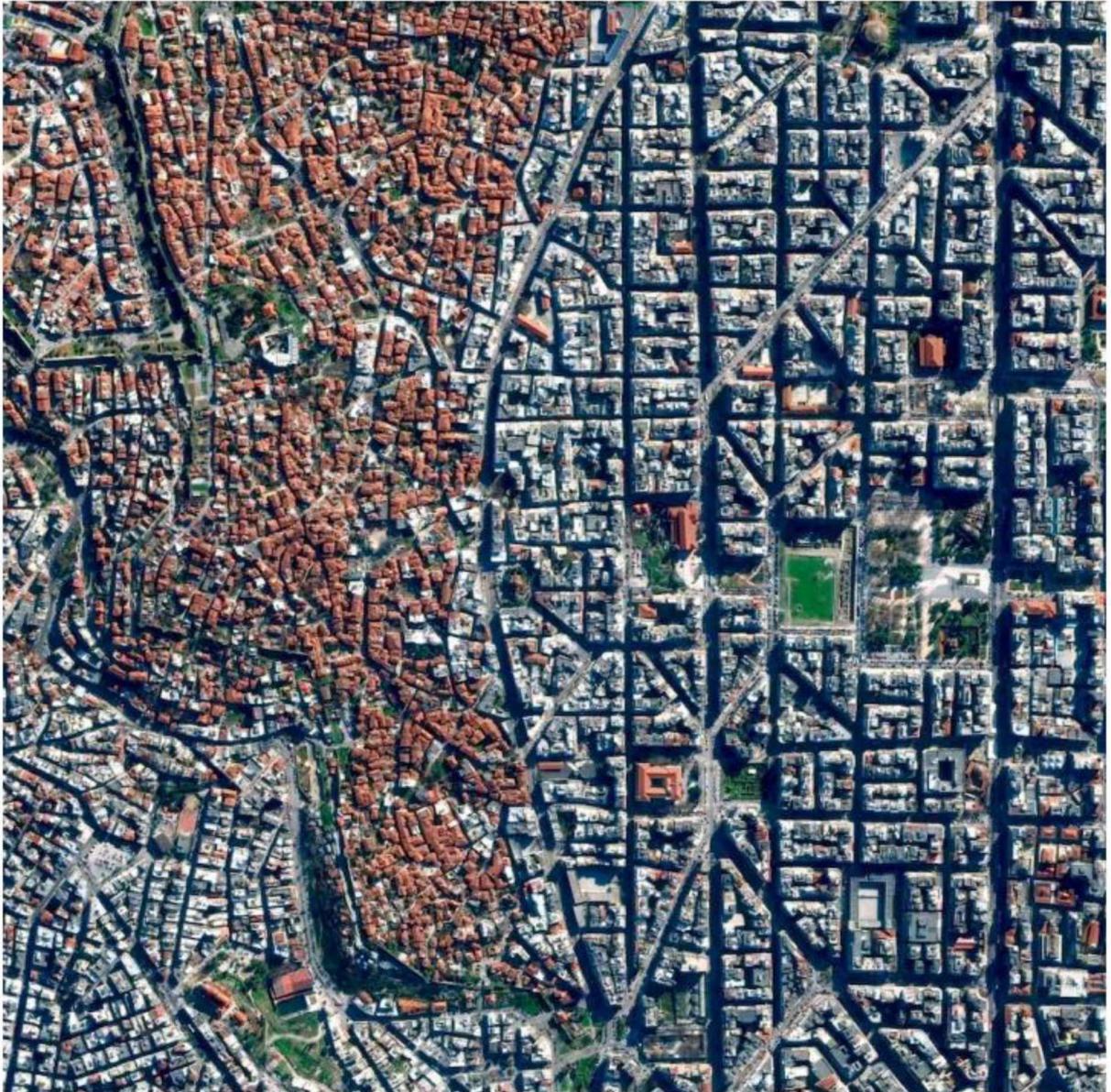
Newman e Kenworthy (1996), partindo do pressuposto que as pessoas não gostam de viajar mais de 30 minutos para chegar ao seu destino, caracterizaram as cidades em três tipos:

a) The walking city

É um modelo característico de cidades muito antigas, datadas de quando não existia muitas possibilidades de transporte além de andar a pé. Esse fato moldou a cidade, que, para atender à necessidade dos moradores, possuía alta densidade (100-200 pessoas/ha), uso do solo misto, ruas estreitas, não mais que 5 km de diâmetro e uma estrutura orgânica que acompanhava a paisagem local (LEFÈVRE; MAINGUY, 2009; NEWMAN; KENWORTHY, 1996).

Essa estrutura ainda existe em algumas cidades, principalmente europeias, que mantiveram suas partes históricas ou reproduziram tais características através de planejamento urbano (Figura 2). Algumas cidades asiáticas também carregam essa conformação, porém com densidades ainda mais altas que as da Europa. Já em regiões mais recentes, como Estados Unidos e Austrália, é raro observar esses padrões, uma vez que se desenvolveram em épocas posteriores e as poucas áreas mais antigas perderam as características originais (NEWMAN; KENWORTHY, 1996).

Figura 2: Tessalônica, na Grécia, preserva características da cidade medieval com traçados orgânicos (lado esquerdo) e a parte mais nova (lado direito) reproduz um modelo clássico europeu de cidade compacta



Fonte: Daily overview (2022)

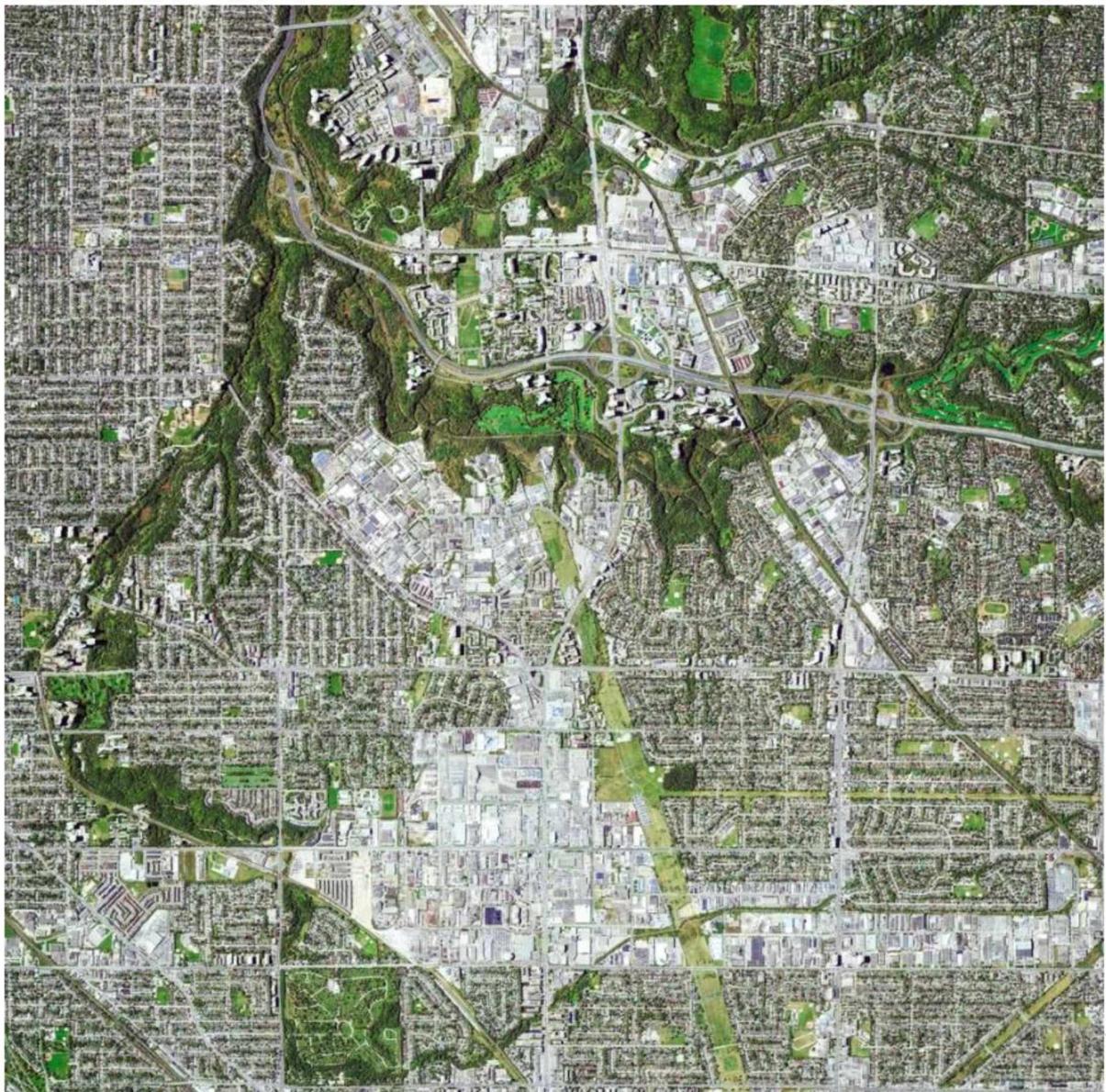
b) The transit city

Com o advento dos trens e bondes no final do século 19 as cidades se expandiram para algo em torno de 20-30 km porque era possível percorrer distâncias maiores no mesmo espaço de tempo. Esse advento reduziu a densidade da cidade, que agora passa a ser em média 50-100 pessoas/ha. O desenvolvimento acompanhou esses meios de transporte e subcentros foram formados ao redor das estações ou em forma de corredores/ruas centrais ao longo das rotas principais, ambos com densidades média-altas e uso do solo misto. Nessa configuração, já é possível perceber a existência de um “centro da cidade”, normalmente

localizado no ponto de encontro entre as linhas de transporte público. Essa região em geral é uma área de importância local e atividade intensa (NEWMAN; KENWORTHY, 1996).

Muitas cidades Europeias mantiveram esse formato, apesar da atual dispersão que vem se formando nos arredores da cidade. A maioria das cidades Estadunidenses e Australianas se formaram na era dos trens e bondes e ainda é possível identificar várias características dessa conformação, mesmo que agora essas regiões sejam acometidas por intenso espraiamento (Figura 3) (NEWMAN; KENWORTHY, 1996).

Figura 3: Toronto, no Canadá preservou uma conformação típica de "transit city" e os núdulos mais densos formados nos arredores das linhas de transporte público são claras, apesar da dispersão que as cercam



Fonte: Daily overview (2022)

Esses dois primeiros modelos mencionados (a) e b) somaram aspectos para formar um conceito um pouco mais atual de cidade compacta Figura 4. Nessa conformação a cidade é espacialmente contida e mais densa, de forma a evitar espraiamento e aproveitar melhor a infraestrutura urbana já existente. O uso do solo deve ser misto, a acessibilidade adequada e o sistema de transporte público eficiente, de forma a encorajar os meios coletivos e ativos. A malha urbana deve ser contigua e permeada por um sistema de espaços para amenidades. Esses aspectos devem trazer benefícios ambientais (conservação de áreas naturais, menor poluição, consumo energético e emissões), econômicos (melhor aproveitamento de infraestrutura, economia de recursos, incentivo a comércio local) e sociais (menor segregação social, maior acesso a instalações, vitalidade cultural, cidade mais diversa e democrática) (EWING; HAMIDI, 2015; JENKS, 2019).

Figura 4: Amsterdã, na Holanda, é um caso emblemático de planejamento urbano para crescimento compacto



Fonte: Daily Overview (2022)

Em uma análise de mais de 300 estudos sobre crescimento compacto Ahlfeldt et al. (2018) concluíram que em 70% dos casos os resultados dessa conformação foram positivos. Os benefícios incluem redução das distâncias, aumento no modal share de meios sustentáveis e consequente melhora na eficiência energética. Foram relatados ainda maior acessibilidade a áreas verdes, amenidades e serviços públicos, redução da poluição e aumento na segurança das cidades. Os prejuízos encontrados estão relacionados a formação de congestionamentos, comprometimento da qualidade de vida e aumento no preço da terra, percalços que podem ser revertidos com bons projetos e políticas públicas, ainda segundo os autores.

c) The automobile city

Após a segunda guerra mundial o carro passou a moldar a cidade. A possibilidade de não seguir uma rota fixa estabelecida pelos trens e bondes (flexibilidade) e a velocidade dos automóveis fez com que a área urbana se expandisse mais, agora em torno de 50 km. Subúrbios cada vez mais distantes do centro foram criados, afastando as pessoas das amenidades urbanas. A densidade foi reduzida a 10-20 pessoas/ha, os centros se desfizeram, regiões se desconectaram e as funções da cidade foram separadas pelo zoneamento (NEWMAN; KENWORTHY, 1996) .

A acessibilidade diminuiu como um todo e se tornou comum encontrar padrões de desenvolvimento em tiras comerciais (longas avenidas comerciais potencialmente congestionadas com entornos de baixa densidade) e em saltos (grandes áreas baldias permeando a cidade) (EWING, 1997). Esse fenômeno é conhecido como espraiamento e pode-se dizer que é uma consequência das forças de mercado, como relatado no item 4.3. A Figura 5 mostra imagens típicas desse tipo de paisagem.

Figura 5: Urbanização em baixas densidades e uso do solo estritamente residencial típica do subúrbio norte-americano, em Las Vegas



Fonte: Daily Overview (2022)

Considerando que o espraiamento foi disseminado graças ao advento dos carros, é natural esperar que essa conformação está fortemente relacionada a uma dependência dos veículos. Isso acontece porque a baixa densidade e usos restritos do solo implicam na necessidade de viajar longas distancias e em dificuldades para que estas sejam feitas por modais mais sustentáveis. Por esse motivo, o modelo espraiado é vastamente criticado.

Naess (2004) atesta que a localização da residência relativa ao centro é a variável que mais influencia a energia usada no transporte, já que afeta a escolha do meio de transporte, além das distâncias percorridas em si. Esse alto consumo energético vindo do uso de carros, somado a consequente emissão de CO₂ constituem o prejuízo fundamental do espraiamento,

principalmente quando esses fatores são intensificados pelo congestionamento. É inoportuno planejar (ou simplesmente deixar que o espraiamento ocorra) cidades baseadas em automóvel na existência de outros modais tão mais eficientes sem perdas em nível de conforto e qualidade de vida. Além disso, investir em transporte público de trilhos possui um custo benefício 2x maior do que investir em estradas e estacionamentos e gasta 50x menos espaço (NEWMAN; KENWORTHY, 1996; WANG et al., 2014).

O uso de carros também está altamente associado a poluição do ar e sonora, aumento no índice de acidentes, além de impactos secundários como enchentes (provocadas pela alta impermeabilização). O ciclo aumento no uso de carro - aumento no espraiamento demanda uma quantidade enorme de infraestrutura urbana (água, esgoto, estradas, etc), invade áreas naturais, causa isolamento social (EWING; HAMIDI, 2015; NECHYBA; WALSH, 2004; NEWMAN; KENWORTHY, 1996) e está fortemente relacionados à criação de ambientes “obesogênicos” (EWING; HAMIDI, 2015). Ewing e Cervero (2001) reiteram o ciclo do espraiamento - demanda de infraestrutura afirmando “Many have concluded that roads cannot be built fast enough to keep up with the travel demands induced by road building itself and by the sprawling development patterns that it spawns” (EWING; CERVERO, 2001).

É fato, porém, que o direcionamento excessivo do desenvolvimento urbano pode restringir a possibilidade de escolha entre diferentes tipos de vizinhanças e moradias, diminuir a competitividade do mercado (podendo aumentar o preço das acomodações) e gera debates sobre liberdade (ECHENIQUE et al., 2012; GORDON; RICHARDSON, 1989). Por outro lado, o comportamento de consumo muda ao longo do tempo e estudos vêm mostrando uma preferência crescente por ambientes mais compactos e funcionais (EWING; HAMIDI, 2015). Além disso, deve-se ponderar sobre o quanto a preservação da liberdade individual deve prevalecer sobre a qualidade de vida geral da população.

Alguns trabalhos mais antigos argumentam a favor do espraiamento/descentralização afirmando que essa configuração faz com que não haja “fluxos gerais” na cidade em direção a um centro ativo, o que reduz o congestionamento (GORDON; RICHARDSON, 1997). Outros argumentam que a dependência de carros e baixo uso de outros modais tornam a conformação espraiada mais suscetível a áreas congestionadas (NECHYBA; WALSH, 2004; POUDEX, 2008). No entanto, estudos empíricos mais recentes não encontraram relação direta entre essas duas variáveis. Motoristas de cidades espraiadas parecem fazer viagens

mais longas com velocidades mais rápidas, mas o congestionamento em si depende de uma combinação mais complexa de fatores (EWING; HAMIDI, 2015).

No que diz respeito a poluição atmosférica, sabe-se que quanto maiores as distâncias viajadas, maiores as emissões, o que pontua contra o espraiamento. Por outro lado, alguns estudos têm mostrado que cidades compactas parecem expor mais as pessoas aos contaminantes apesar de emitirem menos no total. No quesito social, apesar de o espraiamento ser uma reconhecida forma de segregação, estudos pontuais têm mostrado que ele, de certa forma, se relaciona a uma possibilidade de posse de casa mais rápida, a uma redução na segregação entre brancos e negros e uma melhora na habitação de minorias. Esse fato, porém, depende de como são feitas as políticas de habitação social em cada região e é válido lembrar que tais moradias devem, idealmente, se localizar tão bem quanto as demais. Sobre a segurança no trânsito, os acidentes em áreas compactas tendem a ocorrer com maior frequência e menor gravidade, enquanto nos subúrbios os acidentes são menos frequentes e mais fatais. Isso deve ocorrer principalmente porque o ambiente compacto possui velocidades de tráfego mais baixas que os espraiados e muitos carros circulando em espaços restritos (EWING; HAMIDI, 2015).

O espraiamento possui poucos defensores, normalmente autores da área da economia. A maioria dos autores veem essa conformação como um problema e a forma compacta foi advogada por muitos indivíduos e governos (Breheny, 1995 e Echenique et al., 2012 relatam alguns casos). O espraiamento inspirou ainda movimentos pautados no planejamento urbano, que buscavam reconectar uso do solo a um transporte mais sustentável. O Novo Urbanismo e posteriormente o Smart Growth utilizam de aspectos das cidades compactas (uso do solo misto e densidades altas direcionadas para uso dos transportes público e ativos) na busca pela eficiência, sustentabilidade, senso de comunidade e qualidade na vivência da cidade (NEWMAN; KENWORTHY, 1996; YE; SUMEDHA; MEYER, 2005). Newman e Kenworthy (1996) mostraram vários exemplos de cidades onde essa vertente do urbanismo foi bem sucedida no enfrentamento dos problemas causados pelos automóveis.

Apesar da extensa literatura que advoga a favor dessas conformações, é difícil dizer precisamente os efeitos de cada forma urbana. Apesar de haver uma tendência geral, os resultados empíricos podem divergir muito dependendo da metodologia utilizada, além do

fato que contextos sociais, políticos, econômicos e culturais influenciam muito nos resultados. Nesse sentido, Echenique (2012) afirmou:

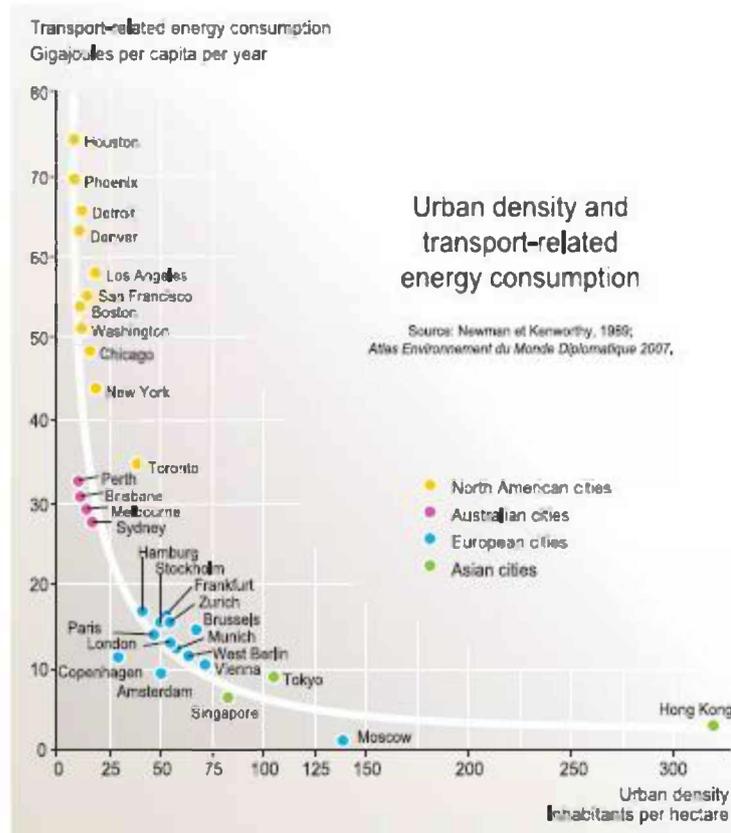
“Smart growth principles should not unquestioningly promote increasing levels of compaction on the basis of reducing energy consumption without also considering its potential negative consequences. In many cases, the potential socioeconomic consequences of less housing choice, crowding, and congestion may outweigh its very modest CO₂ reduction benefits” (ECHENIQUE et al., 2012).

4.2.2 Densidade

A relação entre densidade e questões energéticas é discutida desde os anos 80 - quando começaram as preocupações em torno do espraiamento- e divide opiniões até os dias atuais.

Newman e Kenworthy são grandes nomes na área, vastamente citados na defesa de políticas públicas e planejamento urbano direcionados ao aumento de densidades (e, de fato, acabaram por influenciar várias delas). Em uma série de estudos, afirmam que a densidade influencia fortemente o consumo energético e emissão de gases estufa. Alguns de seus trabalhos se baseavam na comparação entre cidades ao redor do mundo (KENWORTHY, 2003; NEWMAN; KENWORTHY, 1989). O Gráfico 6 mostra a forte correlação ($R^2 = 0.86$) entre densidade média e energia consumida no transporte encontrada em um dos estudos, sendo que o consumo aumenta consideravelmente em densidades abaixo de 12 pessoas a cada 1 acre (aproximadamente 4000 m²) (NEWMAN; KENWORTHY, 1989).

Gráfico 6: Energia consumida no transporte e sua relação com a densidade das cidades



Fonte: Newman e Kenworthy (1989) APUD Lefèvre e Mainguy (2009)

Altas densidades estariam relacionadas ao encurtamento de distâncias e coordenação de viagens, gerando um grande fluxo de pessoas indo em uma mesma direção (um centro permeado por trabalhos e serviços). Esses fatores somados resultariam em uma distribuição mais sustentável de modais, como mostra a Tabela 2, aumentando o número de viagens a pé, de bicicleta e uso de transporte público, diminuindo, portanto, o consumo energético (NEWMAN; KENWORTHY, 1999). Com essas mudanças, NK chegam a sugerir em um dos seus estudos que cidades mais espalhadas poderiam reduzir o consumo de combustíveis em até 30% (NEWMAN; KENWORTHY, 1989). Estabelecida essa questão, os autores reconhecem outros fatores como renda, preço da gasolina e eficiência de veículos como variáveis que influenciam secundariamente a eficiência (KENWORTHY, 2003, 2006; KENWORTHY; LAUBE, 1996; NEWMAN; KENWORTHY, 1999, 1989, 1991; NEWMAN; KENWORTHY; VINTILA, 1995).

Tabela 2: Distribuição de modais e sua relação com densidade de cidades

Global urban density	Low	Medium	High
	< 25 hab/ ha	50 – 100 hab / ha	> 250 hab+/ ha
Modal distribution	MPT: 80%	MPT: 50%	MPT: 25%
	PT: 10%	PT: 25%	PT: 50%
	NMT: 10%	NMT: 25%	NMT: 25%
Automobile use (km / pers / yr)	> 10 000		< 5 000
Public transport use (trips / pers / an)	< 50		> 250
Petrol consumption for transport (MJ / pers / an)	> 55,000	35,000 – 20,000	< 15,000
Representative positions	North American and Australian cities	European cities	Asian cities

MPT: Motorised Public Transport;

PT: Public Transport;

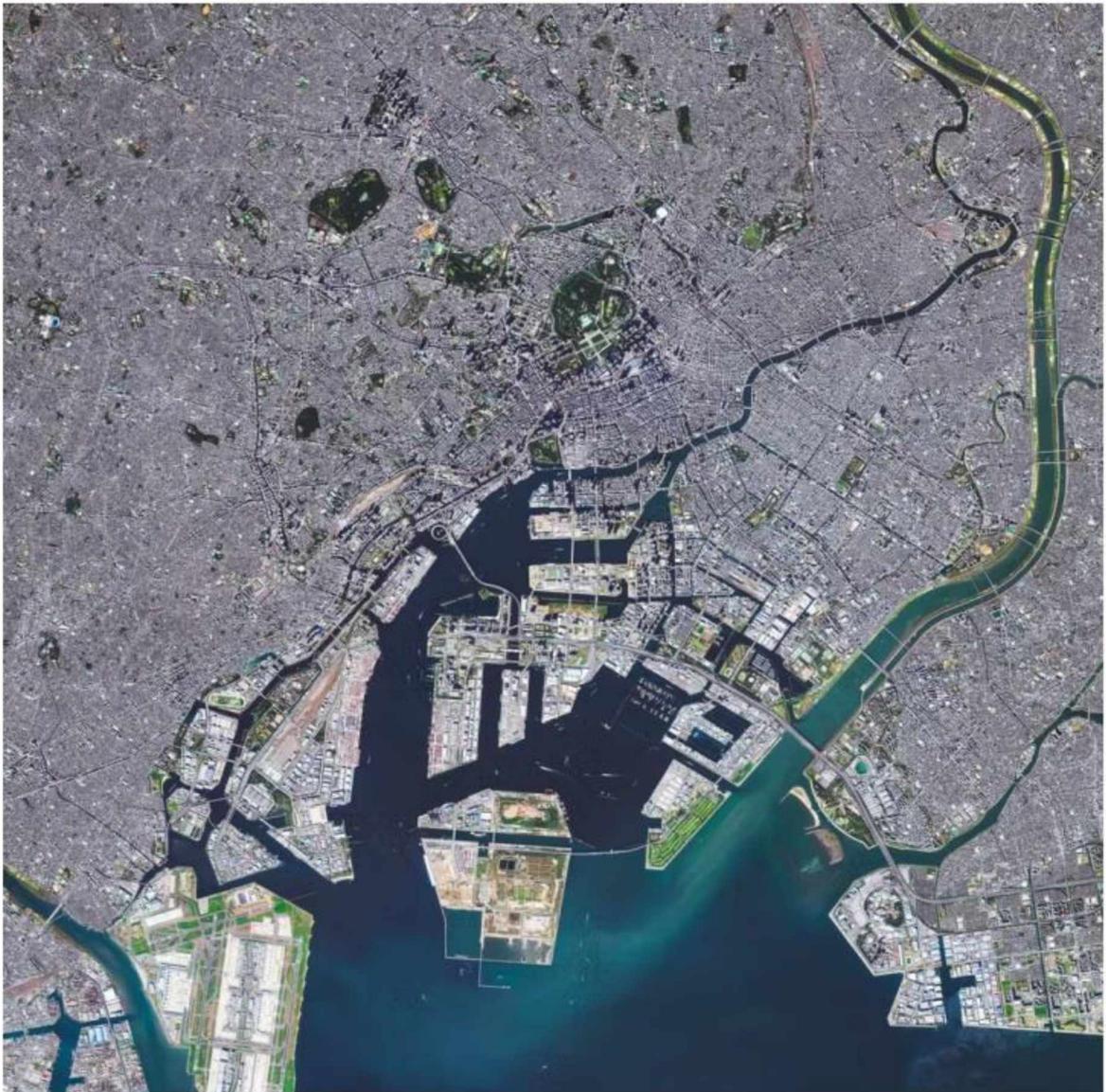
NMT: Non Motorised Transport.

Density: number of inhabitants and jobs per hectare of net urban surface (omitting green and water surfaces).

Fonte: Newman e Kenworthy (1999)

Focas (2016) identificou que as emissões na região exterior de Londres são mais que o dobro do que as da região metropolitana, sendo que as elas concentram 77% das emissões por carro. Por esse motivo, o autor indica fortemente políticas de contenção do espraiamento e aumento de densidades. Outros trabalhos, em diversos locais, corroboraram com o trabalho de NK ao concluírem que, quanto maior a densidade, mais eficiente energeticamente a região é no que diz respeito ao transporte. Alguns deles são Holden e Norland (2005) em Oslo, Shim et al. (2006) na Coreia, Norman et al. (2006) em Toronto, Grazi; Van Den Berg e Van Ommeren (2008) na Holanda, Brownstone e Golob (2009) na Califórnia, Wang et al. (2014) em Pequim, Aguiléra e Voisin (2014) em Paris, Focas (2016) em Londres e Nova Iorque, Osorio et al. (2017) na Inglaterra, Namdeo et al. (2019) em Cambridge, Kosai, Yuasa e Yamasue (2020) no Japão, Kaza (2020) nos Estados Unidos, ten Dam et al. (2022) e a própria IEA (International Energy Agency) indica essa medida (IEA, 2020b).

Figura 6: Tóquio, no Japão, uma das cidades mais densas do mundo



Fonte: Daily overview (2022)

Existe um fator chamado “self-selection” que defende que pessoas com comportamento de viagem já definidos procuram residências em locais que deem suporte às suas preferências. Não se sabe ao certo se a densidade em si provoca uma mudança de comportamento ou se ambientes densos atraem pessoas que já possuem um estilo de vida mais adaptada a caminhadas e uso de transporte público (EWING; CERVERO, 2001; MOKHTARIAN; CAO, 2008).

Por outro lado, os trabalhos de NK foram contestados e criticados por diversos autores, sendo que algumas vezes eles foram acusados de uma certa obsessão pela questão da densidade. Um dos principais e mais atacados defeitos do trabalho de NK foi o fato de que

toda análise foi feita com base na densidade média de uma cidade, ignorando aspectos como variações de densidade, uso do solo, localização de serviços urbanos e aspectos socioeconômicos (GORDON; RICHARDSON, 1989, 1997; LEFÈVRE; MAINGUY, 2009).

Os maiores opositores de suas ideias foram Gordon e Richardson (GR), que se mostraram muito céticos inclusive sobre a necessidade de uma economia de combustível, visto que, para eles, havia um excedente de energia global (GORDON; RICHARDSON, 1989, 1997). Ewing (1997) se opôs fortemente a essa visão de GR, alegando que agem como se os recursos fossem ilimitados e que embasam seus argumentos em uma expectativa que os avanços tecnológicos suprirão o uso desenfreado de recursos, o alto consumo energético e emissões advindos do espraiamento.

GR também fizeram críticas a metodologia de NK sobre o fato de que só foram levadas em conta as viagens a trabalho e que, ao comparar os países, ignoram muitos fatores e fazem ajustes duvidosos. O maior apelo de seus trabalhos é que densificar cidades é muito caro e difícil, além de dificultar as viagens confortáveis de carro e restringir a liberdade dos cidadãos que querem utilizá-lo. Além disso, os autores não enxergam uma comprovação concreta que essa medida afeta o consumo de combustível e afirmam que a descentralização dos trabalhos faria o mesmo efeito da densificação ao passo que diminui a pressão no centro da cidade e melhora o trânsito ao evitar congestionamentos (GORDON; RICHARDSON, 1989). É de fato possível que a descentralização dos trabalhos diminua os congestionamentos, no entanto, dificilmente a casa dos empregados e seus respectivos empregos contarão com a raríssima coincidência de estarem na mesma região. É provável que essa descentralização, portanto, aumente mais ainda o consumo energético das viagens a trabalho.

Em um trabalho mais empírico, GR analisaram aspectos da forma urbana nos tempos de deslocamento. A conclusão foi que a densidade sozinha é uma medida muito pobre de eficiência de tempo, mas que densidades menores diminuem o tempo de deslocamento (GORDON; KUMAR; RICHARDSON, 1989). Sorensen (2009) afirma que a alta densidade dos subúrbios é a causa dos congestionamentos, e, conseqüentemente, do alto consumo energético no transporte de Los Angeles. Ewing e Cervero (2001) identificaram que a densidade está relacionada a viagens mais curtas, exceto em Seattle, o que acontece provavelmente devido a formação de congestionamentos.

Esses resultados podem fazer sentido para o contexto americano. A grande distância dos subúrbios aos centros e falta de transporte público implicam em um alto uso de carros, que, quando concentrados em um centro pequeno, certamente causariam congestionamentos. No entanto, não é possível afirmar que esses trabalhos demonstram a existência de uma eficiência intrínseca ao espraiamento. Eles apenas constatam que a densificação dos subúrbios não é uma medida a ser tomada sozinha e deve ser acompanhada de alternativas ao carro e mudança de comportamento.

Gomez-Ibanez (1991) além de criticar a validade dos achados de NK, afirmam que os feitos da densificação não justificariam as políticas propostas e seus custos econômicos, sociais e culturais. Breheny (1995) argumenta ainda que uma densificação só pode ser feita através de políticas agressivas que provocariam mudanças profundas na forma urbana, com consequências econômicas e sociais quase sempre impopulares. O autor afirma ainda que as reduções energéticas seriam mínimas, desapontadoras e não justificariam tamanhas consequências.

Mindali, Raveh e Salomon (2004) analisaram os métodos de NK com outras ferramentas estatísticas e relataram que o consumo energético não se relaciona diretamente com a densidade total, e sim com alguns aspectos da densidade. O aumento da densidade de empregos nas áreas centrais possui potencial para diminuir o consumo de energia, no entanto, vai contra as forças de mercado que tendem a criar empregos nos subúrbios. Por isso, o trabalho argumenta a favor da densificação de empregos nas áreas externas ao centro, aliando a redução no consumo de energia e o mercado.

Outra boa motivação para densificar cidades é o fato que altas densidades influenciam diretamente a provisão de serviços urbanos e que um aumento geral na densidade diminuiria a distância média das residências ao centro (NAESS, 2004). De fato, é lógico pensar que quanto mais densa uma região, maior a chance de que ela tenha os equipamentos necessários para atender a demanda diária de um cidadão a uma distância menor do que em regiões espraiadas. No entanto, sob esse ponto de vista, seria inútil densificar áreas para que estas fossem estritamente residenciais.

Kirwan (1992) é outro autor que critica a dispensa da análise multivariada e coloca em questão a validade dos dados de NK, já que, segundo ele, é impossível fazer análises complexas com base apenas em correlações. Pensando nisso, o autor fez as próprias análises

dos dados de Newman e Kenworthy (1989) e chegou à conclusão que os fatores que mais influenciam no gasto energético são o preço do combustível, posse de carro e densidade populacional da área externa. Conclui ainda que causaria o mesmo efeito no consumo energético se o preço do combustível aumentasse 50%, a densidade aumentasse 159% ou o transporte público melhorasse a eficiência de tempo em 116%. No entanto, a densidade explica 55% do uso de transporte público e também está fortemente correlacionada ao preço deste. A posse de carro também se correlaciona com a densidade geral da área. Existe ainda uma forte tendência no aumento da energia gasta em situações em que o transporte público possui uma baixa eficiência de tempo. Portanto, os resultados reavaliados não foram tão diferentes das conclusões de NK, visto que ambos acabam por girar em torno da densidade e transporte público, no entanto, os autores tem opiniões divergentes sobre quais políticas serão efetivas para solucionar esse problema (item 4.4).

Yang, Li e Cao (2015) atentaram para o fato de que as cidades chinesas já são muito densas e que é necessário buscar outras formas de frear o aumento das emissões. Em uma abordagem mais atual, Echenique et al. (2012a) usou modelagem para comparar três cenários de desenvolvimento na Inglaterra: compacto, espreado e expansão planejada. A conclusão foi que o cenário compacto se difere em apenas 5% dos outros em termos de consumo de energia e recursos, mas acaba trazendo mais impactos socioeconômicos como aumento de custos, redução da competitividade econômica, congestionamentos e restrição da liberdade de escolha de residências.

Esses estudos apontam para o fato de que densificar cidades nem sempre é uma solução e que é imprescindível entender os contextos estruturais, políticos, sociais e culturais da localidade. Nesse mesmo sentido, Nechyba e Walsh (2004) afirmam que “The average density is an ambivalent parameter for the environment. A high density preserve the environment outside the city but is not necessarily conducive to a pleasant environment inside the city”.

4.2.3 Uso do solo

O uso do solo é um aspecto fundamental na caracterização da cidade. Newman e Kenworthy em 1989 já falavam da importância de um uso do solo diverso, mas na época,

chamaram esse aspecto de “um centro permeado por trabalhos”. Em 1996 NK fizeram um trabalho mostrando a importância do uso misto do solo na reconexão de cidades que foram desconectadas pelo uso dos carros e em 2003 e 2006 Kenworthy apontou-o como um aspecto fundamental na conservação de energia e emissões.

Wegener e Fürst (1999) e Ewing e Cervero (2001) em revisão de uma série de estudos, identificaram que o uso do solo misto está associado a formas urbanas mais sustentáveis. Isso acontece porque o fato de ter-se uma boa relação residência/comércio/serviço reduz as distâncias e encoraja os modos a pé, bicicleta e transporte público, o que promove viagens com carga energética mais baixa. Essa conclusão é bastante natural, visto que regiões de uso do solo misto dão a oportunidade de que os residentes busquem o atendimento de suas demandas diárias localmente. Em grandes empreendimentos monotemáticos, como os subúrbios americanos (Figura 7), por exemplo, essa não é uma opção para os moradores, que tem que se deslocar enormes distâncias para ter acesso à mais trivial compra, por exemplo.

Figura 7: Empreendimento residencial típico do subúrbio norte americano em Las Vegas



Fonte: Daily Overview (2022)

Posteriormente, outros estudos corroboraram com os trabalhos mencionados e enfatizaram a importância do uso do solo misto. Zhang e Zhao (2017) em Pequim estimaram que em comunidades balanceadas entre moradias e empregos, os modais bicicleta e a pé somavam 30% das viagens. Outros estudos com resultados semelhantes ao redor do mundo são Krizek (2003) em Washington; Kuzmyak; Baber e Savory (2006) em Baltimore (EUA); Zhang e Kong (2007) em Boston e Hong Kong; Potoglou e Kanaroglou (2008) em Hamilton (Canadá); Zegras (2010) em Santiago do Chile; Manaugh; Miranda-Moreno e El-Geneidy (2010) em Montreal; Van Acker e Witlox, (2011) em Ghent (Bélgica); Shay e Khattak (2012) na Carolina

do Norte; Kay; Noland e Rodier (2014) nos Estados Unidos; Sun; Ermagun e Dan (2017) em Shangai; Boulange et al. (2017) em Melbourne.

Cervero (1996) mostrou que quando se tem serviços a menos de 100 metros da residência, as pessoas são encorajadas a fazer compras a pé ou de bicicleta, no entanto, se esses serviços estão entre 100 metros e 2 quilômetros, as pessoas tendem a conectar as viagens de compras com as de trabalho, utilizando o carro. Cervero e Duncan (2008) relataram que o uso misto do solo equilibrando moradia e empregos é mais importante na redução das viagens (tempo e distância) do que a acessibilidade à serviços e varejo. No entanto, esta última variável também teve significância na redução das viagens e deve ser usada como uma estratégia complementar. Em uma análise semelhante, Zhang e Zhao (2017) encontraram resultados diferentes: um bom balanço entre residências e lojas aumenta as viagens específicas para compras (que não são necessariamente feitas a pé), enquanto em regiões desbalanceadas as pessoas aproveitam a mesma viagem do trabalho para fazer compras, reduzindo a energia consumida. Lee e Guhathakurta (2018) corroboram com esse resultado afirmando que a existência de destinos de compras na região induz o uso de carros para manutenção doméstica, mas esses quilômetros são compensados pela redução das viagens de carro para deslocamentos diários como escola e trabalho.

Os trabalhos mencionados mostram resultados diferentes para uma mesma característica, o que ocorre provavelmente por serem conduzidos em lugares diferentes e devido ao período de tempo que os separam. Fatos como esse evidenciam a importância do contexto histórico, cultural e socioeconômico que a análise deve carregar.

Ding et al. (2017) encontraram que o uso misto do solo pode ter dois efeitos: ou encurta distâncias e aumenta os modos a pé, bicicleta e transporte público, ou aumenta a posse de carros porque, com distâncias menores, o custo da viagem diminui. Por fim, conclui que o uso do solo misto deve ser combinado com outras políticas para reduzir o uso de automóveis. Banister; Watson e Wood (1997) apontam que o uso misto do solo é uma variável importante no controle de consumo de energia, mas que os serviços locais devem ser compatíveis com os residentes daquela região. Afirmam ainda que viagens para compras e lazer são caracterizadas por serem dispersas, não terem rotina e serem dependentes de carro. Isso provavelmente ocorre porque os consumidores são atraídos por fatores de mercado ou

preferências pessoais, aspectos que, muitas vezes, superam o fator distância de deslocamento.

Stead (2001) afirma que aspectos socioeconômicos explicam mais a variação das distâncias percorridas por pessoa do que uso do solo em si (apesar de ressaltar a importância desse fator), e alerta que vários estudos ignoram esse aspecto. As questões referentes às características socioeconômicas serão tratadas no item 4.3.

4.2.4 Conectividade e design de quadras

A busca por lotes maiores tem promovido o uso de quadras cada vez mais extensas não apenas nos subúrbios típicos, mas também em áreas centrais. Essa configuração reduz consideravelmente a densidade de interseções -uma das mais importantes medidas de conectividade-, o que pode ser um grande benefício para os carros, mas é indesejável em termos de caminhabilidade (GORI; NIGRO; PETRELLI, 2014; HOU et al., 2019).

Para os motoristas, menos interseções implicam na redução do número de paradas por quilômetro para cruzamento de pedestres ou outros veículos, o que tende a reduzir o tempo de viagem. Por outro lado, a rede formada quando se tem muitas interseções tornam as rotas mais diretas, reduzindo a distância da viagem. A proporção dessa redução, no entanto, é muito mais significativa para o pedestre do que para os motoristas, que tendem a não perceber que a distância poderia ser “encurtada” devido ao conforto e velocidade de seus meios de transporte. Além disso, para o motorista a redução do número de paradas tende a ter um impacto maior no tempo de viagem do que o leve encurtamento das distâncias (EWING, 2010; HOU et al., 2019; JACOBS, 1993; ZHANG et al., 2012).

Os pedestres também se beneficiam das quadras menores através de outras vias. Redes formadas por mais interseções tendem a distribuir melhor o fluxo de carros e evitar um grande volume de tráfego, tornando a caminhada consideravelmente mais confortável e segura. Ademais, existem alguns fatores psicológicos que fazem os pedestres simpatizarem mais por essa configuração, como a possibilidade de alternar caminhos para um mesmo destino, o “elemento surpresa” na paisagem trazido a cada esquina e a sensação de que a caminhada “passa mais rápido”, visto que os pedestres geralmente contam progresso por quadras (EWING, 2010; JACOBS, 1993).

Nesse sentido, segundo Jacobs (1993) as quadras 1/1 com laterais de 90 metros (perímetro < 360m), como as do centro de Barcelona por exemplo (Figura 8), são consideradas ideais em termos de caminhabilidade. Quadras que possuem até 150 metros de face (perímetro < 600m), como em algumas partes de Nova Iorque e Belo Horizonte (Figura 9) ainda são consideradas adequadas para a caminhabilidade. A partir dos 180 metros (perímetro < 720m) pode-se dizer que as quadras atendem mais aos interesses dos motoristas e é necessário que cruzamentos intrabloco sejam implementados para que uma caminhabilidade mínima seja mantida, mesmo que essa não seja a solução ideal (EWING, 2010; JACOBS, 1993). Similarmente, Jane Jacobs e Cerdá estimaram que para garantir uma conectividade efetiva, as quadras não devem exceder 120 e 113 metros, respectivamente (CERDÁ, 1999; JACOBS, 1961).

Figura 8: Em Barcelona as quadras são tipicamente quadradas e com aproximadamente 90 metros de lado. A conectividade ainda aumenta em algumas quadras que são "cortadas" ao meio



Fonte: Daily overview (2022)

Figura 9: No centro de Belo Horizonte (MG) também é verificado o traçado ortogonal, com quadras de aproximadamente 130 metros



Fonte: Daily overview (2022)

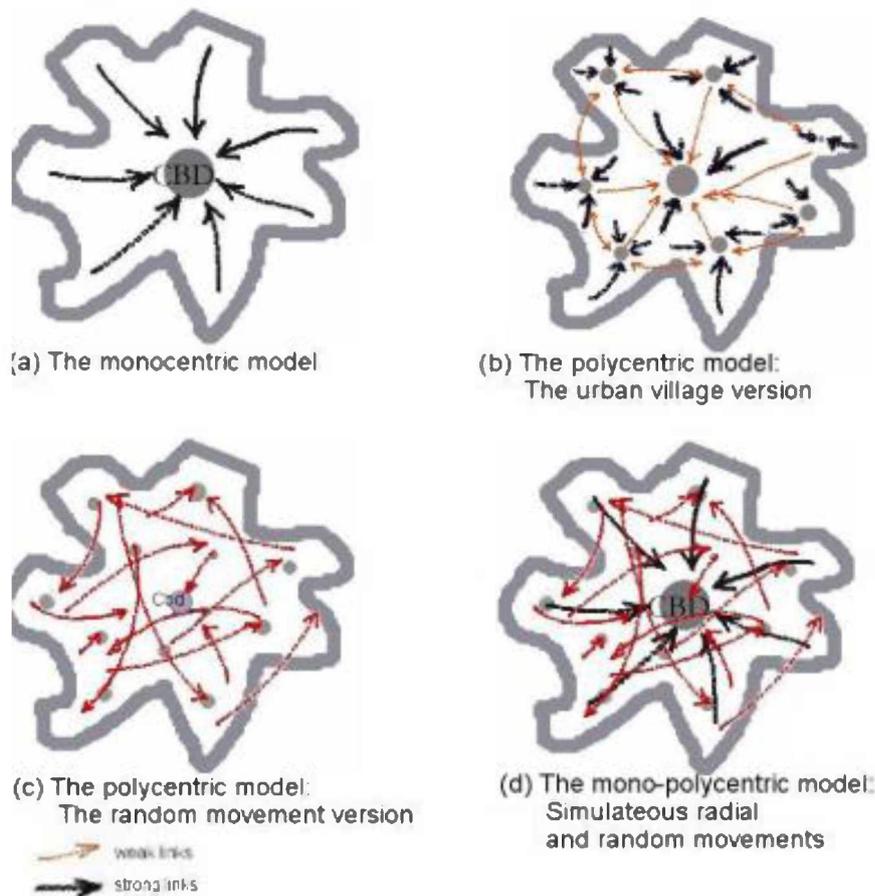
4.2.5 Centralidade

No que diz respeito à quantidade de centros urbanos, é possível observar uma série de conformações, mas elas não estão diretamente ligadas a formas urbanas dispersas ou compactas. As cidades compactas são geralmente relacionadas a um aspecto monocêntrico, mas é possível que se tenha vários centros onde a densidade, acessibilidade e uso misto do solo sejam mantidos, mesmo que o policentrismo seja tradicionalmente atribuído a conformações espalhadas (EWING, 1997). Gordon, Kumar e Richardson (1989) em uma análise de cidades espalhadas, argumentam a favor do policentrismo porque as pessoas poderiam

buscar centros mais próximos de casa (apesar de admitir que eventualmente as pessoas possam cruzar regiões metropolitanas atraídas por forças de mercado). Segundo os autores, essa é uma configuração interessante para ambientes espraiados, onde os subúrbios geralmente ficam muito distantes do centro se este for único. Shim et al. (2006) concluíram que o policentrismo é uma boa opção para cidades em expansão uma vez que aumentar o número de centros é uma boa forma de ajustar o aumento da cidade sem diminuir a eficiência energética. Aparentemente o policentrismo é o caminho natural de cidades em crescimento (BERTAUD, 2001).

Segundo Bertaud (2001), idealmente a conformação policêntrica funcionaria como pequenas vilas urbanas autossuficientes, o que acarretaria em viagens curtas, que poderiam quase sempre ser feitas de bicicleta ou a pé. Na prática, nenhuma cidade policêntrica se comporta dessa forma porque o mercado supera o conceito. As viagens da cidade policêntrica se comportam da mesma forma que em uma cidade monocêntrica: os trabalhos, onde quer que estejam, atraem pessoas de todos locais da cidade (Figura 10).

Figura 10: Representação dos padrões de viagem em áreas metropolitanas de acordo com a quantidade de centros



Fonte: (BERTAUD, 2001)

Breheny (1995) e Holden e Norland (2005) citam alguns trabalhos que argumentam a favor da “descentralização concentrada”, sendo que este último elegeu-a como a forma urbana mais sustentável para área de seu estudo. Essa conformação consiste em desenvolver melhor os subcentros, mantendo densidades razoáveis e usos do solo mistos. Isso combinaria eficiência energética de formas compactas com a qualidade de vida das cidades dispersas em uma forma urbana mais eficiente e factível. Zhang e Kong (2007) também defendem a delimitação de centros de atividade com uso misto do solo. Por outro lado, Manaugh; Miranda-Moreno e El-Geneidy (2010) afirmam que essas áreas são eficientes apenas para os residentes locais e que acabam por atrair viagens longas das pessoas que não moram nessas regiões, por isso, defendem um uso do solo homogêneo.

4.2.6 Limites urbanos

Uma estratégia para frear o espraiamento é a implementação de limites urbanos ou cinturões verdes (KENWORTHY, 2003). Algumas regiões como cidades na Inglaterra utilizaram desses cinturões para conter a expansão, o que resultou na proteção das áreas rurais, mas também na elevação dos preços dos imóveis.

Figura 11: Ausim, no Egito é um bom exemplo de cidade com limites urbanos respeitados. Na imagem é possível identificar que as densidades de mantém até a borda, sem formação de manchas espraiadas



Fonte: Daily overview (2022)

Quando mal gerida, essa ferramenta pode conduzir a formação de vilas fora dos cinturões chamadas “edge cities”, que é uma forma de espraiamento em que aparecem manchas de urbanização fora dos limites da cidade. Esse fenômeno muitas vezes aumenta o tempo e distância de deslocamento, já que, geralmente, a oferta de residências e de trabalhos se afastam (ECHENIQUE et al., 2012; NECHYBA; WALSH, 2004; REISI et al., 2016). Reisi et al. (2016) relataram que cenários desse tipo reduzem muito o índice de sustentabilidade no transporte, enquanto cenários mais baseados em centros ativos (característicos do desenvolvimento compacto) tiveram resultados melhores. Focas (2016) mostrou que os quilômetros viajados e CO₂ emitido em Nova Iorque e Londres são fortemente atribuídos a essas regiões.

4.2.7 Tamanho da cidade

O tamanho da cidade parece ter influência no consumo energético relativo ao transporte, mas o resultado pode variar muito de acordo com outras características urbanas. Gordon; Kumar e Richardson (1989) estimaram que os tempos de viagem aumentam de forma diretamente proporcional ao tamanho da cidade e especularam sobre a existência de um tamanho ótimo que, caso ultrapassado, causaria um aumento significativo nas emissões e energia consumida. Shim et al. (2006) em um estudo semelhante mas de resultados ligeiramente diferentes afirmaram que a eficiência energética no transporte aumenta com o aumento da cidade até um "tamanho ótimo", após isso, tende a diminuir por causa da formação de congestionamentos.

4.2.8 Formas urbanas no mundo

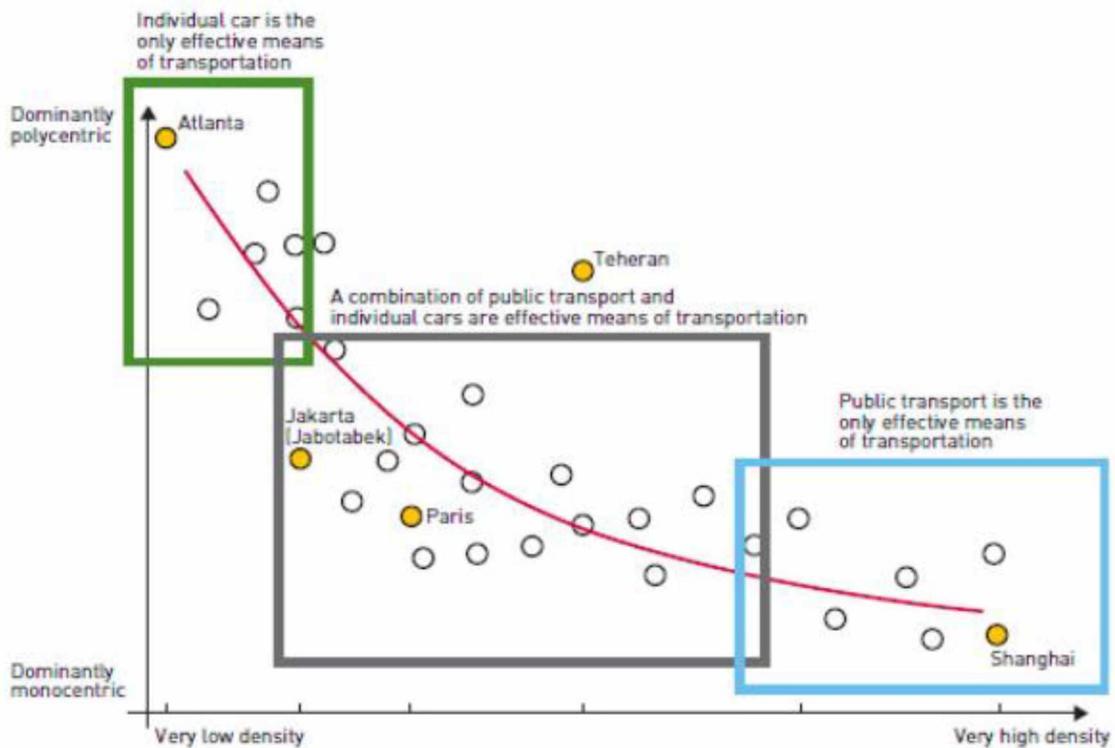
As cidades dos Estados Unidos se formaram na era dos trens e cresceram majoritariamente na era do automóvel, o que as concedeu um formato particularmente espraiado. Apesar dessa conformação -que abrigava distâncias já desconfortáveis- ser nova na história, o espraiamento se tornou a única realidade que a maioria dos norte-americanos já experienciou. Cidades Australianas também possuem essas características, porém em proporções menos drásticas. Já os países em desenvolvimento ou subdesenvolvidos, apesar de terem surgido na era do automóvel, ainda não apresentam os padrões característicos dessa

conformação tão fortes como nas cidades Americanas (apesar de as cidades estarem cada vez mais espalhadas). Isso provavelmente acontece por serem mais novas e estarem inseridas em um contexto político um pouco mais alerta sobre os prejuízos do espalhamento, ou por não terem tão presente a disponibilidade de carro que acelerou o espalhamento estadunidense (NEWMAN; KENWORTHY, 1996).

Cada tipo de forma urbana traz consigo aspectos de eficiência energética. É esperado que o consumo de energia aumente consideravelmente das cidades caminháveis (walking cities) para as cidades orientadas para automóvel (automobile-oriented cities), sendo as cidades orientadas para transporte coletivo (transit-oriented cities) um intermediário entre elas, mas ainda bem eficiente. Isso ocorre devido a eficiência energética do modal predominante, que está diretamente ligado a forma da cidade. Cidades orientadas para automóveis são ambientes hostis para o transporte ativo visto que as distâncias se prolongam muito e o uso do solo tende a ser monotemático. Ao mesmo tempo, mesmo as cidades compactas orientadas para caminhadas podem ser desconfortáveis e inseguras para os pedestres caso abriguem uma grande frota de carros. Nesse caso, a eficiência também seria diminuída devido a formação de congestionamentos.

O espalhamento também é incompatível com um transporte público eficiente e economicamente viável. Isso acontece porque não existe um “fluxo geral” que permite um manejo efetivo de passageiros e a provável longa distância entre residências e pontos de captação diminuiria a adesão dos cidadãos (Gráfico 7). Existe um certo consenso que o transporte público se torna viável a partir de uma densidade de 30 hab/ha e que é mais compatível com formas moderadamente policêntricas (LEFÈVRE; MAINGUY, 2009). Em cidades espalhadas como Detroit e Houston menos de 1% dos km viajados por passageiro são de transporte público (NEWMAN; KENWORTHY, 1996).

Gráfico 7: Relação entre a estrutura urbana e efetividade do transporte público



Fonte: Lefèvre e Mainguy (2009) APUD Bertaud e Malpezzi (2003)

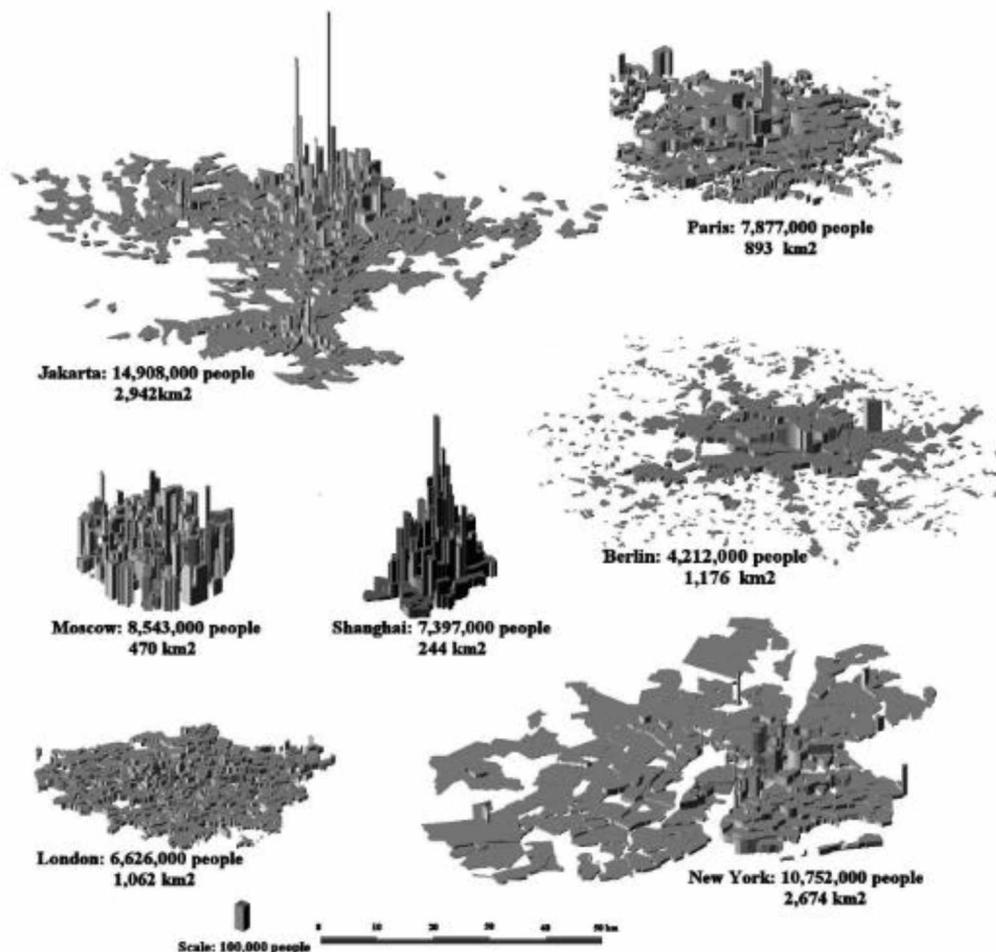
Nesse sentido, Newman e Kenworthy (1999, 1991) verificaram que as cidades Americanas consomem duas vezes mais petróleo per capita que cidades Australianas, quatro vezes mais que cidades Europeias e dez vezes mais que cidades Asiáticas, sendo que chegavam a usar duzentas vezes mais petróleo que algumas cidades como Moscou, devido ao baixíssimo uso de carro. Kenworthy (2003) estimou que as cidades Americanas, Canadenses e Australianas, gastam 24x mais energia que as chinesas, que apresentam os melhores índices. Isso acontece justamente porque nos Estados Unidos e Austrália o grande índice de espraiamento favorece o uso de carro, enquanto Europa e Ásia já apresentam características de cidades mais compactas, resultando em uma distribuição de modais mais sustentável.

Esse fato tem precedentes políticos. Apesar de Estados Unidos e Europa terem presenciado grande crescimento em população e renda no século 20, o primeiro investiu muito em estradas e pouco em desenvolver centros fortes e conter a mobilidade familiar, enquanto o segundo investiu em transporte público e manutenção de amenidades centrais. Outra questão que influenciou fortemente foi o fato de a Europa possuir uma população bem mais homogênea em termos socioeconômicos do que os Estados Unidos (NECHYBA; WALSH, 2004).

Apesar de cada continente apresentar algumas características gerais, essa relação não é uma regra. Na Europa, algumas cidades como Estocolmo se mantêm comprometidas com o modelo de desenvolvimento orientado para o transporte público, enquanto outras como Oslo e Frankfurt não frearam a utilização de carros e expansão dos subúrbios. Além disso, apesar da fama dos Estados Unidos ser de uma Nação dependente de carro, cidades como Toronto e Nova Iorque investiram consideravelmente em transporte público –aumentando o uso deste– e conseguiram aos poucos conter o crescimento da motorização (NEWMAN; KENWORTHY, 1996).

Atualmente, existe uma grande dificuldade em conter o espraiamento e até cidades reconhecidamente compactas como Barcelona têm mostrado uma considerável expansão periférica (ECHENIQUE et al., 2012). A Figura 12 mostra o gradiente de densidade em algumas metrópoles ao redor do mundo.

Figura 12: Distribuição espacial da densidade em 7 metrópoles ao redor do mundo. Eixos X e Y são a representação da área construída em plano, eixo Z representa a densidade populacional



Fonte: Bertaud (2001)

É possível notar que enquanto algumas cidades como Moscou e Shanghai conseguem manter a densidade constante nas bordas, outras como Berlim e Nova Iorque deixaram a mancha urbana se espalhar apesar do centro denso. Para que esses eventos não se repitam nas cidades que estão em expansão no atual momento, Lefèvre e Mainguy (2009) reiteram a necessidade do planejamento urbano ao afirmar:

“To simplify, there are four possible urban structures the cities of the South can choose from: a sprawling polycentric city (Atlanta), a dense monocentric city (Barcelona), a city made up of a relatively dense centre surrounded by satellites and a dual city made up of a modern international standard type centre more or less loosely connected to a traditional city. The first question local authorities must ask and respond to is: "What kind of city do we want?". Since environmental constraints impose a limitation on expanding the use of cars, even if they were to become more environmentally-friendly, the first alternative, i.e. the sprawling city, is to be avoided” (LEFÈVRE; MAINGUY, 2009).

4.3 Questões Socioeconômicas e Eficiência Energética no transporte

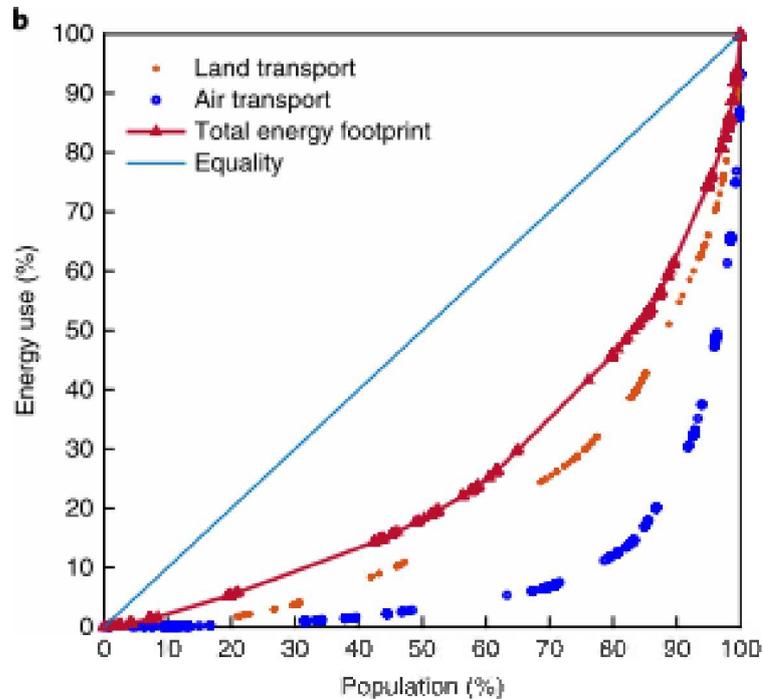
As questões socioeconômicas influenciam muito o comportamento de viagem, de forma direta e indireta. Stead (2001) estimou que características socioeconômicas explicam em torno de 50% das variações nas distâncias viajada.

4.3.1 Renda

A renda da casa explica boa parte dos padrões de viagem, principalmente a escolha do modal (EWING; CERVERO, 2001; GOMEZ-IBANEZ, 1991; OBREGÓN-BIOSCA, 2022; VAJJARAPU; VERMA, 2022). Quanto maior a renda, maior a frequência e o comprimentos de viagens (EWING; CERVERO, 2001; MANAUGH; MIRANDA-MORENO; EL-GENEIDY, 2010; VAJJARAPU; VERMA, 2022). Büchs e Schnepf (2013) associaram aumento da renda com maior emissão de CO₂ pelo transporte no Reino Unido e O’neill e Chen (2002) com maior gasto de energia nos Estados Unidos. Oswald, Owen e Steinberger (2020) fizeram um ótimo estudo em 86 países e constataram uma desigualdade mundial no que diz respeito ao consumo de energia no transporte. Foi estimado que os 10% da população com renda mais alta usam aproximadamente 45% de toda energia para transporte terrestre (Gráfico 8). Esses dados levantam questões sobre justiça social, visto que os impactos do alto uso energético chegam

para todos (em maiores proporções para pessoas de baixa renda), mesmo que o consumo seja esmagadoramente atribuído a um pequeno grupo de pessoas de alta renda.

Gráfico 8: Percentual de energia gasta por percentual de população entre 56 países em desenvolvimento



Fonte: Oswald; Owen e Steinberger (2020)

4.3.2 Preço do combustível

Newman e Kenworthy (1991) em seu famoso trabalho que analisava 32 cidades ao redor do mundo, concluiu que, assim como a renda, o preço do combustível tinha influência no transporte no mundo todo. Gomez-Ibanez (1991) e Kirwan (1992) também verificaram essa relação, sendo que este último ainda afirmou que o consumo de energia no transporte é menor na Europa do que nas cidades Norte Americanas e Australianas porque as pessoas têm muito menos carros e o preço do combustível é muito maior. A exceção do trabalho de NK foram as cidades americanas, que aparentemente não tinham seu comportamento de viagem influenciado nem pela renda nem pelo preço do combustível. Isso acontece provavelmente por uma questão cultural e porque a forma urbana restringe muito as opções de transporte dos norte-americanos.

Em análises mais recentes o resultado é similar. Algunaibet e Matar (2018) afirmam que o preço do combustível não afeta tanto a demanda deste, visto que na Arábia Saudita

faltam opções ao uso de combustíveis. Já Amrusch e Wirl (2006), por outro lado, verificaram que em Viena o aumento do preço do combustível aumentou o modal share do transporte público e motocicletas, enquanto os registros de carros novos caíram. Fujisaki (2014) também afirma que no Japão o preço da gasolina influencia no tipo de carro (veículos mais leves ou mais robustos), posse de carro geral, quilômetros viajados e uso de transporte público. Yang e Timmermans (2012) identificaram que na Holanda o aumento no preço dos combustíveis está relacionado a uma diminuição no uso destes, bem como redução nos quilômetros totais percorridos e emissões de CO₂, por outro lado, as distâncias percorridas de transporte coletivo e ativo aumentaram.

Portanto, é possível dizer que, no geral, as pessoas são responsivas ao aumento no preço dos combustíveis, exceto quando a cidade não oferta outras alternativas viáveis de transporte.

4.3.3 Classe social, escolaridade, idade, gênero e outras questões

Banister, Watson e Wood (1997) e Stead (2001) encontraram relações significantes entre o comportamento de viagem e emprego, posse de carro e classe social. Kirwan (1992) também afirmou a importância da posse de carro nas relações do transporte, identificando ainda que esse fator é influenciado pelo preço do transporte público. As emissões e energia gasta no transporte aumentam com o nível de estudo (BÜCHS; SCHNEPF, 2013; POORTINGA; STEG; VLEK, 2004). Casas com crianças pequenas tendem a usar menos energia no transporte (BÜCHS; SCHNEPF, 2013; O'NEILL; CHEN, 2002).

Manauagh; Miranda-Moreno e El-Geneidy (2010) em Montreal encontraram que a distância da viagem diminui com a idade, Büchs e Schnepf (2013) corroboram com esses resultados para uma população no Reino Unido, O'Neill e Chen (2002) nos Estados Unidos e Poortinga, Steg e Vlek (2004) na Holanda. Obregón-Biosca (2022) ressalta a correlação dessa variável com a escolha do meio de transporte no México.

Em geral, as mulheres andam a pé com mais frequência e por distâncias maiores (VAJJARAPU; VERMA, 2022). Na Europa, mulheres fazem viagens mais curtas e usam mais o transporte público que homens, gastando consideravelmente menos energia no transporte e emitindo menos CO₂ (RATY; CARLSSON-KANYAMA, 2010). Em países menos desenvolvidos, as

mulheres andam mais a pé, são mais dependentes do transporte público e têm menos acesso a meios de transporte particulares. Isso provavelmente ocorre porque é estabelecida uma hierarquia de poder na casa em que os homens dominam os meios de transporte. Além disso, as mulheres, em geral, ficam responsáveis pela criação dos filhos e tarefas de casa, enquanto homens saem para trabalhar (PETERS, 2002).

4.3.4 Forças de mercado e segregação social

Muitos argumentam que aumento da renda está diretamente ligado ao desejo por carros e casas maiores. As forças de mercado incentivam a compra de casas espaçosas nos subúrbios por preços semelhantes ou menores que das residências compactas do centro, onde o maior custo de deslocamento é compensado pelo menor preço da terra. A renda, o mercado imobiliário, o baixo preço das viagens e a falta de governança, portanto, explicam o que parece ser um movimento natural das cidades no sentido do espraiamento e dependência de carro. No mesmo sentido, os empregos começam também a se dispersar, buscando localizações mais baratas e longe dos centros congestionados, mas não necessariamente perto das residências de seus empregados. O uso do carro vem de encontro a essa cidade mais dispersa e descentralizada com uma promessa de liberdade, rapidez e flexibilidade, fechando um ciclo: os carros parecem encurtar as distâncias (mesmo que elas tenham aumentado), permitindo a vida nos subúrbios, e quanto mais se vive nesses locais longe dos centros de varejo, empregos e serviços, mais se precisa dos carros (BREHENY, 1995; ECHENIQUE et al., 2012; EWING; HAMIDI, 2015; LEFÈVRE; MAINGUY, 2009; MANAUGH; MIRANDA-MORENO; EL-GENEIDY, 2010; MINDALI; RAVEH; SALOMON, 2004; NECHYBA; WALSH, 2004; NEWMAN; KENWORTHY; VINTILA, 1995; NEWMAN; KENWORTHY, 1996).

Essa conformação resultante da atuação livre das forças de mercado acarreta uma série de problemas de ordem social. As pessoas de classe D e E são espacialmente segregadas em regiões onde a terra é mais barata e têm sua mobilidade reduzida pelo não acesso ao carro, o que acaba por privá-las do acesso a cidade e confiná-las em regiões de pobreza (ou bolsões de pobreza). Esse confinamento gera uma dependência das instalações públicas regionais, que, por sua vez, sofrem muitas vezes com o descaso político (infraestrutura precária, altos índices de violência, baixo acesso à educação, cultura e lazer) (NECHYBA;

WALSH, 2004; OLVERA; PLAT; POCHE, 2003). Olvera, Plat e Pochet (2003) questionam se os assentamentos não planejados são uma armadilha para a população mais pobre e afirmam que esses locais reforçam o ciclo da pobreza ao restringir as oportunidades. A dependência de carro para se locomover também pode excluir idosos, adolescentes e qualquer outro indivíduo que não possa dirigir, mesmo que more em localizações mais ricas (EWING, 1997; SHIM et al., 2006).

4.3.5 A importância da avaliação de questões socioeconômicas

Apesar das questões sociais que permeiam o espraiamento parecerem sólidas, não se deve estabelecer uma relação direta e imutável entre a eficiência energética e a forma urbana. Prova disso é que Zhang e Zhao (2017) obtiveram resultados interessantes mostrando como a eficiência energética no transporte pode ser erroneamente atribuída a características de forma urbana quando os aspectos socioeconômicos são negligenciados. Em seu estudo, é relatado que em Pequim os centros mais densos e de uso misto podem consumir menos energia devido ao fato de que os residentes desses locais possuem rendas menores (e consequentemente menor nível de mobilidade e posse de carro) e não necessariamente pela forma urbana. Enquanto isso, os moradores dos condomínios em subúrbios espraiados são geralmente mais ricos, possuem mais carro e um estilo de vida mais dependente dele.

Sun; Ermagun e Dan (2017), no entanto, relataram em seu estudo que as áreas mais densas em trabalho também eram as que apresentavam maior uso de carro, contrariando vários estudos. Mais uma vez, a explicação desse comportamento contra intuitivo foi atribuída ao fato de que muitas vezes as condições socioeconômicas superam os outros aspectos, visto que as pessoas mais ricas (e com mais posse de carro) moravam nas áreas em questão. Nesse sentido, pode-se dizer que a forma urbana possui importância não só relacionada a eficiência energética, mas também social ao garantir acessibilidade a pessoas de baixa renda.

4.3.6 Riqueza a nível de Estado e mudanças transporte

Existe também uma relação forte entre consumo energético, emissões e crescimento econômico de uma forma mais ampla, a nível de nação. A emissão de CO₂ pelo transporte na China tem aumentando aproximadamente 9% ao ano e tem relação direta com o

desenvolvimento socioeconômico (YANG; LI; CAO, 2015). Essa relação parece ser bem comum ao redor do mundo: vários estudos relacionaram o aumento nas emissões de CO₂ e consumo de energia no transporte a aspectos econômicos como aumento do PIB, crescimento econômico e populacional (LAKSHMANAN; HAN, 1997; LU; LIN; LEWIS, 2007; MAZZARINO, 2000; TIMILSINA,; SHRESTHA, 2009; WANG; ZHANG; ZHOU, 2011). Zegras (2010) afirma que em uma cidade de economia e motorização crescente como o Santiago do Chile, é muito comum que as pessoas possuam um carro assim que a renda as permitir. No entanto, aspectos de uso do solo e transporte público podem prevenir as residências de possuírem carros adicionais.

Essa relação parece ser característica de países em desenvolvimento. Kenworthy (2003) ao comparar 84 países ao redor do mundo não encontrou relação significativa entre uso do transporte privado e nível de riqueza destes. Existem cidades Europeias mais ricas do que Australianas que conseguem controlar bem as taxas de espraiamento e motorização através de políticas de uso do solo (NEWMAN; KENWORTHY; VINTILA, 1995). Se opondo totalmente a esse conceito, alguns lugares parecem apresentar uma espécie de “subsídio indireto a suburbanização”. Em outras palavras, se os moradores de regiões de baixa densidade tivessem de arcar com os custos da infraestrutura urbana exigida pelos subúrbios e pelos custos externos do uso do carro (poluição, estradas, congestionamentos, acidentes, estacionamento, etc.), esses locais talvez não seriam tão atrativos (EWING, 1997).

4.4 Políticas Públicas, Planejamento Urbano e Eficiência Energética

Para discutir as políticas públicas que auxiliariam na solução do presente problema, é imprescindível entender que, como visto no item 2, vários fatores influenciam nas questões de eficiência energética. Ewing e Cervero (2001) fizeram um bom resumo ao relatarem que:

“Trip frequencies appear to be primarily a function of the socioeconomic characteristics of travelers and secondarily a function of the built environment, trip lengths are primarily a function of the built environment and secondarily a function of socioeconomic characteristics, and mode choices depend on both (although they probably depend more on socioeconomics). Studies of overall VMT or VHT find the built environment to be much more significant”(EWING; CERVERO, 2001).

Duas vertentes predominantes guiam a implementação de políticas. Como visto no item 4.2.2, os trabalhos de NK e Kirwan (1992) convergem em seus resultados, mas a principal diferença deles é que Kirwan recomenda fortemente políticas de preço, alegando que elas são muito mais praticáveis e imediatas, enquanto NK defendem que só o planejamento urbano pode trazer benefícios justos e duradouros. Alguns autores se apoiam ainda nos avanços tecnológicos para resolver o problema.

Na prática, todas essas medidas possuem seus prós e contras que serão discutidos nesse item. Apesar de alguns autores clássicos terem uma opinião rígida sobre tais políticas, estudos recentes têm mostrados que a mudança rumo a um transporte mais sustentável só acontece de forma eficiente quando as três são combinadas (VAJJARAPU; VERMA, 2022)

4.4.1 Políticas de preço

As políticas de preço ou econômicas são amplamente difundidas entre os pesquisadores, sendo tratadas como uma alternativa mais factível e imediata do que as políticas de planejamento, sabidamente mais complexas e profundas. Kirwan (1992) afirma que, dado a baixa taxa de aumento da densidade mesmo com políticas de planejamento robustas, as políticas de preço têm uma importância prática, sendo a principal o aumento do preço da gasolina. O autor estima que um aumento de 25% no preço da gasolina implicaria em uma redução de 90% no consumo desta e que essa política teria efeito, inclusive, na densidade. Explica ainda que as cidades Europeias apresentam menor consumo energético porque trabalharam políticas muito profundas de contenção do espraiamento e ordenamento do crescimento desde a origem do problema, o que é muito diferente (e mais simples) do que aumentar a densidade de cidades já estruturadas.

Willson e Shoup (1990) descobriram que quando os trabalhadores precisam pagar para estacionar seus carros, o número de viagens com apenas um passageiro no carro diminui significativamente e há um aumento em viagens de carro compartilhadas e uso do transporte público. Os autores acreditam que a taxação do estacionamento é uma política importante para reduzir o consumo de energia, poluição do ar e congestionamentos. Gomez-Ibanez (1991) afirma que o preço da gasolina é o fator determinante no comportamento de viagem e forma urbana e que forçar uma remodelação implicaria obrigatoriamente em redução da

qualidade de vida. Breheny (1995) acredita que investir em políticas de taxaço de combustível e melhora na eficiência dos carros são opções muito mais simples e imediatas na reduço do consumo de energia. GR, apesar de não tratarem o consumo energético como um problema, argumentam a favor da taxaço de combustíveis, congestionamentos, emissões e estradas para cobrir custos de externalidades (GORDON; RICHARDSON, 1989, 1997). Lefèvre e Mainguy (2009) também compartilham dessa vertente, apesar de assumirem que essas são medidas que prejudicariam os mais pobres. Sorensen (2009) também acredita que o transporte por carros é subtaxado considerando todos custos ambientais e sociais. Essa falta de taxas leva a uma superutilizaço da infraestrutura rodoviária (congestionamento), que só pode ser controlada de forma sustentável através de políticas de preço (desconto em passagens de transporte público, taxaço de estacionamento).

Wang et al. (2019) defendem a utilizaço das políticas de planejamento para promover um melhor equilíbrio entre a proporço de casas e empregos, mas acredita que os trabalhadores consideram outros aspectos além do preço do deslocamento, como residências que correspondem às expectativas e características da vizinhança. Por esse motivo, alegam que o planejamento não é suficiente e que as políticas de preço afetam a questão de forma mais direta e eficaz. Poudenx (2008) mostrou como uma combinaço de taxaço de veículos privados e melhoria do sistema de transporte público reduziram drasticamente o uso de carro em Singapura e Hong Kong em meados do século 19. Apesar de as forças de mercado terem aumentado muito o desejo e consumo de carros na década de 1990, as cidades em questão ainda possuem um índice de uso muito mais baixo que as demais metrópoles do mundo.

Owens (1991, 1992) argumenta a favor do planejamento urbano, mas também acredita na taxaço de combustível, já que as políticas de planejamento teriam pouco efeito na mudança do comportamento de viagem das pessoas e devem ser acompanhadas de motivaçoes financeiras. Cervero (1992a, 1992b) acredita que as políticas de preço certamente levariam a um maior uso de transporte público, mas tem preocupaçoes sobre o impacto social (restriço do automóvel apenas as pessoas com baixo poder aquisitivo), aplicabilidade (dificuldade do governo em monitorar o uso de veículos para taxaço) e boa vontade política em implementar medidas tão impopulares.

4.4.2 Políticas de planejamento urbano

NK também consideram que as políticas de preço funcionam bem como um suporte ao planejamento, mas que sozinhas reforçam imediatamente as desigualdades sociais e não resolvem questões relacionadas à qualidade de vida (NEWMAN; KENWORTHY; VINTILA, 1995; NEWMAN; KENWORTHY, 1989, 1991, 1996). Esses autores foram muito importantes na defesa da vertente do planejamento urbano e afirmam:

“If a city is to move towards less transport energy use, this will almost certainly imply less use of the private car and more use of public transport, bicycling and walking; it will more than likely also mean greater accessibility by the transport disadvantaged, less emissions and road accidents and most probably a more 'human' city especially in the central city” (NEWMAN; KENWORTHY, 1991)

Para eles, o planejamento urbano é a ferramenta mais poderosa na melhoria da eficiência energética, sugerindo que as cidades aumentem sua densidade e tenham um uso do solo misto (reurbanização). Para que isso aconteça, o desenvolvimento dos subúrbios deve ser contido e direcionado para as áreas centrais. Essa medida aumentaria a atividade urbana e aproveitaria melhor a estrutura já existente ao invés de expandi-la. Além da reurbanização, é sugerido que as cidades estruturem seus fluxos e meios de transporte público (reorientação do transporte), a fim de garantir adesão da população.

Por fim, é recomendado a união desses dois preceitos no conceito de planejamento orientado pelo transporte, em que a reurbanização é majoritariamente feita nas regiões em torno das linhas principais de transporte público. Lefèvre e Mainguy (2009) acreditam que o processo é inverso. O transporte rápido em massa é estruturado e, a partir daí, o desenvolvimento urbano é concentrado nessas áreas chamadas “corredores de acessibilidade”. Champagne, Dubé e Barla (2022) verificaram que de fato uma nova linha de metrô pode ter um grande impacto na região imediata em que é construída. Esse impacto inclui valorização da terra e atração de edifícios comerciais e residenciais em um raio de mais de um quilômetro. Portanto, é possível dizer que essa é uma medida estratégica de reurbanização e contenção do espraiamento.

Combinados, esses fatores resultariam em um modal share mais sustentável, visto que as distâncias diminuiriam (e com elas, o uso de carro) o transporte público seria mais efetivo e ambiente mais amigável para ciclistas e pedestres (KENWORTHY, 2003, 2006; KENWORTHY; LAUBE, 1996; NEWMAN; KENWORTHY, 1989, 1991). Apesar disso, o que acontece na prática,

muitas vezes, é que o planejamento da cidade e do transporte são independentes e sem objetivos comuns definidos (LEFÈVRE; MAINGUY, 2009).

Nos trabalhos de NK, ainda é sugerido:

a) Restrição da infraestrutura rodoviária (estradas e estacionamentos)

A infraestrutura rodoviária está relacionada a um incentivo no uso de veículos privados. Kirwan (1992) também conclui que a disponibilidade de estradas incentiva o espraiamento e que a disponibilidade de estacionamento influencia no uso de transporte público. Naess (2004) afirma que diminuir ou pelo menos frear o aumento de estradas e estacionamentos aumentaria o uso de meios de transporte mais sustentáveis. Kaza (2020) identificou que a disponibilidade de estradas está associada a maior consumo de energia. Yang, Li e Cao (2015) relataram que o aumento da quantidade de estradas em províncias chinesas aumenta a emissão de CO₂ per capita. Por outro lado, Shim et al. (2006), em um contexto de cidades Coreanas também densas, recomenda a criação de novas estradas para distribuir as viagens com mais eficiência. Lefèvre e Mainguy (2009) atenta para qualidade das estradas, visto que essa variável tem efeito direto no consumo de energia de vários veículos.

b) Estruturação de um transporte público efetivo e rápido, principalmente sobre trilhos

Como visto no item 4.1, existe um consenso entre pesquisadores da área que o transporte público, principalmente sobre trilhos, é de fato mais eficiente em termos de consumo de energia e emissões do que os modos privados. Além disso, Lefèvre e Mainguy (2009) falaram sobre os tipos de transporte público e suas vantagens, que podem incluir rapidez de implantação, conforto, baixo preço e redução de impactos ambientais. No entanto, Poudenx (2008) argumenta que o uso de transporte público, no geral, vem diminuindo e nos poucos lugares em que ele aumentou, parece estar roubando modal share dos meios a pé e de bicicleta. O autor sugere que a qualidade do serviço seja aumentada, visto que a baixa popularidade do modal vem da preferência das pessoas por modais mais confortáveis.

Ramanathan (2005) estimou que se o transporte ferroviário atingisse um patamar de 50% da distribuição de modais na Índia, haveria uma redução de 37% no consumo de energia e emissões. O autor argumenta a favor das políticas de incentivo ao uso desse meio de transporte, mas verificou que ele tem perdido para os meios rodoviários devido à falta

incentivo governamental e possível inflexibilidade. Poudenx (2008) relatou bons resultados (em termos de distribuição de modal share) do pesado investimento em transporte público em algumas cidades da Europa. Cidades Estadunidenses que investiram pesadamente em transporte público também obtiveram resultados, porém mais modestos que os Europeus. Isso ocorre provavelmente devido à dificuldade da forma urbana Americana em abrigar tais meios.

Sorense (2009) recomenda a expansão do BRT com linhas exclusivas para ônibus no combate do congestionamento de Los Angeles. Echenique et al. (2012a) acredita em um maior uso do transporte público para redução de emissões, no entanto, isso exige uma mudança no comportamento de viagem, que precisa de grandes incentivos (ou penalidades) para acontecer. Shekarchian et al. (2017) estimou que, melhorando o sistema de transporte público e provendo condições para ciclistas e pedestres (rotas, frequência e serviço de ônibus e trens), o tempo de viagem diminuiria em 89%, o que atrairia mais usuários para esses modais. Yang, Li e Cao (2015) concluem que o desenvolvimento de um transporte público abrangente e eficiente são medidas importantes para reduzir emissões.

Newman e Kenworthy (1996) ainda atentam para o fato de que o transporte público resolve problemas de ordem ambiental e social não só por questões de eficiência, mas pelo espaço que libera para implantação de amenidades urbanas e espaços de convivência.

c) Suporte e incentivo aos modos a pé e bicicleta

Os meios de transporte a pé e bicicleta são os mais eficientes em termos de emissões e energia (item 4.1), porém muitas vezes são desencorajados por aspectos urbanos. Holtzclaw (1994) mostra uma série de estudos que apontam tais questões, como ausência de mobília urbana convidativa (abrigos de ônibus, calçadas em bom estado, etc.), barreiras que aumentam distâncias ou dificultam a passagem (rodovias, estacionamentos, valas de drenagem), falta de segurança (ruas sem saída, tráfego de carros em alta velocidade, ausência de sinalizador para pedestres, espaços não separados para tráfego de pedestres, bicicletas e veículos motorizados) e regiões muito íngremes. Ainda segundo o autor, a disposição em caminhar aumenta com a acessibilidade, uso misto do solo e aumento da densidade.

Segundo Gehl (2013), muitas vezes -nos países em desenvolvimento, principalmente- as pessoas caminham por necessidade. Em outras partes do mundo, no entanto, o caminhar

depende muito de certas condições urbanas que tornam as vias amigáveis aos pedestres ou não. O autor ressalta algumas delas, como o fluxo de pedestres em uma calçada, que se muito grande pode causar desconforto. Essa variável está diretamente ligada à largura das calçadas, que deve ser adequada para comportar o fluxo.

Assim como a largura, os obstáculos podem também trazer dificuldades ao caminhar, eles vão dos mais necessários, como placas e postes, até os mais “irregulares”, como veículos parados parcialmente nas calçadas ou inadequações no piso. O próprio tipo de piso em si pode ser um (des)convite à caminhada. São consideradas ainda questões psicológicas como o quão “interessante” é o caminho, interesse esse que pode vir desde esquinas até fachadas de lojas. A sensação de segurança trazida pela iluminação ou pelo próprio movimento da rua também tem um papel central na disposição a escolher o caminhar.

Locais que não possuem um ambiente minimamente amigável para os pedestres e ciclistas tendem a ter esses modos extintos, o que é comum, apesar dos baixos custos da implantação de infraestrutura necessária (LEFÈVRE; MAINGUY, 2009). Woodcock et al. (2007) atentam para a importância das políticas que encorajam modos ativos, já que essas diminuiriam emissões e consumo energético, além de melhorarem qualidade do ar, acidentes de trânsito e a saúde da população.

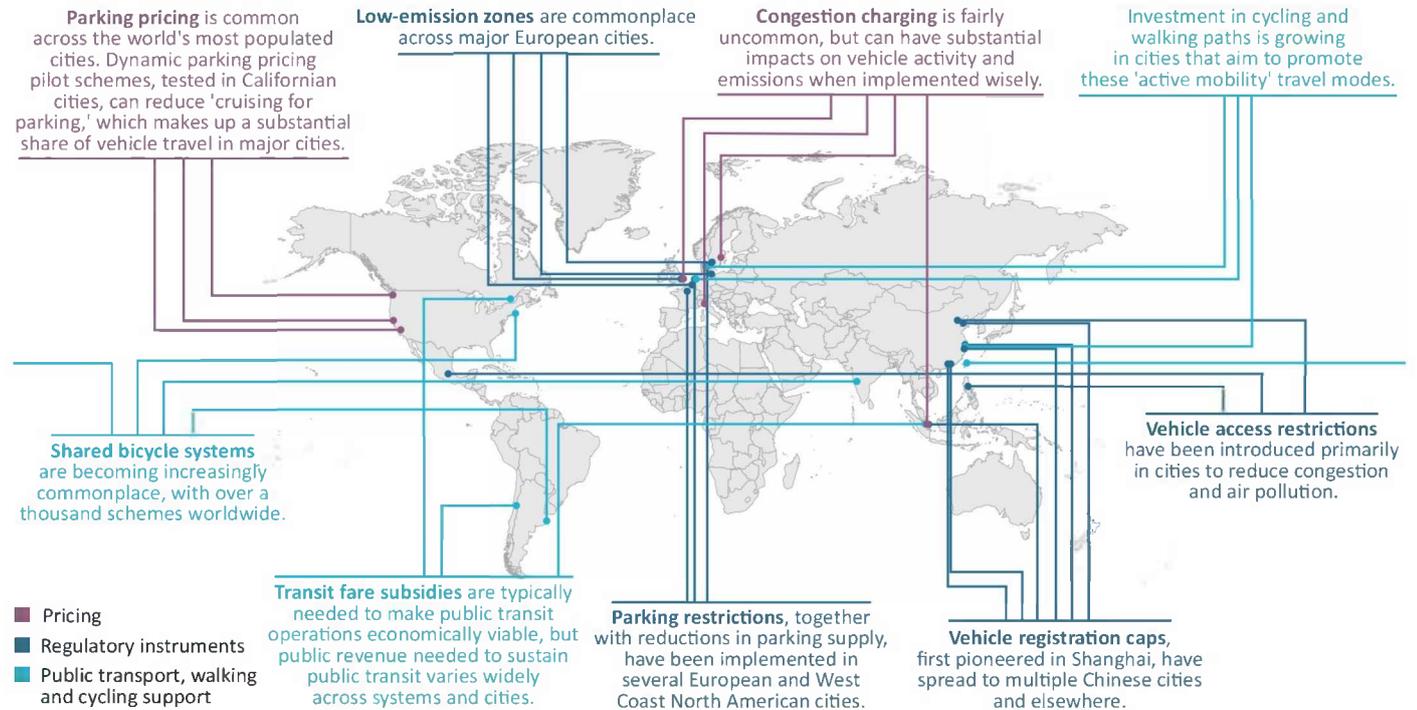
Pan, Shen e Zhang (2009) afirmam que cidades amigáveis para pedestres e ciclistas tornam os meios não motorizados mais praticáveis e ajudam a diminuir a alta taxa de crescimento no uso de carros. Grosse et al. (2018) sugeriram a utilização de passes multimodais de transporte público que combinassem bicicletas e compartilhamento de carro, além dos modais tradicionais, para tornar o uso mais competitivo. Shekarchian et al. (2017) mostraram o potencial do investimento em infraestrutura para pedestres e ciclistas na diminuição do tempo de viagem e energia gasta.

NK afirmam, por fim, a importância das políticas públicas:

"Our approach is to argue that the city faces two futures - one involves more sprawl in which employment and housing is scattered loosely and at low density (the 'self-regulating' model); the other involves a movement towards subcentres that are transit-oriented and which have concentrations of jobs, housing and other services. This latter city model has, we believe, much more chance of achieving the efficiencies hoped (...). It also promises to reduce the external costs and equity problems of the sprawling city in a way the self-regulating city can never do" (NEWMAN; KENWORTHY; VINTILA, 1995).

A IEA (2020b) identificou as principais políticas utilizadas na promoção de alternativas mais sustentáveis que o uso do carro utilizadas no mundo (Figura 13).

Figura 13: Políticas recentes de promoção do uso de alternativas mais sustentáveis que o carro no transporte



This map is without prejudice to the status of or sovereignty over any territory, to the delimitation of international frontiers and boundaries, and to the name of any territory, city or area.

Fonte: IEA, 2020b

4.4.3 Apostas tecnológicas

Alguns estudos recentes apontam para um aspecto da cidade compacta que por muito tempo não havia recebido muita atenção: a qualidade do ar. O formato mais denso de fato reduz as emissões de CO₂, mas concentra os poluentes provindos dos motores em regiões muito menores que formatos mais espalhados, o que coloca a saúde da população em risco (MARTINS, 2012; NAMDEO et al., 2019). Echenique et al. (2012) afirma que as políticas de forma urbana têm pouca influência no consumo de energia, mas podem estar diretamente relacionadas a qualidade ambiental local, economia e igualdade social.

Esses estudos acreditam em uma terceira vertente: as adaptações a partir da tecnologia. Para eles, se o problema dos carros são as emissões, é muito mais coerente que se troque a fonte de energia para não fósseis, menos poluentes e mais eficientes. Considerando que o aumento no uso dos carros é uma tendência mundial aparentemente incontrolável mesmo com todas políticas praticadas há anos (item 4.1), é mais interessante

usar a tecnologia para melhorar a eficiência destes e diminuir seus impactos. Apesar de essa ser uma solução na qual é imprescindível trabalhar e que tem altos impactos potencialmente positivos (VAJJARAPU; VERMA, 2022), é preciso lembrar que o intenso uso de carro culmina em ambientes congestionados e desagradáveis nas áreas centrais.

Os carros elétricos possuem vários benefícios econômicos para o consumidor, visto que o custo de operação é menor devido à eficiência do motor, apesar do ainda alto custo inicial. A tecnologia dos carros elétricos dá ao transporte a possibilidade de que fontes mais limpas sejam introduzidas na matriz energética da mobilidade. As vantagens ambientais incluem redução da poluição sonora e zero emissões, o que contribui muito na melhora da qualidade do ar e na redução de gases estufa (desde que a energia que abastece o veículo provenha de uma fonte limpa) (KUMAR; PRASAD, 2018; KUMAR; KUMAR, 2020; LEFÈVRE; MAINGUY, 2009; RAJPER; ALBRECHT, 2020; YONG et al., 2015).

Por outro lado, deve-se considerar a análise do ciclo de vida desses veículos. Uma vez consideradas a energia da produção do veículo e produção/distribuição da fonte energética, o consumo energético total pode aumentar muito devido a imaturidade da tecnologia e alto preço dos materiais de produção (KOSAI; YUASA; YAMASUE, 2020).

É importante que os veículos convencionais (a combustão) também sejam otimizados para consumirem menos energia, utilizarem combustíveis mais sustentáveis e emitirem menos poluentes, além da estruturação programas de inspeção ambiental para garantir a regularização da frota (IEA, 2020b; LEFÈVRE; MAINGUY, 2009). Essa política deve ser levada a sério porque, como concluíram Rajper e Albrecht (2020), os veículos elétricos de quatro rodas ainda não são uma opção viável em países em desenvolvimento devido ao seu alto investimento inicial, mas já são uma realidade com crescimento exponencial na China, Europa e Estados Unidos (IEA, 2019). King (2007) estimou que é possível que até 2050 o transporte seja completamente descarbonizado.

Emergem ainda outras tecnologias que são produto da era digital, como carona por aplicativo, compartilhamento de veículos e veículos autônomos. As caronas existem há muito tempo, mas a recente sistematização desse antigo costume em uma plataforma trouxe mais dinamismo, conveniência e eficácia aos usuários. Shaheen (2018) apresenta uma gama de estudos mostrando que o serviço de carona por aplicativo pode atuar na redução de emissões, consumo de energia, infraestrutura de estradas, estacionamento, congestionamentos e

custos de viagens (aumentando a mobilidade de famílias de baixa renda). Isso acontece porque há uma redução na necessidade de se ter um veículo próprio.

Outra medida que pode ajudar na redução da posse de carro é o compartilhamento de veículos, que consiste no pagamento por hora ou quilômetros rodados para pegar um veículo em algum lugar da cidade, utilizá-lo e deixá-lo em algum lugar dentro dos limites impostos. Os benefícios dessa modalidade são muito parecidos com o das caronas, incluindo redução da energia consumida, infraestrutura rodoviária e impactos ambientais (BAPTISTA; MELO; ROLIM, 2014; FIRNKORN; MÜLLER, 2011).

Por outro lado, esses serviços podem acabar por desencorajar o uso de outros modos mais sustentáveis, roubando modal-share das viagens a pé, bicicleta e transporte público. Clewlow e Mishra (2017) estimaram que 49% a 61% das caronas por aplicativos poderiam ter sido feitas utilizando esses três modais ou não terem sido feitas. Para contornar esse efeito, é interessante que o compartilhamento se estenda a outros modais mais sustentáveis, como bicicletas e patinetes. Isso aumentaria as possibilidades do usuário e ajudaria estabelecer uma conexão mais efetiva o transporte público (MACHADO et al., 2018).

No que diz respeito aos veículos autônomos, é difícil prever quais serão os impactos, visto que estes ainda são pouco difundidos. É possível que haja uma redução no consumo de combustível, emissões, acidentes e uso de estradas através de melhores práticas de direção e controle do tráfego. Por outro lado, esse tipo de veículo pode induzir uma maior quantidade de viagens e viagens mais longas por aumentar a acessibilidade à mobilidade privada (HULA et al., 2018; MILAKIS; AREM; WEE, 2017; WADUD; MACKENZIE; LEIBY, 2016).

Alguns especialistas estão bem otimistas com a combinação dessas três tecnologias. Greenblatt e Saxena (2015) fizeram um estudo sobre taxis autônomos e estimaram que até 2030 as emissões/milha nos Estados Unidos poderiam ser reduzidas em até 94% comparando com veículos tradicionais, enquanto o consumo de óleo seria reduzido em 100% mesmo com aumento dos veículos e distâncias percorridas. Viegas et al. (2016) estimaram que uma frota com essas características poderia reduzir muito custos operacionais em Lisboa, atendendo os passageiros com 97% menos veículos e 95% menos estacionamentos. Alonso-Mora et al. (2016) estimaram que apenas 15% da frota de taxi de Nova Iorque poderia atender 98% da demanda se possuísse esses aspectos. Uma das razões desses esperados sucessos é o fato de que os veículos privados convencionais ficam estacionados 95% do tempo, e, quando estão

em uso, o índice médio de ocupação é menor que duas pessoas por carro (IPEA, 2011; UN HABITAT III, 2016). O compartilhamento de veículos, independentemente da plataforma utilizada, aproveitaria com muito mais eficiência o veículo ao reduzir os tempos ociosos.

Todas essas vantagens se apoiam em um aspecto em comum: a adesão dos usuários. Em alguns países os passageiros ainda têm questões impeditivas quanto a essas tecnologias, como preocupação com a segurança e a sensação de invasão de privacidade ao entrarem/deixarem um estranho entrar em seus veículos particulares. Além disso, a posse de carros ainda é muito ligada a status social e a sensação de liberdade.

Existe ainda uma preocupação sobre a esses veículos aumentarem as injustiças sociais. Alguns estudos relatam que os veículos autônomos ainda têm dificuldade em reconhecer toda a diversidade de cidadãos do mundo, como pedestres negros ou com trajes culturais específicos. Para guiar a popularização dessas tecnologias e tirar o melhor proveito delas, é importante aproveitar esse momento de implantação inicial para estabelecimento de boas políticas (AXSEN; SOVACOOOL, 2019; SOVACOOOL; GRIFFITHS, 2020).

METODOLOGIA

5 METODOLOGIA

5.1 Panorama geral

A metodologia do trabalho parte do princípio que existem três perguntas base a serem respondidas: 1- Como as questões socioeconômicas impactam no comportamento de viagem, 2- Como as questões urbanísticas impactam no comportamento de viagem e 3- Como esses fatores como um conjunto influenciam a eficiência energética no transporte.

Para responder essas perguntas lançaremos mão de uma série de ferramentas e técnicas que serão melhor detalhadas nos itens abaixo. O processo como um todo objetiva o recolhimento de dados de cunho socioeconômico e de forma urbana que possivelmente influenciem o comportamento de viagem individual. Esses dados serão relacionados aos dados referentes as viagens (e seus gastos energéticos) de cada indivíduo participante da pesquisa, de forma a tentar responder quais dos parâmetros estão relacionados a comportamentos de viagem mais sustentáveis através de métodos estatísticos.

5.2 Recorte

Considerando que as análises a serem feitas partem de variáveis socioeconômicas e de forma urbana, esses mesmos critérios foram utilizados na seleção das áreas de análise. O critério socioeconômico veio em forma de renda, enquanto o urbanístico em forma de densidade demográfica. A unidade espacial utilizada na delimitação das áreas de estudo foi o setor censitário, que é “a menor porção territorial utilizada pelo IBGE para planejar e realizar levantamentos de dados do Censo e Pesquisas Estatísticas” (IBGE, [s.d.]).

5.2.1 Classes sociais

As informações sobre renda disponibilizadas por setor censitário pelo censo do IBGE de 2010 foram baixadas em formato .xls e trabalhadas no software Excel. As tabelas continham dados referentes a todo estado de Minas Gerais, por isso, utilizou-se o software em questão para recorte apenas dos dados de interesse referentes à zona urbana de Uberlândia através da ferramenta de filtros.

A planilha do IBGE denominada “planilha Básico_UF.xls” continha a variável V005, referente ao “Valor do rendimento nominal médio mensal das pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes (com e sem rendimento)”, que foi utilizada como base de dados para classificação dos setores censitários. Utilizou-se a ferramenta “formatação condicional” na coluna referente a essa variável de forma que os setores censitários de Uberlândia foram categorizados em classes A, B, C, D e E de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3: Categorização da renda domiciliar mensal em classes segundo o IBGE

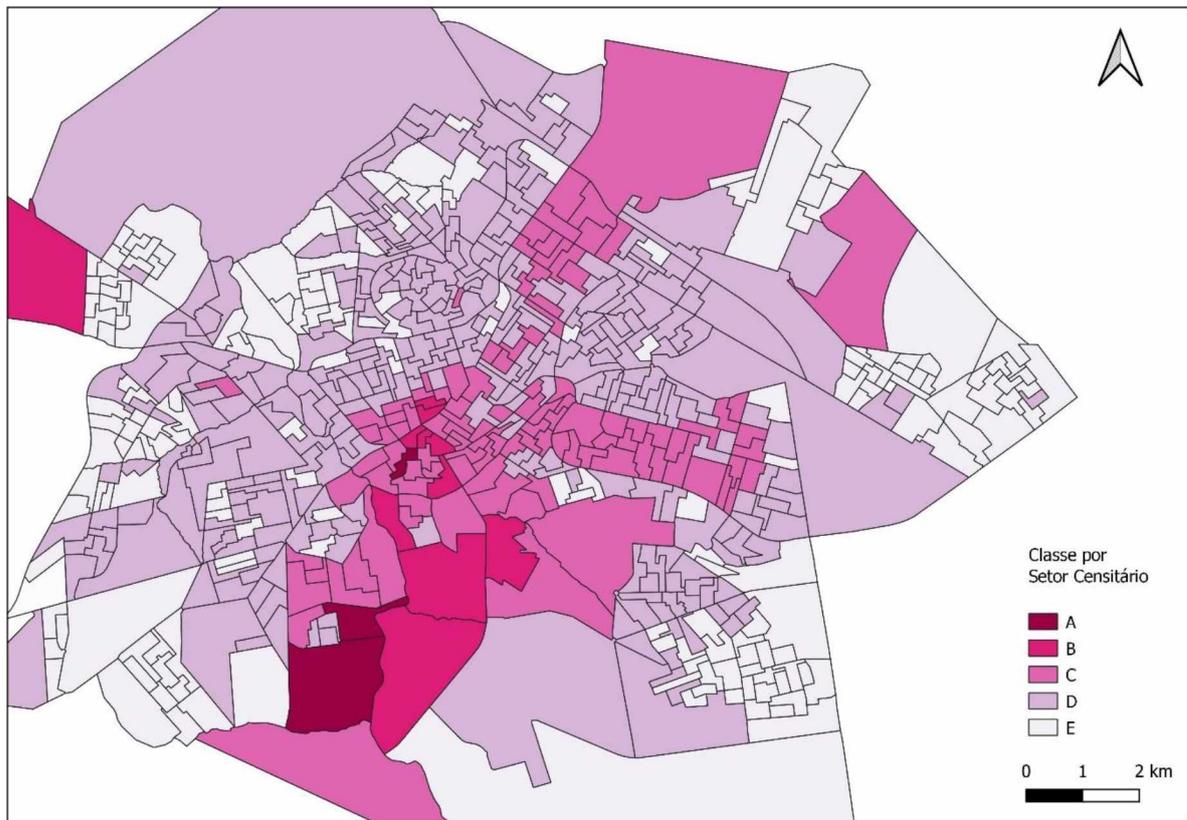
Salários Mínimos*	Valor correspondente em Reais (R\$)	Classe
< 2	Até 1020,00	E
2 - 4	1020,1 - 2040	D
4 - 10	2040,1 - 5100	C
10 - 20	5100,1 – 10200	B
> 20	Maior que 10200,1	A

* O salário mínimo em 2010 segundo o IBGE era R\$ 510,00

Fonte: IBGE

Dos 663 setores censitários, 207 (31,2%) foram classificados como classe E, 332 (50,1%) como classe D, 109 (16,4%) como classe C, 11 (1,2%) como classe B e 3 (0,4%) como classe A. Essas informações foram espacializadas no software QGIS e deram origem ao Mapa 1.

Mapa 1: Classes sociais em Uberlândia por setor censitário



Fonte: Autora

5.2.2 Densidade demográfica

Para mensurar a densidade demográfica dos setores censitários utilizou-se novamente os dados do censo IBGE 2010, dessa vez referentes a habitantes por setor censitário. A planilha do IBGE denominada “planilha Básico_UF.xls” continha a variável V002, referente aos “Moradores em domicílios particulares permanentes ou população residente em domicílios particulares permanentes”, que foi utilizada como base de dados para cálculo da densidade demográfica dos setores censitários.

A planilha gerada foi anexada ao projeto no QGIS, mas ela por si só não era um bom parâmetro de densidade, visto que as unidades setoriais variavam de tamanho. Nesse sentido, utilizou-se o programa para medir cada setor censitário em hectares. Posteriormente, dividiu-se o número de habitantes pela área do seu setor censitário correspondente, o que resultou na densidade demográfica por setor em habitantes por hectare. A classificação foi feita pelo próprio software, que utilizou como parâmetro os valores máximo e mínimo e depois organizou os valores por quartil, como mostra a Tabela 4.

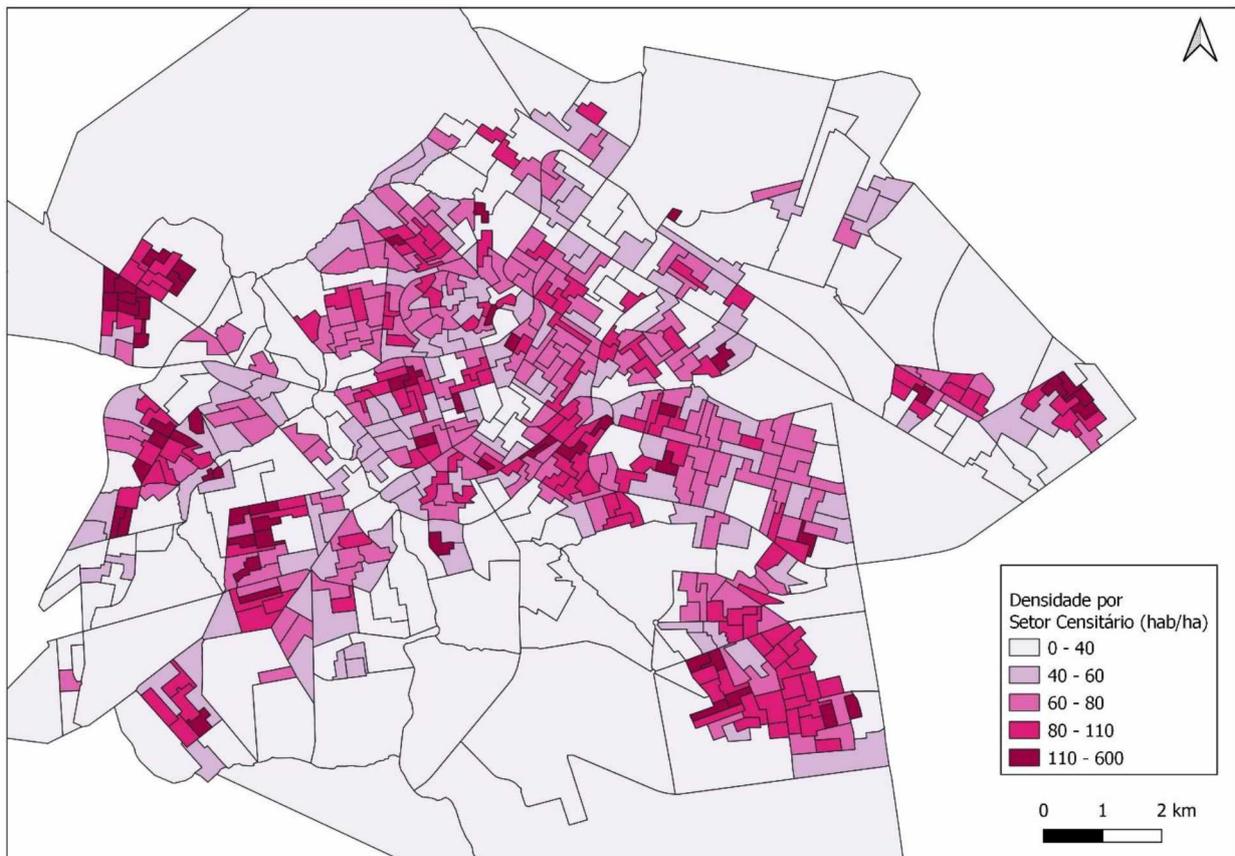
Tabela 4: Classificação da densidade demográfica para Uberlândia

Densidade (hab/ha)				
Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito alta
< 40	40-60	60-80	80-110	> 110

Fonte: Autora

Essa classificação deu origem ao Mapa 2.

Mapa 2: Uberlândia pela densidade demográfica dos setores censitários



Fonte: Autora

5.2.3 Seleção das áreas

O critério de seleção das áreas, consiste em uma combinação dos dados de renda domiciliar (em termos de classe social) e de densidade demográfica de forma que gerassem 6 setores com as características definidas pela Tabela 5. A categoria de densidade “muito alta” se mostrou muito restritiva, por isso, foram selecionadas na escolha dos setores estudados áreas com densidades acima de 80 hab/ha, ou seja, altas e muito altas.

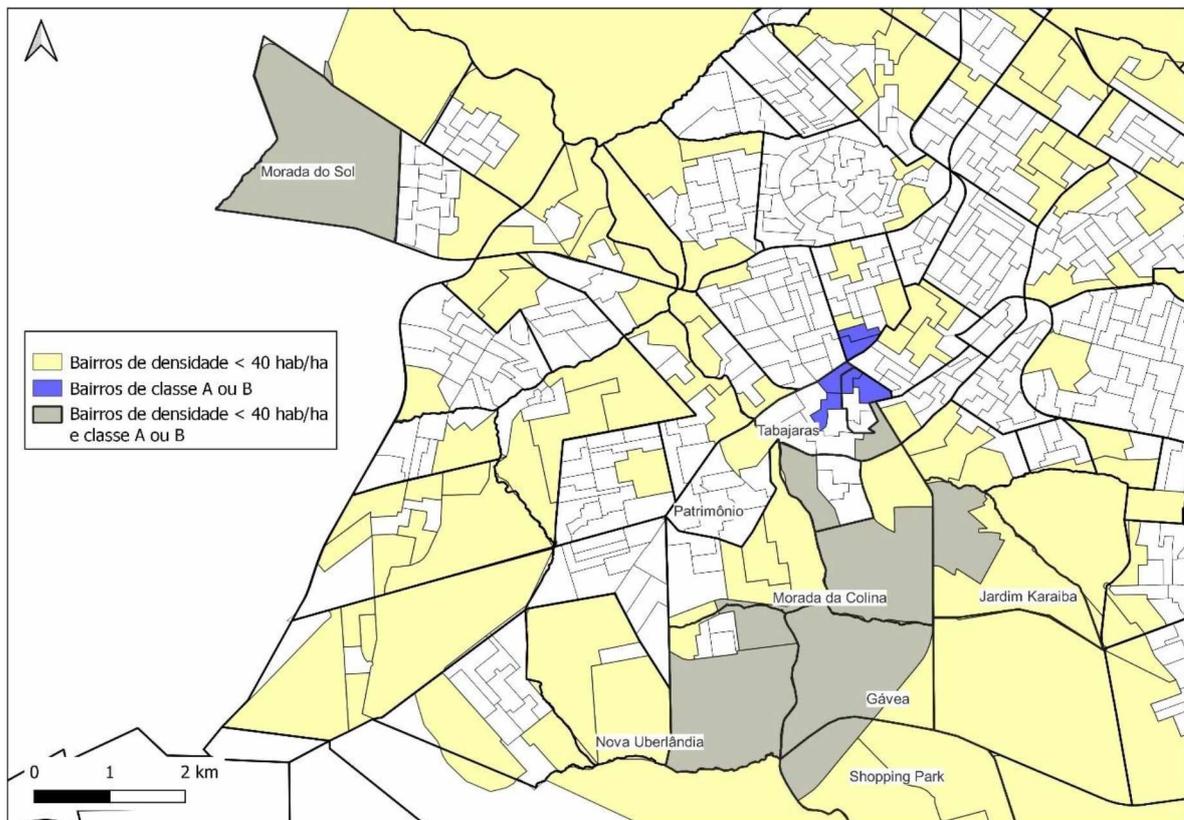
Tabela 5: Critérios de seleção das áreas analisadas

Setor	Classe	Densidade
1	A e B	Muito baixa
2	A e B	Alta ou Muito Alta
3	C	Muito baixa
4	C	Alta ou Muito Alta
5	D e E	Muito baixa
6	D e E	Alta ou Muito Alta

Fonte: Autora

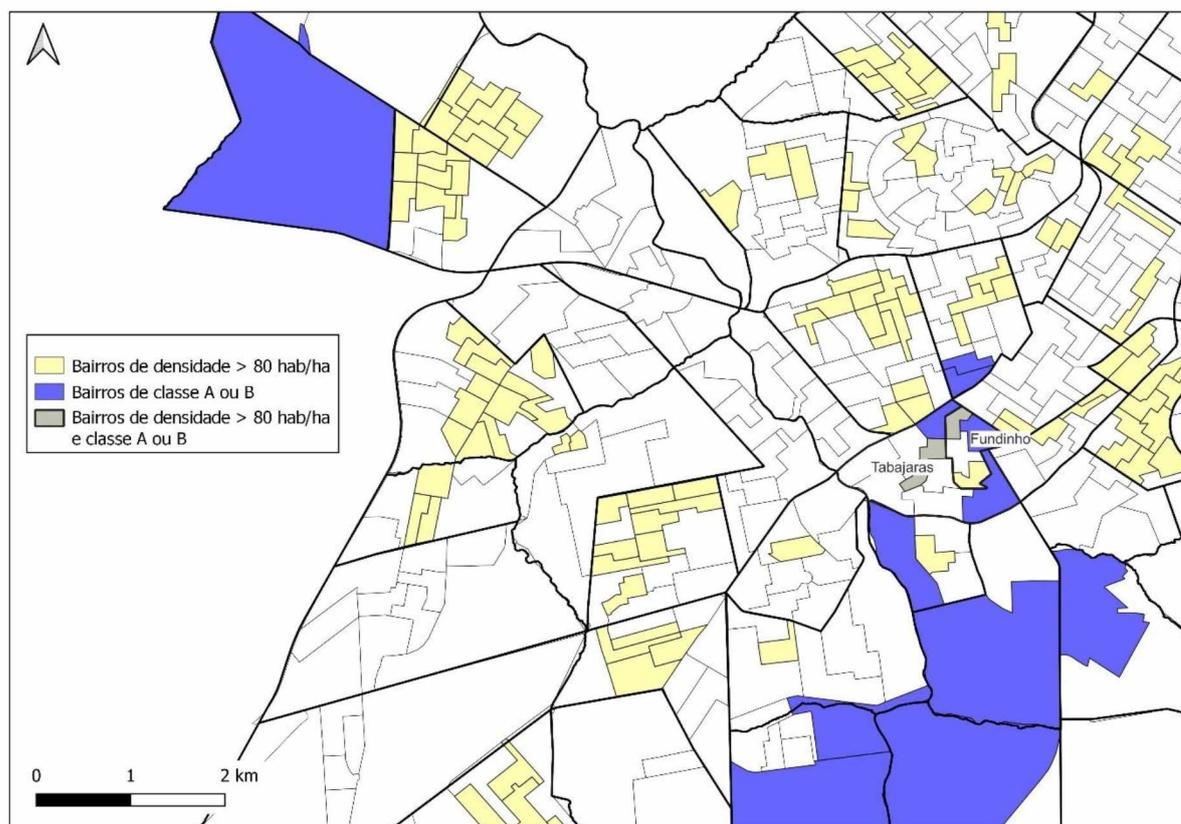
Para escolha dessas áreas, selecionou-se as características alvo em cada mapa, que eram posteriormente sobrepostos (ex: coloria-se apenas as áreas de densidade alta no mapa de densidade e as áreas de classe A e B no mapa de classes). Diminuindo um pouco da opacidade das camadas, pode-se averiguar que os setores censitários que coincidiam nas duas seleções apresentavam uma coloração diferente, o que permitiu que os 6 mapas com características da Tabela 5 fossem gerados.

Mapa 3: Setores censitários de classe A/B e densidade muito baixa



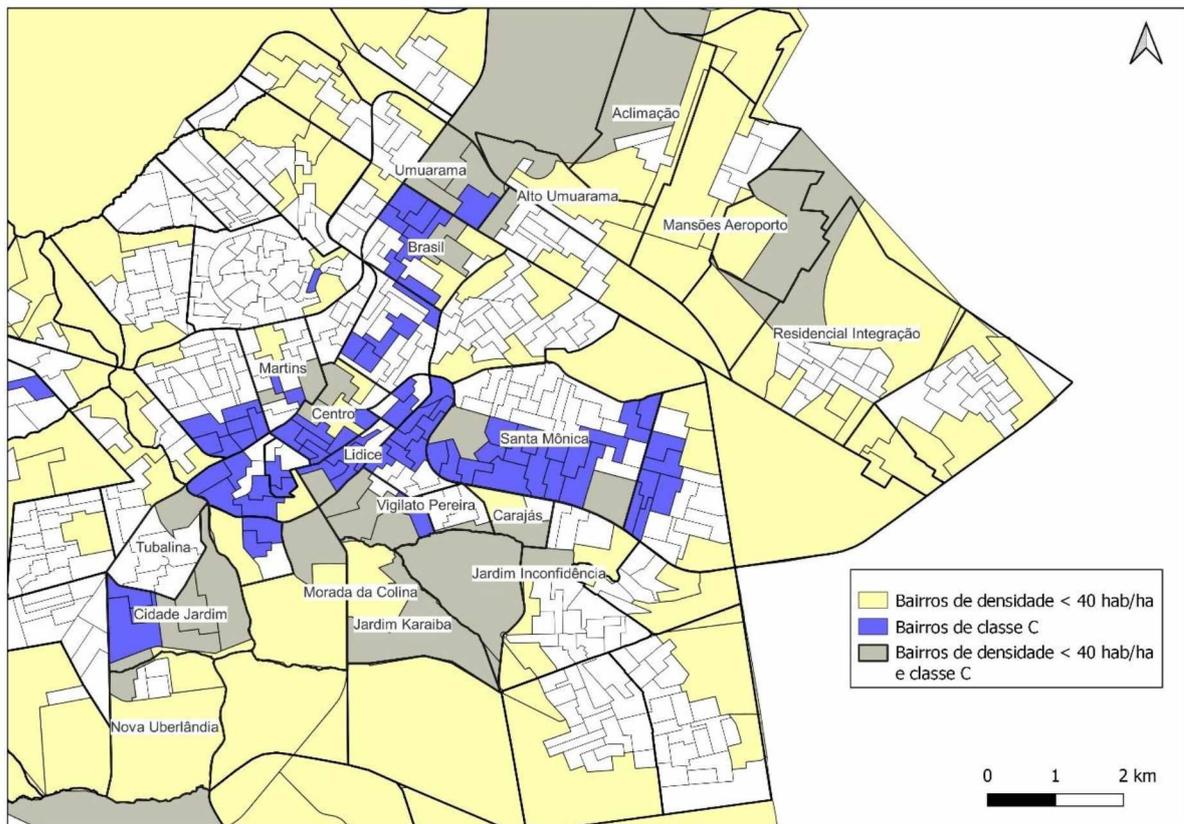
Fonte: Autora

Mapa 4: Setores censitários de classe A/B e densidade alta



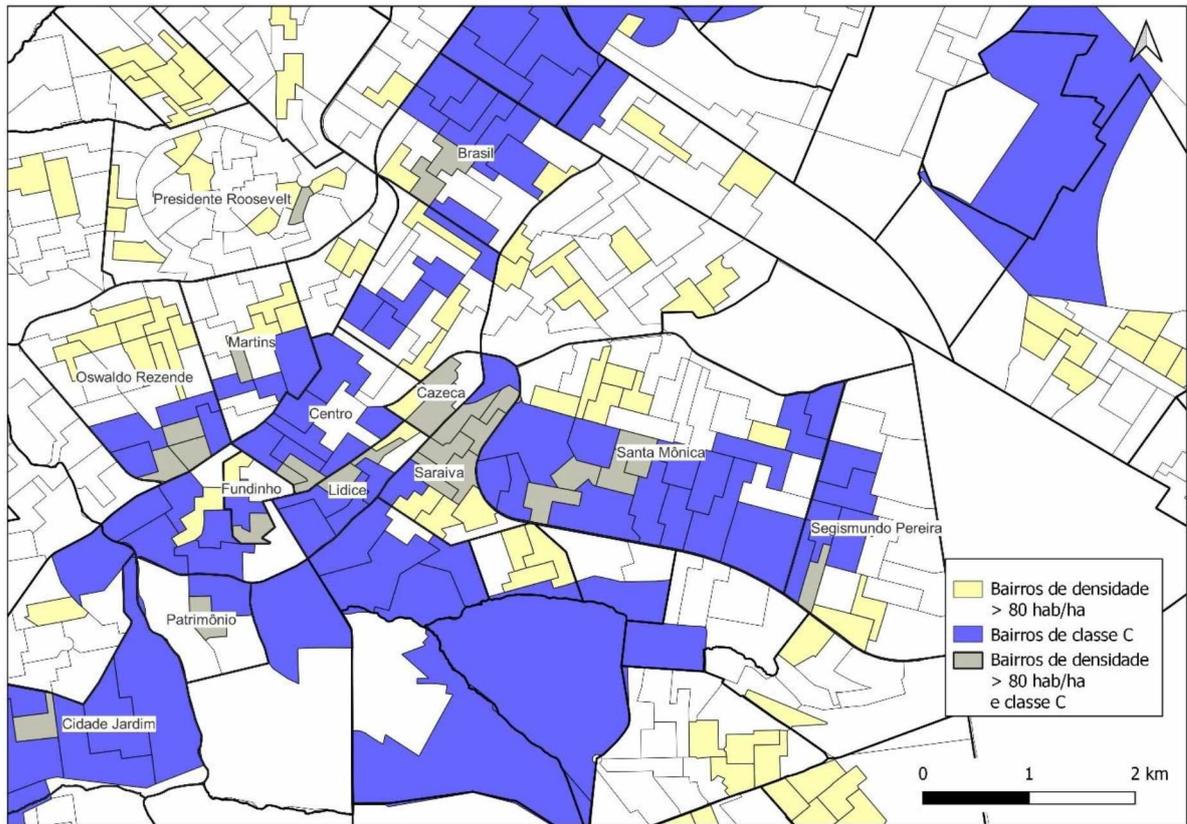
Fonte: Autora

Mapa 5: Setores censitários de classe C e densidade muito baixa



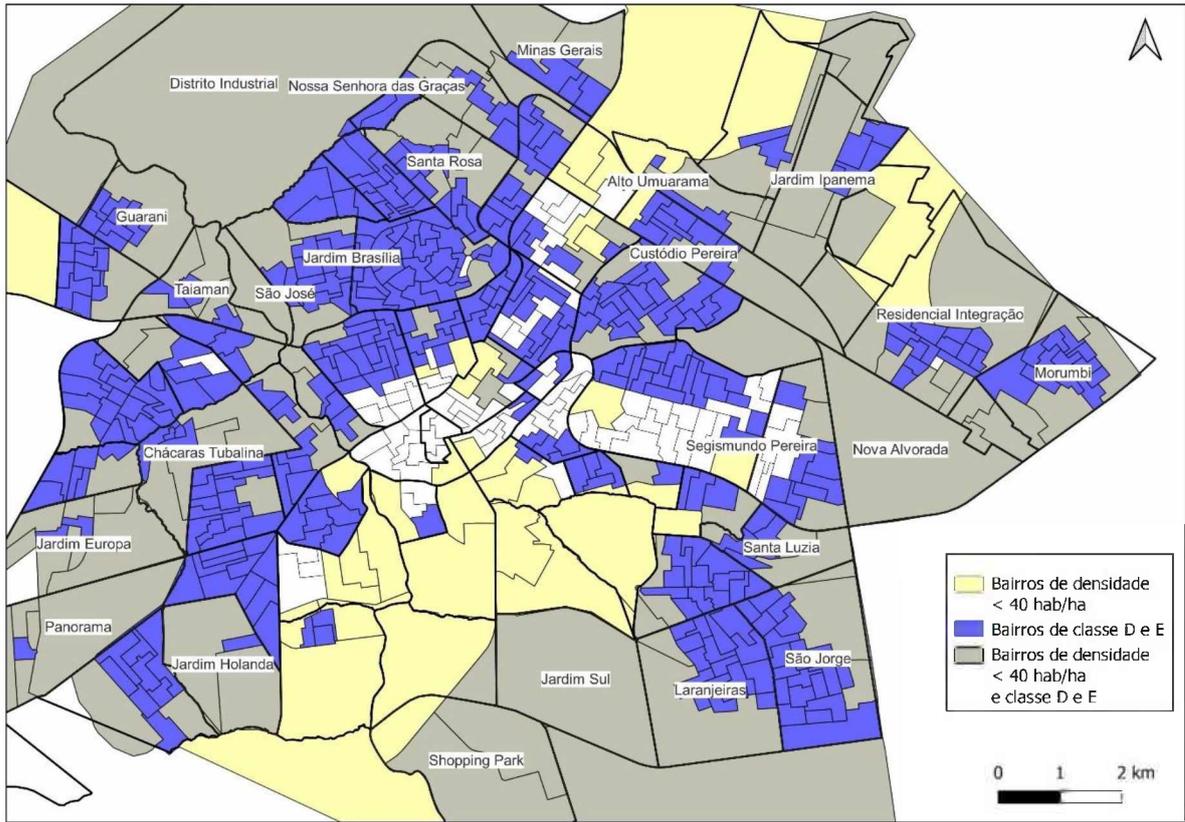
Fonte: Autora

Mapa 6: Setores censitários de classe C e densidade alta



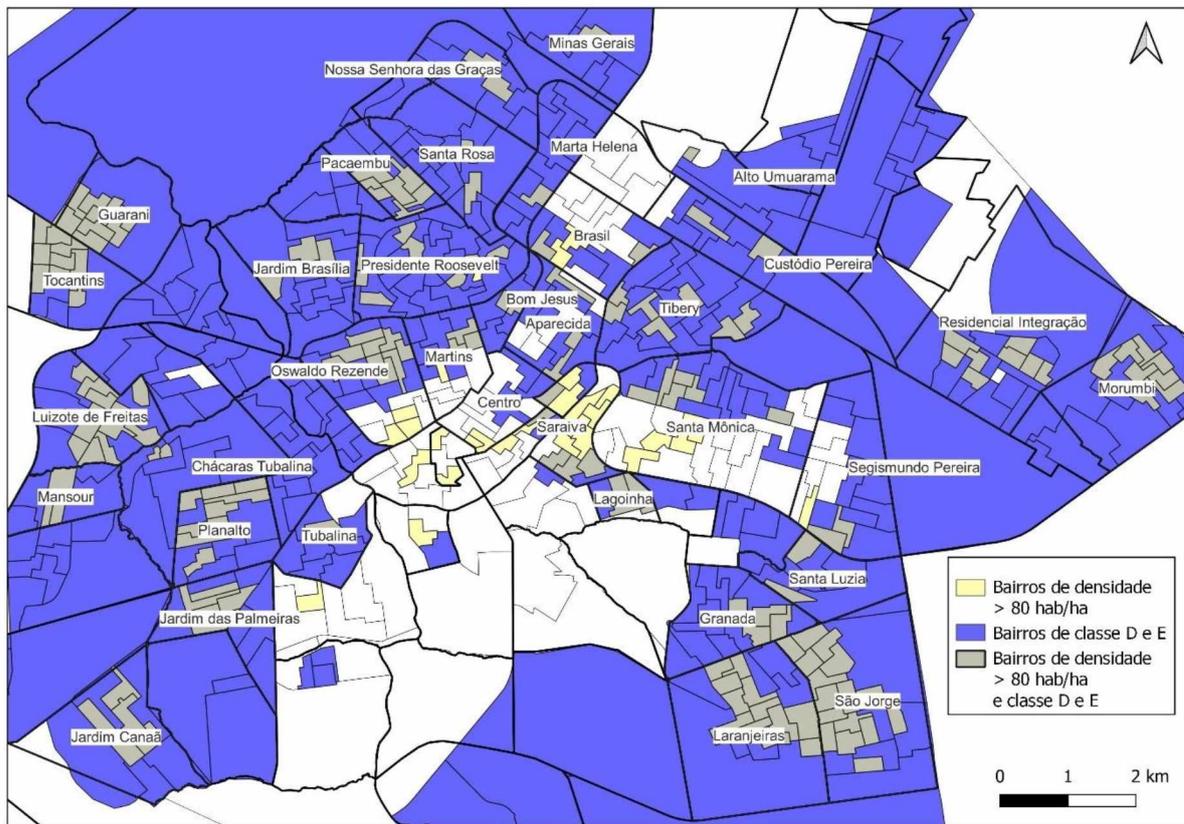
Fonte: Autora

Mapa 7: Setores censitários de classe D/E e densidade muito baixa



Fonte: Autora

Mapa 8: Setores censitários de classe D/E e densidade alta



Fonte: Autora

Estabelecido esse critério de escolha como o principal, definiu-se como critério de escolha em segundo nível que quando houvesse mais de uma área elegível, optar-se-ia pela área que possuísse os entornos mais homogêneos. Em terceiro critério, buscou-se selecionar setores em regiões diferentes da cidade. Seguindo essas premissas, as áreas selecionadas estão dispostas na Tabela 6 e Mapa 9.

Tabela 6: Bairro das áreas selecionadas

Setor	Classe	Densidade	Bairro do Setor
1	A e B	Muito baixa	Morada da Colina
2	A e B	Alta	Tabajaras
3	C	Muito baixa	Umuarama
4	C	Alta	Saraiva
5	D e E	Muito baixa	Jardim Europa
6	D e E	Alta	São Jorge

Fonte: Autora

Mapa 9: Áreas Seleccionadas para Estudo



Fonte: Autora

É importante ressaltar que a área de cada setor varia de acordo com a densidade, portanto, é normal que setores mais densos sejam menores visto que englobam mais pessoas.

O número total de residentes em cada setor (Variável V002 - Moradores em domicílios particulares permanentes ou população residente em domicílios particulares permanentes) foi utilizado para calcular o tamanho da amostra através da equação abaixo com os parâmetros especificados.

$$Tamanho\ da\ amostra = \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N}\right)}$$

Em que:

N = tamanho da população (varia para cada setor, de acordo com a Tabela 7)

e = margem de erro (10%)

z = escore z (1.44 para um grau de confiança de 85%)

p = desvio padrão

Dessa forma, tem-se os seguintes tamanhos de amostra para cada setor detalhados na Tabela 7.

Tabela 7: Número de questionários a serem aplicados por setor

Setor	Classe	Densidade	Bairro do Setor	População total	Tamanho da amostra
1	A e B	Muito baixa	Morada da Colina	2239	51
2	A e B	Alta	Tabajaras	996	50
3	C	Muito baixa	Umuarama	948	50
4	C	Alta	Saraiva	1056	50
5	D e E	Muito baixa	Jardim Europa	615	48
6	D e E	Alta	São Jorge	1386	51

Fonte: Autoria própria

5.3 Dados

Os dados serão obtidos conforme especifica os itens 5.3.1 a 5.3.3.

5.3.1 Parâmetros de forma urbana

Como detalhado no item 4.2, alguns aspectos urbanísticos são decisivos na escolha do modal e distância das viagens. Os parâmetros de forma urbana mais recorrentes na literatura de análise do comportamento de viagem são densidade, uso do solo, acesso ao transporte público e condições gerais de acesso para pedestres e ciclistas. Esses itens analisados serão melhor detalhados abaixo.

a) Densidade demográfica

A densidade das áreas selecionadas foi analisada como descrito no item 5.2.2.

b) Uso do solo

Para analisar o grau de heterogeneidade do uso do solo, recorreremos a um dos métodos mais consolidados na literatura da área, chamado Índice de Entropia, adaptado por Frank e Pivo (1994) para análises de uso do solo (MANAUGH; KREIDER, 2013). Os cálculos foram feitos conforme a equação 1 abaixo.

Equação 1: Índice de entropia para cálculo de heterogeneidade do uso do solo

$$EI = \frac{-\sum Au \ln(Au)}{\ln(n)}$$

Em que:

EI = Índice de Entropia

Au = Percentual do uso do solo em questão em relação ao total do setor censitário

N = Número de usos do solo representados no setor censitário

O mapeamento foi feito através da ferramenta street view do software Google Earth e trabalhado através do software QGIS. As áreas tiveram seus usos classificados em comércio, serviço, instituição e residencial. Os valores obtidos variam de 0-1, sendo que o grau de mistura do solo é maior quanto mais próximo de 1. As áreas referentes ao sistema viário, áreas verdes e lotes vazios foram descontadas.

c) Perímetro da quadra típica

As quadras típicas foram identificadas e tiveram seu perímetro medido através do software QGIS, para isso, foram utilizadas as imagens de satélite do Google Earth. Os perímetros foram avaliados de acordo com o item 4.2.4 em ideal (até 360m), aceitável (360m – 720m) e ruim (>720m).

d) Adequação das calçadas

As calçadas foram analisadas segundo critérios da NBR 9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos e o Índice de caminhabilidade ITDP (ABNT, 2020; ITDP, 2016). Mais especificamente, foram analisados 5 parâmetros: material e

condições do piso, obstruções, largura e inclinação da calçada. Para coleta de tais informações, as áreas foram percorridas no Google Earth através da ferramenta street view e as inconformidades serão marcadas por lote, que pontuou de 0 – 5. No bairro Morada da Colina as áreas interiores a condomínios horizontais fechados foram desconsideradas, visto que a ferramenta não permeia esses espaços. O dado foi calculado da seguinte forma:

Equação 2: Equação para de inadequações de calçadas

$$IIC = \frac{nIC}{AT} \times 1000$$

Em que:

IIC= Índice de inadequação de calçadas

nIC = Número de inadequações

At = Área total do setor analisado (m²)

*O fator multiplicador 1000 foi adicionado para tornar o resultado mais palpável

É importante ressaltar que, diferente das demais variáveis, quanto maior o valor do IIC, pior a qualidade das calçadas, visto que o indicador expressa a quantidade de inadequações.

O ITDP (adaptado), considera como alta qualidade pisos que são de pedra ou placa de concreto. A condição do piso é medida de acordo com a presença de buracos maiores que 10 cm. Para análise da largura da calçada o ITDP utiliza o critério de faixa livre, que é:

“a parte da calçada desprovida de obstáculos, equipamentos urbanos ou de infraestrutura, mobiliário, barracas, vegetação, floreiras, lixeiras, rebaixamento de guias para acesso de veículos ou qualquer outro tipo de interferência, permanente ou temporária” ITDP, 2016.

A faixa livre deve possuir no mínimo 1,5m. Considera-se como obstrução qualquer material que obstrua a faixa livre, como entulho, lixeira, árvores e degraus de arremate. Por fim, segundo a NBR 9050, a inclinação longitudinal máxima de uma calçada deve ser de 5%.

e) Sombreamento

O mapeamento foi feito através do software Google Earth e as imagens foram trabalhadas no software QGIS. Para medição da área sombreada, foram demarcados

polígonos envolvendo as copas das árvores. No bairro Morada da Colina as áreas interiores a condomínios horizontais fechados serão desconsideradas. O dado foi calculado da seguinte forma:

Equação 3: Equação para cálculo da densidade de sombra

$$Ds = \frac{AS}{AT} \times 100$$

Em que:

Ds = Densidade de sombra

AS = Área sombreada (km²)

At = Área total do setor analisado (km²)

*O fator multiplicador 100 foi adicionado para tornar o resultado mais palpável

f) Mobilidade

Foram analisados a disponibilidade do transporte público e a rede de ciclovias através de dados obtidos no site google maps. Os parâmetros analisados foram a densidade de transporte público e densidade da rede cicloviária. A densidade de transporte público foi calculada segundo a equação 3 e a densidade da rede cicloviária segundo a equação 4.

Equação 4: Equação para cálculo da disponibilidade de transporte público

$$DTP = \frac{Npo}{At}$$

Em que:

DTP = Densidade de acesso ao transporte público (número de pontos/km²)

Npo = Número de pontos de ônibus

At = Área total do setor analisado (km²)

Equação 5: Equação para cálculo da disponibilidade de rede cicloviária

$$DRC = \frac{Ec}{Et}$$

Em que:

DRC = Densidade da rede cicloviária (km ciclovias/km)

Ec = Extensão da ciclovia (km)

Et = Extensão total da rede viária (km)

É importante relatar que essa análise pode conter uma limitação intrínseca à medida que áreas maiores tendem a ter mais chance de abrigarem um ponto de ônibus ou ciclovias, enquanto as áreas menores (mais densas) se limitam a poucos quarteirões que nem sempre representam a realidade da região.

g) Conectividade

A conectividade foi analisada de acordo com Vital (2013). Para fins estatísticos, cada classificação qualitativa foi transformada de acordo com uma escala de 0-3, sendo que quanto mais próximo de 3, melhor a conectividade (Tabela 8).

Tabela 8: Padrão de conversão do parâmetro

Parâmetro qualitativo	Parâmetro quantitativo
Alta conectividade	3
Conectividade mediana	2
Baixa conectividade	1
Desconexão	0

h) Distância do subcentro

Também através do Google Maps, foi calculada a distância do setor ao subcentro (Prefeitura de Uberlândia, 2006) mais próximo.

5.3.2 Questões Socioeconômicas

Apesar do censo IBGE fornecer dados sobre algumas variáveis socioeconômicas, esses dados são uma média do setor censitário e podem ser considerados defasados, visto que datam de 2010. Buscando o recolhimento de dados mais individuais e atualizados, um

questionário de duas partes foi aplicado, sendo que a primeira busca investigar tais questões. Visando a maior adesão possível dos respondentes, buscou-se fazer um questionário breve e objetivo (Quadro 1). O tempo de resposta do questionário inteiro varia entre 3 – 5 minutos.

O critério de escolha das questões se baseia na literatura revisada, principalmente no item 4.3, onde são analisadas as principais questões socioeconômicas que podem vir a intervir no comportamento de viagem.

Quadro 1: Parte 1 do questionário (questões socioeconômicas)

Parte 1				
Qual sua idade?				
Até 18	18 - 29	30 - 50	50 - 65	Mais de 65
Qual seu gênero				
Feminino	Masculino	Outro	Prefiro não responder	
Qual sua escolaridade?				
Ensino fundamental incompleto				
Ensino fundamental completo				
Ensino médio incompleto				
Ensino médio completo				
Ensino Superior incompleto				
Ensino Superior completo				
Pós graduado				
Prefiro não responder				
Outro				
Quantos carros você possui ou tem acesso? (Considerar os veículos que você faz uso cotidiano, desconsiderando aplicativos de carona)				
0	1	2	3	Mais de 3
Outros		Prefiro não responder		
Quantas motos você possui ou tem acesso? (Considerar os veículos que você faz uso cotidiano, desconsiderando aplicativos de carona)				
0	1	2	3	Mais de 3
Outros		Prefiro não responder		
Quantas bicicletas você possui ou tem acesso? (Considerar os veículos que você faz uso cotidiano)				
0	1	2	3	Mais de 3
Outros		Prefiro não responder		
Caso possua carro, qual combustível você utiliza para abastecimento na maioria das vezes?				
Não possuo carro	Gasolina	Etanol	Diesel	Elétrico
Outros		Prefiro não responder		
Caso possua moto, qual combustível você utiliza para abastecimento na maioria das vezes?				
Não possuo moto	Gasolina	Etanol	Diesel	Elétrico
Outros		Prefiro não responder		

Fonte: Autora

Esse questionário foi aplicado de forma virtual através da plataforma Google Formulários. A divulgação se deu pelas redes sociais, através de grupos de WhatsApp que unem os membros da área em questão e presencialmente em cada região.

5.3.3 Viagens

A parte dois do questionário (Quadro 2) busca compreender o comportamento de viagens dos participantes, para isso, foram estabelecidas 5 situações principais que levam pessoas a se deslocarem cotidianamente (estudo, trabalho, compras cotidianas, compras eventuais e lazer) e então foi questionado a maneira com que essa viagem se dá (meio de transporte, frequência e combustível).

Ressalta-se que, por se tratar de uma das partes do questionário, a forma de aplicação e divulgação será a mesma referente ao item anterior.

Quadro 2: Parte 2 do questionário (comportamento de viagem)

Parte 2						
Qual o CEP ou nome da rua onde se localiza sua residência? (*Caso não se sinta confortável em responder, favor deixar em branco)						
Em períodos normais (fora da pandemia COVID19), você estuda (frequenta aulas) fora de casa?		Qual principal meio de transporte você utiliza para ir até seu local de estudo?		Quantas vezes por semana em média você se desloca ao seu local de estudo?		Indique o nome, localização ou um ponto de referência do seu principal local de estudo
Sim	Não	Carro	Moto	Até 3	4	
Prefiro não responder		Ônibus	A pé	5	6	
		Aplicativos de carona	Bicicleta	Todos os dias	Outros	
		Prefiro não responder	Outros	Prefiro não responder		
Em períodos normais (fora da pandemia COVID19), você trabalha fora de casa?		Qual principal meio de transporte você utiliza para ir até seu local de trabalho?		Quantas vezes por semana em média você se desloca ao seu local de trabalho?		Indique o nome, localização ou um ponto de referência do seu principal local de trabalho
Sim	Não	Carro	Moto	Até 3	4	
Prefiro não responder		Ônibus	A pé	5	6	
		Aplicativos de carona	Bicicleta	Todos os dias	Outros	
		Prefiro não responder	Outros	Prefiro não responder		
Em períodos normais (fora da pandemia COVID19), como você faz as compras do dia a dia (mercado, farmácia, padaria, entre outros) na maioria das vezes?		Qual principal meio de transporte você utiliza para ir até seu local de compras cotidianas (mercado, farmácia, padaria, entre outros)?		Em média quantas vezes por semana você se desloca para fazer esse tipo de compra (mercado, farmácia, padaria, entre outros)?		Cite o nome, localização ou um ponto de referência de até três lugares que você costuma frequentar para fazer compras cotidianas
Apenas online (por aplicativos)	Presencialmente (me desloco até o estabelecimento)	Carro	Moto	Até 2	De 3 a 4 vezes	
Online e presencialmente	Não faço esse tipo de compra	Ônibus	A pé	De 4 a 5 vezes	De 5 a 6 vezes	
Prefiro não responder		Aplicativos de carona	Outros	Todos os dias	Outros	
		Prefiro não responder		Prefiro não responder		
Em períodos normais (fora da pandemia COVID19), como você faz as compras eventuais na maioria das vezes (roupas,		Em períodos normais (fora da pandemia COVID19), onde você faz as compras eventuais na maioria das		Qual principal meio de transporte você utiliza para ir até seu local de compras eventuais (roupas,		Cite o nome, localização ou um ponto de referência

eletrônicos, utensílios domésticos, entre outros)?		vezes (roupas, eletrônicos, utensílios domésticos, entre outros)?		eletrônicos, livros, utensílios domésticos, entre outros)?		(roupas, eletrônicos, livros, utensílios domésticos, entre outros)?		de até três lugares que você costuma frequentar para fazer compras eventuais
Apenas online (por aplicativos)	Presencialmente (me desloco até o estabelecimento)	Shopping	Comércio de bairro	Carro	Moto	Até 3 vezes no mês	Pelo menos uma vez na semana	
Online e presencialmente	Não faço esse tipo de compra	Comércio de centro	Online	Ônibus	A pé	De uma a 3 vezes na semana	Mais de 3 vezes na semana	
Prefiro não responder		Outros		Aplicativos de carona	Outros	Outros		
		Prefiro não responder		Prefiro não responder		Prefiro não responder		
Em períodos normais (fora da pandemia COVID19), você sai de casa para lazer (parques, bares, restaurantes, clubes, etc.)?		Qual principal meio de transporte você utiliza para ir até seus locais de lazer (parques, bares, restaurantes, clubes, etc.)?		Quantas vezes por semana você se desloca para lazer (parques, bares, restaurantes, clubes, etc.)?		Cite o nome, localização ou um ponto de referência de até três lugares que você costuma frequentar para lazer		
Sim	Não	Carro	Moto	Até 3	4			
Prefiro não responder		Ônibus	A pé	5	6			
		Aplicativos de carona	Bicicleta	Todos os dias	Outros			
		Prefiro não responder	Outros	Prefiro não responder				

Fonte: Autora

A distância considerada entre o ponto de partida e o destino foi a menor distância real, calculada pelo google Maps. Esse parâmetro possui um erro intrínseco devido a amplitude da informação dada principalmente pelos respondentes que informaram apenas o bairro.

O trajeto traçado leva em conta o meio de transporte (visto que deslocamentos a pé tendem a ser menores que os de carro devido ao sentido das vias, por exemplo). No caso dos deslocamentos de ônibus utilizou-se o trajeto de carro devido à dificuldade do cálculo considerando as rotas de ônibus (visto que o google maps não oferece esse dado), nesse sentido, é possível que as distâncias tenham sido levemente subestimadas.

Nos casos em que os respondentes não informaram a unidade do mercado/faculdade/farmácia (etc.) que frequentavam, considerou-se a unidade mais próxima do ponto de partida. É possível que haja um erro intrínseco a metodologia por sempre considerar a residência como ponto de partida, visto que muitas vezes viagens de diferentes propósitos são conectadas (trabalho + compras, por exemplo).

Para os cálculos, considerou-se sempre o limite superior da frequência (ex: 4 a 5 vezes = 5 vezes). Os dados que se mostraram muito discrepantes, como, por exemplos, respondentes que trabalham como motoristas de aplicativo ou representantes comerciais (e por isso viajam muito mais quilômetros do que a média do bairro) foram excluídas.

5.4 Cálculo da Eficiência Energética

O gasto energético e emissões foram calculados através de uma adaptação do método usado por Zahabi et al. (2012) que estimaram a emissão de gases estufa através de uma metodologia inspirada em Barla et al. (2009) e Barla; Miranda-Moreno e Lee-Gosselin (2011). A adaptação reside no fato de que a variável de velocidade média da viagem não foi considerada na equação adaptada devido a difícil obtenção desse dado.

As equações foram manipuladas matematicamente para calcular energia e emissões e não apenas emissões. Os fatores de conversão e emissão utilizados foram retirados de fontes brasileiras. As equações utilizadas para calcular o consumo de energia e emissões de CO₂ são as equações 5 e 6, respectivamente.

Equação 5: Cálculo da energia gasta por passageiro

$$E = C \times D$$

Em que:

E = energia gasta nas viagens em MJ

C = Consumo médio de combustível do veículo utilizado (MJ/km). Os valores e referências estão na Tabela 9. Para deslocamentos a pé e de bicicleta a energia consumida foi considerada 0.

D = Distância viajada (km)

Tabela 9: Consumo médio de cada meio de transporte segundo autores

Autor	Carro		Moto		Ônibus	
	MJ/km	l/km	MJ/km	l/km	MJ/km	l/km
INMETRO (2021)	2,08		-		-	
IPEA (2011)	2,09		1,07		0,18	
RECK; SILVA ([s.d.])	1,864		1,098		0,223	
D'AGOSTO (2015) APUD NETO, (2018)	2,77		1,49		0,225	
Média	2,20	0,086	1,22	0,037	0,21	0,006

*No caso do IPEA o valor era dado em km/l, a conversão foi feita com os seguintes fatores de conversão: gasolina 32,2 MJ, etanol 21,3 MJ e diesel 35,5 MJ (EPE, 2017). No caso do carro, foi feita uma média entre o consumo de gasolina e etanol. O número de passageiros utilizado foi: 1,5 para o automóvel, 1 para motocicleta e 80 para ônibus (IPEA, 2011).

** O valor em l/km foi calculado para cálculo da emissão de CO₂

Equação 6: Cálculo da emissão de CO₂ por passageiro

$$GEE = C \times D \times FE$$

Em que:

GEE = emissão de CO₂ por passageiro (kg/passageiro)

C = Consumo (l/km)

D = Distância viajada (km)

FE = Fator de emissão do combustível. Para a gasolina pura, há uma emissão de 2,28 kgCO₂/l, para o diesel puro, 2,6 kgCO₂/l e 0 kgCO₂/l são liberados na queima do etanol puro (visto que todo CO₂ liberado é reabsorvido na produção de cana de açúcar). Considerando a portaria MAPA 75 de 2015 que estabelece uma adição de 27% de etanol na gasolina, o FE final da gasolina cai para 1,66 kgCO₂/l. Nesse mesmo sentido, segundo a resolução 16 de 2018 do CNPE o diesel deve conter 14% de biodiesel em sua composição, o que resulta em um FE final de 2,24 kgCO₂/l. Esses valores correspondem

às emissões relacionadas apenas à queima do combustível no motor, excluindo emissões relacionadas a produção e distribuição destes (IPEA, 2011).

Tabela 10: Emissões médias de CO₂ de cada meio de transporte por combustível

	Emissões (kgCO ₂ /km)		
	Ônibus	Moto	Carro
Gasolina	-	0,06	0,14
Diesel	0,013	-	0,19
Etanol	-	0	0

Fonte: INMETRO (2021), IPEA (2011), Reck e Silva ([s.d.]), D'Agosto (2015) APUD Neto (2018), MAPA (2015) e CNPE (2018)

Os cálculos foram feitos para cada viagem explicitada no formulário. As emissões provenientes das viagens por aplicativos foram calculadas considerando uma média entre o FE da gasolina e do etanol.

Os dados que esses cálculos forneceram foram traduzidos em quatro parâmetros, sendo eles: comprimento da viagem individual (PKM), modal share, índice de consumo energético (ICE) e índice de emissão de CO₂ (IE). O comprimento de viagem infere sobre a média do comprimento das viagens realizadas no setor para determinada motivação, considerando ida e volta. O modal share infere sobre o percentual de viagens do total realizada por cada modal. Os índices de consumo de energia e emissão de CO₂ inferem sobre quanto se consome ou emite por quilômetro deslocado, sendo estes calculados segundo as equações abaixo.

Equação 7: Cálculo do índice de consumo de energia (ICE)

$$ICE = \frac{CE}{pkm}$$

Em que:

ICE: Índice de consumo energético (MJ/km)

CE: Média do consumo de energia das viagens do grupo (MJ)

d: Média da distância das viagens no setor (km)

Equação 8: Índice de emissão de CO₂

$$IE = \frac{ECO2}{pkm}$$

Em que:

IE: Índice de emissão de CO₂ (kgCO₂/km)

ECO₂: Média da emissão de CO₂ das viagens do setor (kg)

d: Média da distância das viagens no setor (km)

5.5 Análise estatística

A significância estatística das análises foi verificada com auxílio do software Jamovi. Considerando que os dados aqui trabalhados são agrupados em classes e não obedecem a distribuição normal, o teste que mais adequado à amostra é o de Kruskal-Wallis. Esse teste infere se as medianas das variáveis se diferem com significância estatística entre os grupos, apontando em quais grupos isso acontece. Em alguns casos em que uma análise das médias seria útil, utilizou-se o teste de variância para investigar melhor o que os dados inferiam. Apesar desse teste ser mais adequado para dados paramétricos, ele ainda funciona muito bem para amostras robustas, como a do presente estudo (MCKIGHT; NAJAB, 2010).

É importante lembrar que o fato das certas análises feitas qualitativamente não se diferirem a nível de significância estatística, não quer dizer que elas não possam ser usadas para a avaliar a amostra. A comprovação estatística da diferenciação infere apenas que esses resultados amostrais podem ser extrapolados para a população, mas análises que não se diferiram ainda podem ser usadas para fazer inferências dentro da amostra. (MCKIGHT; NAJAB, 2010)

Capítulo II

FORMA URBANA E INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE EM UBERLÂNDIA

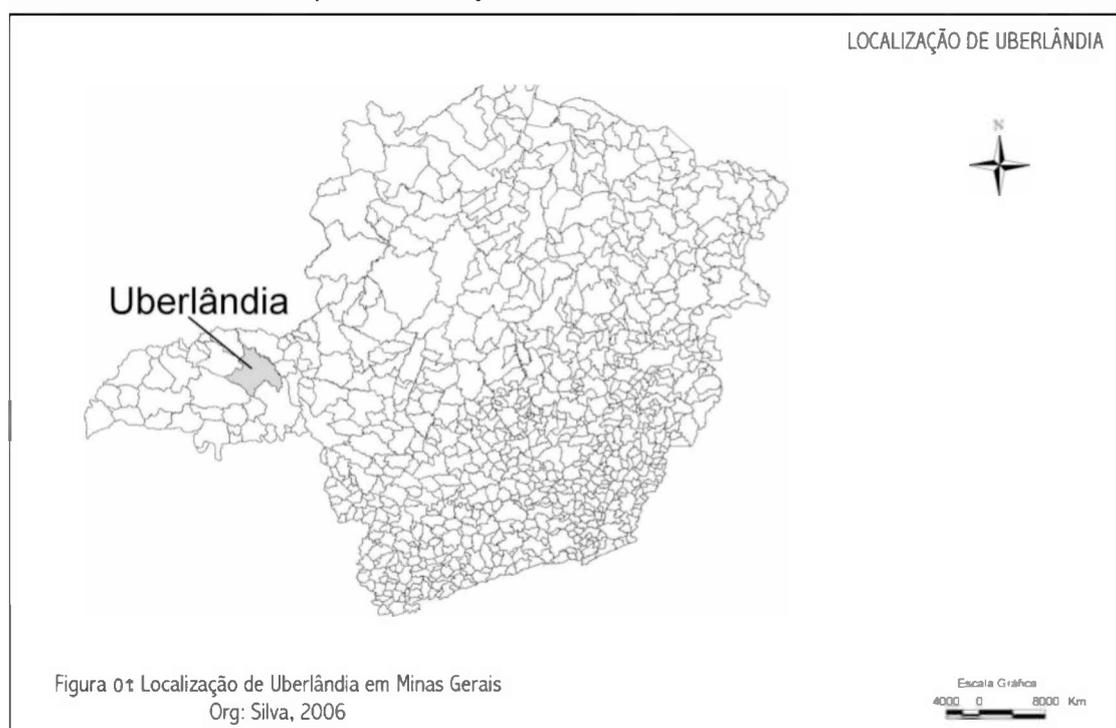
6 FORMA URBANA E INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE EM UBERLÂNDIA

6.1 Breve história de Uberlândia

O início da história da cidade de Uberlândia (Mapa 10) se deu por volta de 1835 quando o professor Felisberto Alves Carrejo, considerado fundador do município, construiu a primeira escola e capela na região. A população da época se alocou nas margens dos rios Uberabinha, São Pedro, Lagoinha e Glória, dando início a ocupação da cidade nas atuais zona central e leste.

Em 1888 a região foi reconhecida como município com o nome de São Pedro do Uberabinha e em 1929 viria a se tornar a cidade de Uberlândia. Na época, a cidade ainda a sombra de Araguari e Uberaba, já trazia ideais progressistas e uma elite empenhada em mudar a realidade uberlandense. Um marco importante na consolidação da cidade foi a implantação de uma estação ferroviária da companhia Mogiana em 1895. Esse fato, juntamente com a localização estratégica da cidade possibilitou a conexão de Uberlândia com outras regiões de influência nacional e trouxe uma maior relevância ao município (NUNES; FILHO, 2012; SOARES, 1997; TEIXEIRA, 1970).

Mapa 10: Localização de Uberlândia em Minas Gerais



Fonte: (SILVA, 2006)

A área urbana da cidade de Uberlândia teve início no atual bairro fundinho, que posteriormente se expandiu para o atual centro devido a estação ferroviária que o local abrigava. O primeiro plano urbanístico da cidade (1908) remontava a reforma de Haussmann em Paris e era baseada na abertura de vias largas com traçado em xadrez. Essa centralidade construída buscava re-imagear a cidade para que esta fosse vista como um centro moderno, uma grande cidade em um tipo de idealização higienista. Tais princípios não condiziam com a população trabalhadora residente no local, que acabou expulsa para áreas mais periféricas e carentes das mais básicas infraestruturas públicas (SOARES, 1995). Esse fato marca o início da segregação em Uberlândia e diz muito sobre como o desenvolvimento da cidade se dará. O desenvolvimento e conformação urbana serão tratados com mais detalhes no próximo item.

Uberlândia é uma típica cidade média do Brasil, que teve seu espaço urbano drasticamente modificado pelo acentuado crescimento populacional nas últimas décadas do século XX (COLESANTI et al., 2014). Hoje, com aproximadamente 706 mil habitantes, a cidade é a segunda maior de Minas Gerais em população, ficando atrás somente da capital Belo Horizonte. A área total do município é de 4.115 km², sendo que apenas 5,3% (218 km²) é considerada área urbana e esta abriga 97% da população (IBGE, 2021).

Economicamente a cidade ocupa posição de destaque principalmente na região do triângulo mineiro, mas também em parte do sudeste e centro-oeste. As principais atividades são agropecuária, indústria e comércio atacadista (NUNES; FILHO, 2012), mas atualmente os setores de biotecnologia, novas tecnologias de comunicação e informação, telemarketing e a estrutura de educação também vêm ganhando força. Com um bom IDH, a Universidade Federal e oportunidades de emprego, Uberlândia atrai pessoas de vários cantos do Brasil, sendo que apenas 38% da população que reside na cidade atualmente é nascido no município (SOUZA, 2009).

6.2 Forma Urbana

6.2.1 Espraçamento e vazios urbanos

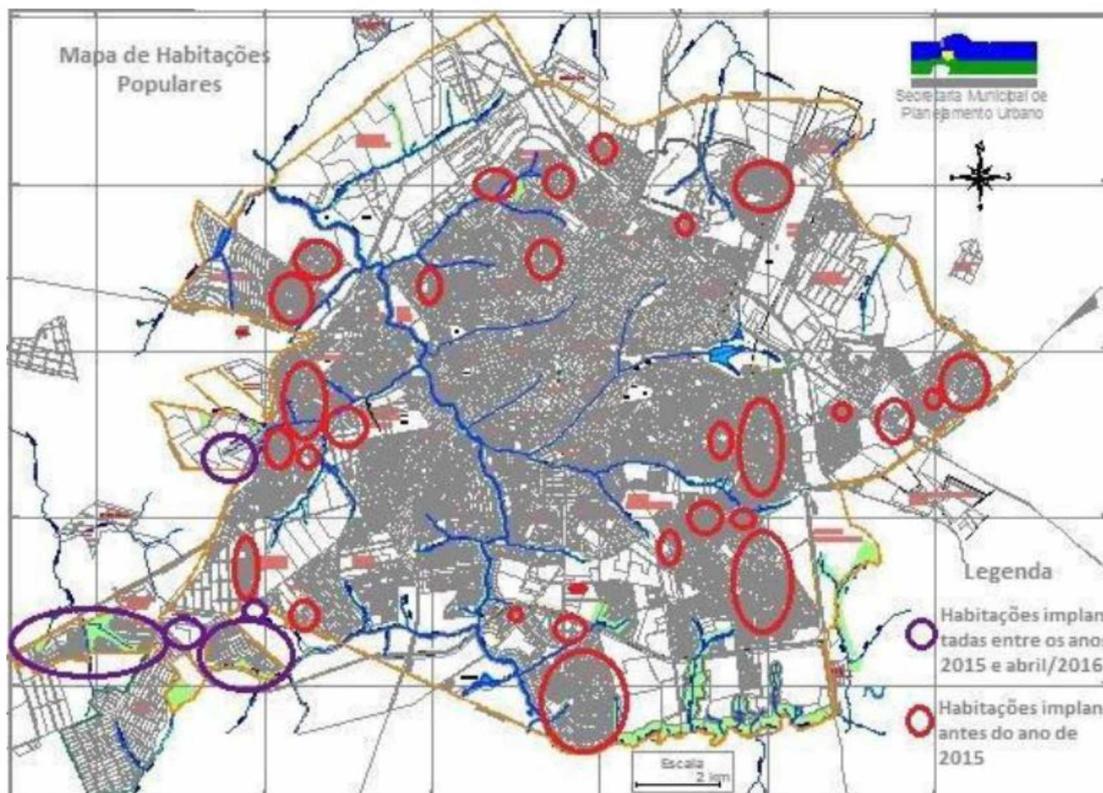
Do início da urbanização até o início da década de 90 Uberlândia se urbanizava de forma orgânica e central ao longo dos córregos, ferrovias e rodovias existentes. Os donos de terra e empresários industriais também atuavam na expansão da malha urbana, sendo responsáveis pela criação de novas vilas operárias ao redor de seus empreendimentos. Já no ano de 1920, o mercado imobiliário chega para modificar o padrão de ocupação da região, gerando uma expansão especulativa e não planejada. Entre 1950 e 1960 a abertura desenfreada de loteamentos e o crescimento demográfico culminaram em um processo de reordenamento do sistema viário, zoneamento da cidade e crescimento desproporcional da mancha urbana (ARAÚJO SOBRINHO, 1998; CLEPS, 2008; MICHELOTTO; SOBRINHO, 2018; SOARES, 1995). Soares, 1997 retrata bem essa realidade no trecho abaixo:

“Em 1938, a oferta de terrenos cresceu quase 50%, uma vez passou de 5 mil para 7,2 mil terrenos, num período em que a população não se altera (19.633 hab. – 1937 e 20.114 hab. – 1938). Seis anos mais tarde, entre 1945/1946, o número de lotes lançados no mercado cresce de 8 mil para 12.193, quando a população aumenta, apenas 500 habitantes. O mesmo acontece em 1953/1954 quando esse número passa de 14 mil para 23.600 habitantes” (SOARES, 1997, p. 118).

Colesanti et al. (2014) explica o papel do transporte na consolidação da forma urbana de Uberlândia no trecho abaixo:

“Essa evolução urbana descontrolada prima pela fragmentação do espaço e vários fatores contribuem para sua perpetuação aumentando a perversidade deste modelo. Um dos fatores de maior contribuição para isto é a mobilidade. As políticas de mobilidade urbana seguiram os passos de outras políticas urbanas e, desta forma, os transportes públicos foram encarados como bens de consumo, desprezando-se as suas funções sociais e de insumo da produção” (COLESANTI et al., 2014, p. 30).

Moura e Soares (2009) mapearam a expansão de Uberlândia por ano (Mapa 11) até a época do trabalho, mostrando a contínua criação de bairros cada vez mais distantes. Posteriormente, Michelotto e Sobrinho (2018) analisam que entre 2000 e 2017 a lógica da produção da cidade não mudou, na verdade, caracterizaram a



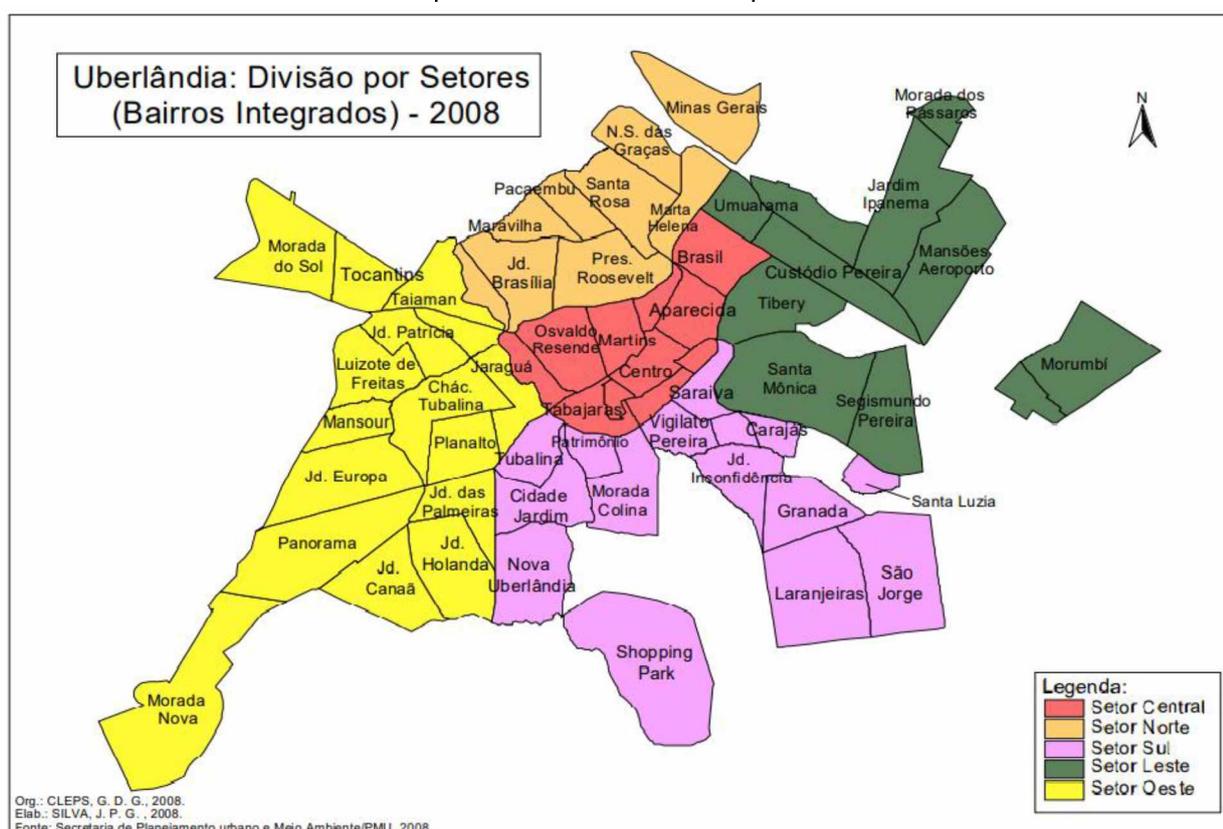
Fonte: Batista e Ramires (2017)

Nesse sentido, nos setores leste e oeste são estabelecidos loteamentos periféricos e conjuntos habitacionais precários para classe trabalhadora, apesar de hoje abrigarem também alguns poucos bairros de classe média e alta, de ocupação posterior. Já o setor sul passa a abrigar as classes mais altas da sociedade, agora em uma fuga dos centros deteriorados e em busca dos condomínios horizontais de luxo que se estabeleceram na região. Por outro lado, verifica-se também a existência de alguns bairros de classe D e E na parte mais periférica do setor, frutos, principalmente, da implantação de grandes loteamentos de habitação social.

Batista e Ramires (2017) mostram em seu trabalho como o setor sul passou de uma área de importância ambiental (por ser um importante ponto de recarga do rio Uberabinha) para uma região desmatada e impermeabilizada. Pode-se dizer que apesar do grande impacto ambiental, as políticas de habitação social de fato melhoraram a vida de milhares de pessoas, porém, questiona-se se essa política foi feita (e alocada) da melhor forma possível (ARAÚJO SOBRINHO, 1998; CLEPS, 2008; SOARES, 1995; VITAL, 2013).

Essas contradições são menos evidentes nos demais setores da cidade. O setor central é mais homogêneo, abrigando majoritariamente a classe alta e em alguns casos média-alta, boa parte remanescente da época em que o centro era a morada da alta sociedade. O setor norte também segue essa tendência mais homogênea por caracterizar-se como uma região industrial, abrigando, por esse motivo, uma população de classe baixa e média disposta a conviver com as inconveniências geradas pelas indústrias (ARAÚJO SOBRINHO, 1998; CLEPS, 2008; SOARES, 1995; VITAL, 2013). O Mapa 13 ilustra esses setores.

Mapa 13: Divisão de Uberlândia por setores



Fonte: Cleps (2008)

Apesar dessa heterogeneidade vista por setor, é possível identificar um padrão na cidade, em que os bairros de classe mais baixa se localizam mais distantes do centro e os de classe alta estão concentrados majoritariamente no corredor que une o setor central ao sul. Considerando a forma como se deu a ocupação, é esperado que a cidade seja permeada por vazios urbanos, como mostra o Mapa 14.

Mapa 14: Vazios urbanos de Uberlândia



Fonte: Vital, 2013

Apesar de a infraestrutura básica de novos loteamentos ficar a cargo das empreiteiras, as manchas urbanas espalhadas cruzam esses vazios e se conectam com o núcleo urbano, muitas vezes, através de infraestrutura pública. Portanto, é possível dizer que, de certa forma, o espraiamento é até hoje bancado com dinheiro público apesar de ir contra os interesses da sociedade. É importante também ressaltar que esses vazios possuem em sua maioria cobertura de campo, com poucas exceções onde é possível identificar alguns fragmentos de vegetação nativa. Esse fato faz com que eles raramente tenham um valor ambiental, funcionando boa parte das vezes como terrenos baldios e depósitos de lixo (SILVA, 2006; VITAL, 2013).

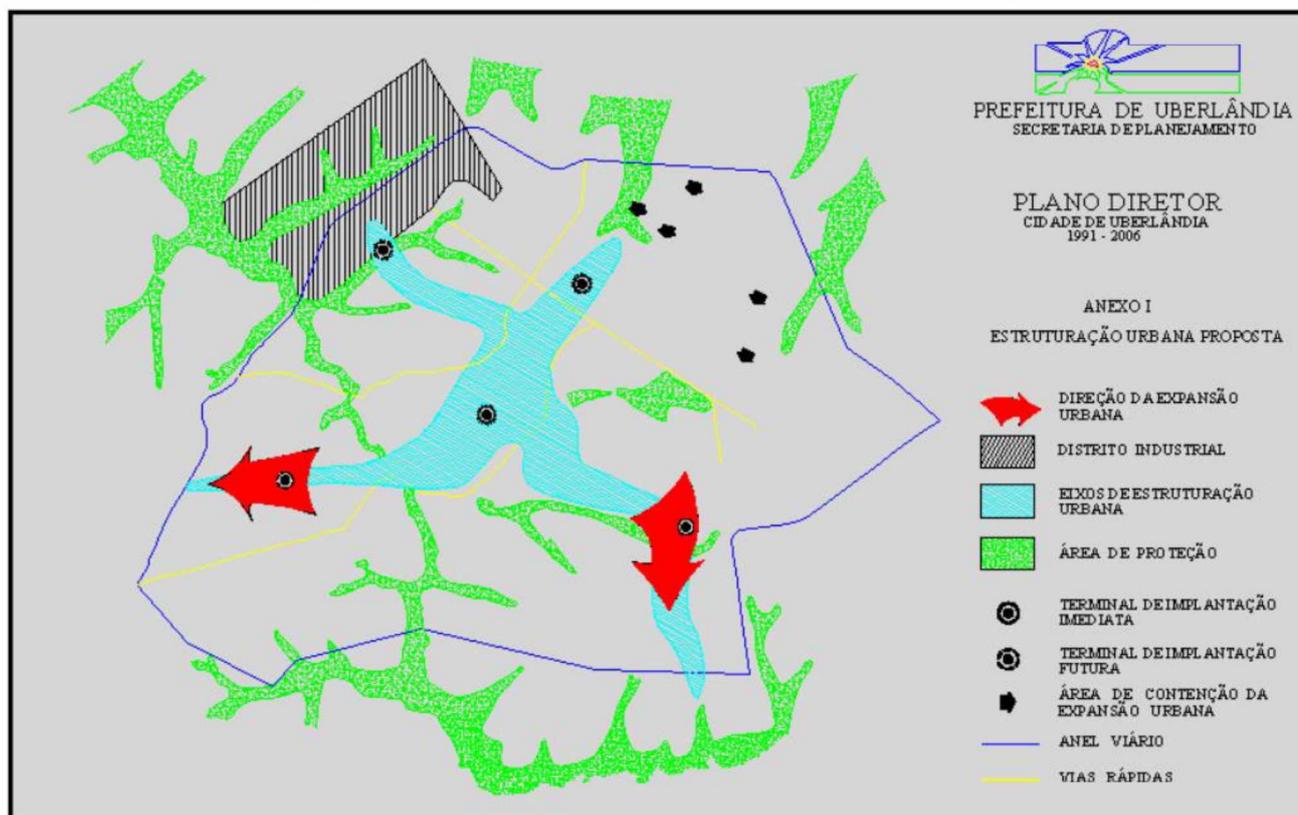
É possível perceber que Uberlândia, desde o início da sua história, é marcada por uma urbanização desenfreada e não planejada, promovida por agentes privados que obedecem a interesses político-econômicos. Esse padrão de ocupação gerou uma cidade multifacetada, que cresceu e se desenvolveu de forma fragmentada e socialmente segregada. Além disso, Uberlândia não fugiu da tão conhecida expansão

em baixas densidades discutida no capítulo I, constituindo-se em uma alternância entre áreas aglomeradas e de intenso espraiamento (com boa parte do território com densidades menores que 40 hab/ha, como mostra o Mapa 2) e permeada por vazios urbanos (SOARES, 1997; VITAL, 2013).

6.2.2 Eixos urbanos

Desde o Plano Diretor de 1980 já se pensava nos principais eixos da cidade e como utilizá-los na reordenação do território. O Plano Diretor de Uberlândia do ano de 1994 previa a reestruturação da cidade por eixos, utilizando-os para a expansão (setores Sul e Oeste) ou contenção (setor Leste) dos diversos setores. Esses corredores deviam ainda promover um adensamento na sua região de influência em termos de residências, comércio e serviços, trazendo uma maior heterogeneidade para o uso do solo. É interessante notar que a disposição dos eixos da cidade foi projetada para que lembrasse o formato de um avião, remontando a influências do plano de Brasília (Mapa 15) (CLEPS, 2008).

Mapa 15: Os eixos urbanos de Uberlândia e o direcionamento da expansão



Fonte: Cleps (2008)

Mais tarde, esses eixos seriam estabelecidos como zonas estruturais, que deveriam servir como uma extensão do centro. Os eixos definidos foram: I - Eixo Estrutural Nordeste, composto pelas avenidas Afonso Pena e João Pinheiro, ligando o centro ao Bairro Umuarama; II - Eixo Estrutural Sudeste, que coincide com a avenida João Naves de Ávila, ligando o centro à região dos bairros Santa Mônica, Segismundo Pereira e Santa Luzia; III - Eixo Estrutural Norte, que tem por suporte as avenidas Monsenhor Eduardo e Três de Outubro; IV - Eixo Estrutural Oeste, constituído pelas Avenidas Getúlio Vargas e Imbaúbas ligando o centro à região dos Bairros Luizote de Freitas e Mansur. Posteriormente a avenida Rondon Pacheco viria a ser incluída como um quinto eixo (Mapa 16) (PREFEITURA DE UBERLÂNDIA, 1994; SOUZA, 2009).

Mapa 16: Eixos urbanos de Uberlândia

LAYER AZUL: HIDROGRAFIA - ÁREA URBANA DE UBERLÂNDIA - MG

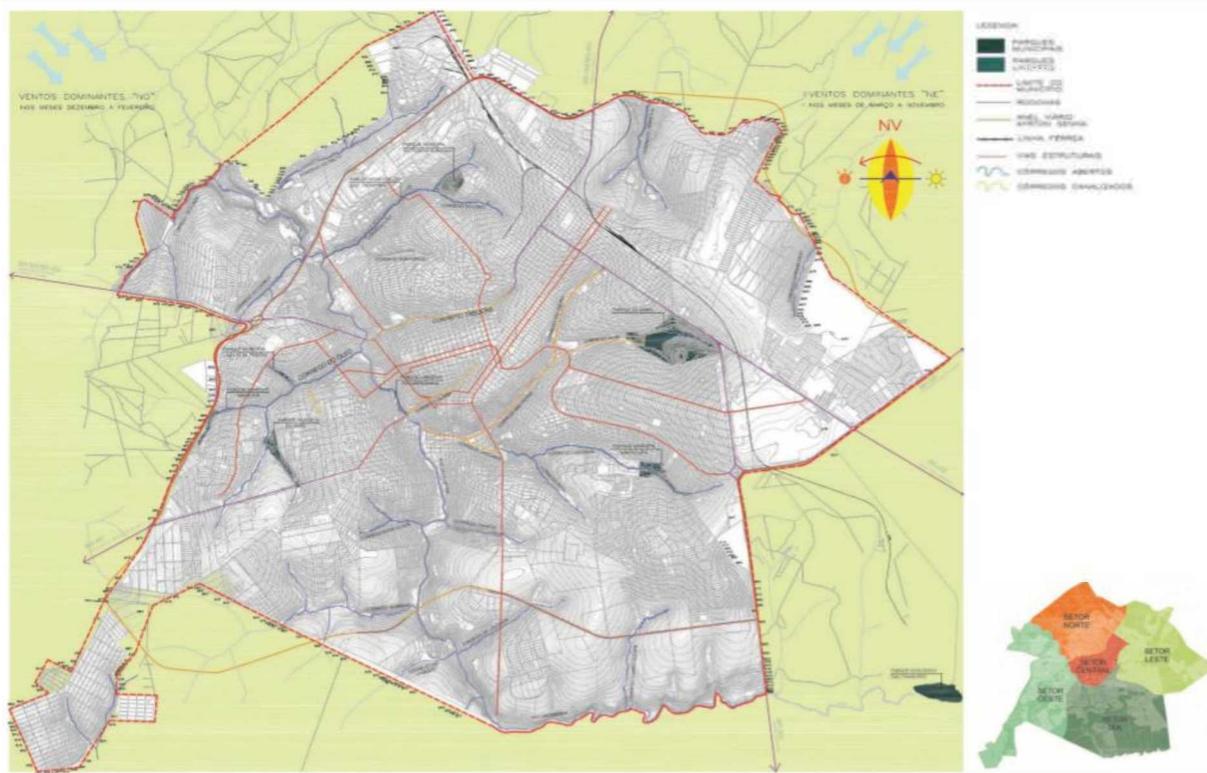


Figura 154 – Layer Azul: Hidrografia da área urbana de Uberlândia;
Fonte: Base cartográfica – Secretaria de Planejamento Urbano, Prefeitura Municipal de Uberlândia, 2012. Organizado pela autora.

Fonte: Vital (2012)

A efetividade do estabelecimento de eixos com fim de consolidação gera debates. Após a revisão dos planos em 2006, concluiu-se que apenas os eixos nordeste

e sudeste se consolidaram, sendo que o segundo se adensou apenas no entorno da avenida João Naves de Ávila (SOUZA, 2009). Já segundo Cleps (2008), o estabelecimento de eixos promoveu uma ocupação dos corredores e entornos, o que levou a um incentivo na consolidação de subcentros nessas áreas e, conseqüentemente, a valorização da terra.

6.2.3 Subcentros

Um estudo da prefeitura municipal em 2002 identificou que os subcentros de Uberlândia, naturalmente, coincidem com os principais eixos viários dos bairros. Esse estudo ainda definiu os seguintes critérios para identificação desses subcentros: largura da caixa da via; existência de canteiros centrais; arborização; condições de calçadas; sinalização viária; tráfego de veículos e pedestres; uso predominante do solo; condição do mobiliário urbano; existência de marcos urbanos (igreja, praças); existências de equipamentos públicos importantes (escola, creche, posto de saúde) e a conformação da paisagem urbana. Partindo desses critérios, os subcentros identificados foram áreas dos bairros Luizote de Freitas, Jardim Patrícia e Dona Zulmira; Santa Luzia e Granada; Tubalina; Tocantins; Tibery; Presidente Roosevelt; Morumbi e Santa Mônica (PREFEITURA DE UBERLÂNDIA, 2002).

Apesar desse estudo, posteriormente a prefeitura viria a definir outros subcentros, obedecendo a critérios subordinados ao macrozoneamento da cidade. O Plano Diretor de 2006 elegeu, então, áreas dos bairros Luizote de Freitas, Tubalina, Planalto, Santa Mônica, Tibery, São Jorge, Santa Luzia e Presidente Roosevelt (PREFEITURA DE UBERLÂNDIA, 2006). Para análise no presente trabalho, consideraremos esses subcentros identificados e postulados no Plano, como mostra o Mapa 17.

Mapa 17: Subcentros de Uberlândia

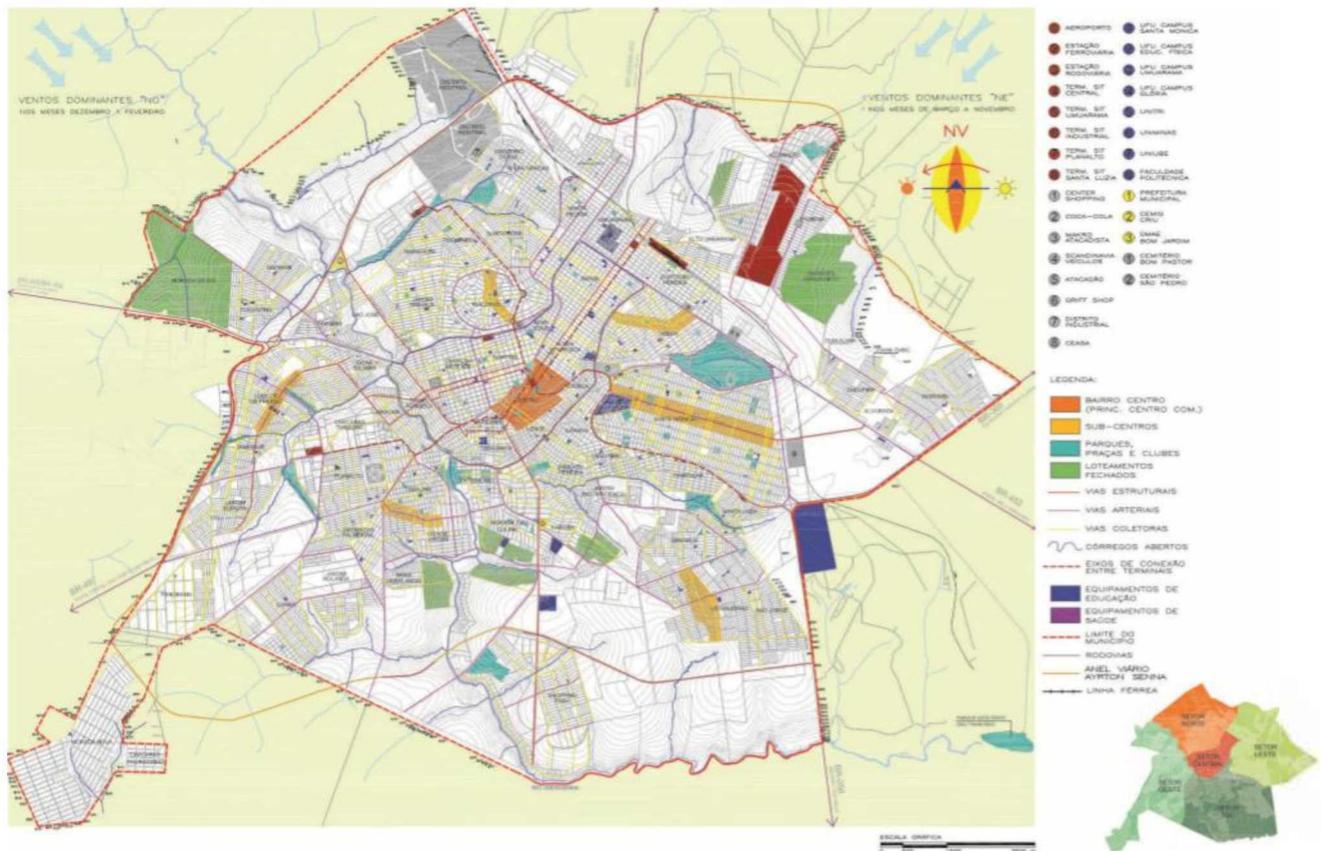


Figura 241 – Layer Violeta: Sentido de Urbanidade – Área Urbana de Uberlândia.
 Fonte: Base cartográfica – Secretaria de Planejamento Urbano, Prefeitura Municipal de Uberlândia, 2011. Organizado pela autora.

Fonte: Vital (2013)

O trabalho de Souza (2009) considerou mais adequado identificar subcentros a partir de parâmetros de uso do solo, considerando o comércio típico de subcentros e definindo, dessa forma, as novas centralidades de Uberlândia. Os critérios da tese elegeram como subcentros regiões dos bairros Santa Mônica, Planalto, Granada/São Jorge, Roosevelt e Jardim Patrícia/Luizote de Freitas, além das avenidas João Naves de Ávila, Rondon Pacheco e Getúlio Vargas. Ou seja, em comparação com a definição da prefeitura, as áreas dos bairros Tubalina, Tibery e Santa Luzia foram excluídas e as avenidas João Naves de Ávila, Rondon Pacheco e Getúlio Vargas foram adicionadas.

Nesse sentido, Silva (2006) faz uma crítica ao definir os subcentros de Uberlândia como:

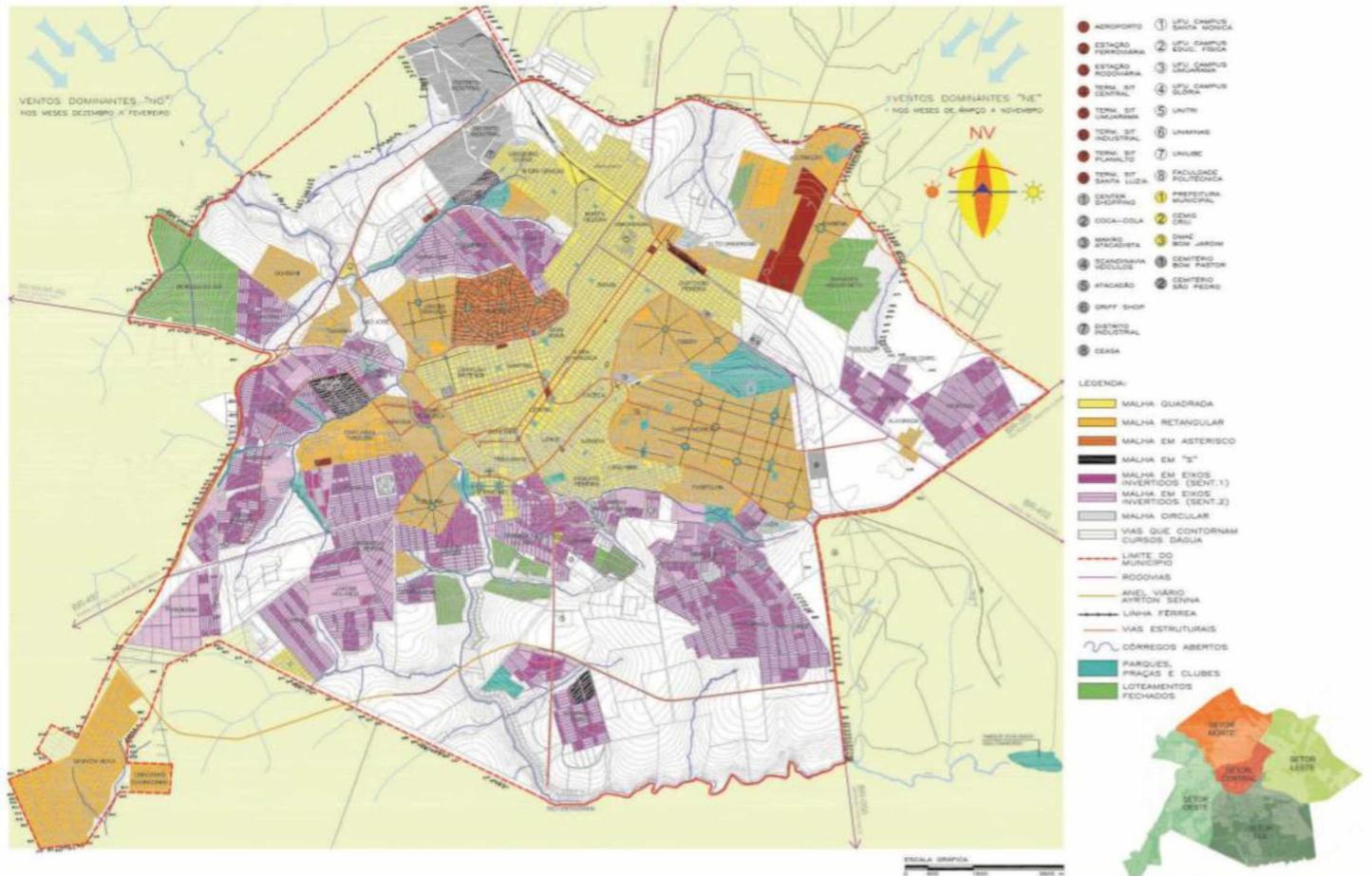
“Portanto, sub-centro aqui nada mais é que um lugar cujos processos incentivados pelo estado e por grupos influentes (as chamadas elites econômicas) garantiram a implantação de certos equipamentos relevantes à população, à circulação de mercadorias, à reprodução do capital, e com isso levando à valorização de seu entorno no que tange ao mercado de terra urbana e a uma imagem de cidade moderna” (SILVA, 2006, p. 29).

O Plano Diretor de 2006 estabelecia como premissas a consolidação e requalificação dos subcentros. Entre essas medidas, inclui-se o incentivo a implantação de comércio e serviços, preservação de peculiaridades locais, vinculação dos subcentros aos terminais de transporte e melhoramento do deslocamento de pedestres e ciclistas (PREFEITURA DE UBERLÂNDIA, 2006). Vital (2013) afirma que apesar de medidas de desenvolvimento de subcentros serem interessantes para melhorar a dinâmica urbana, a forma com que esta foi implementada em Uberlândia reforça o espalhamento da mancha urbana nos extremos. Não foi encontrada literatura posterior que tenha feito algum trabalho sobre a consolidação desses subcentros ou existência/efetividade das medidas públicas nesse sentido.

6.2.4 Conectividade

Em termos de malha urbana, a cidade tem três traçados principais, sendo eles tabuleiro de xadrez – quadrangular, tabuleiro de xadrez – retangular e ortogonal, esta última, apesar de compor uma forma tradicional, se apresenta na cidade de forma “desconexa e formada por eixos de circulação em ‘sentidos contraditórios’, e as quadras apresentam dimensões significativamente maiores que duas primeiras tipologias” (VITAL, 2013, p. 431). Tais configurações são demonstradas no Mapa 18.

Mapa 18: Malha urbana de Uberlândia



Fonte: Vital, 2013

Essas diferentes configurações implicam em também diferentes conectividades urbanas, já que podem gerar barreiras físicas, descontinuidades no tecido e desconexão de fluxos. Nesse sentido, Vital (2013) classificou os bairros quanto ao grau de conectividade em três situações: dentro do bairro, com o entorno imediato e com o sistema viário estrutural. O critério de cada classificação está detalhado no Quadro 3.

Quadro 3: Critérios de classificação da conexão

Alta conectividade	Conectividade mediana	Baixa conectividade	Desconexão
--------------------	-----------------------	---------------------	------------

85 a 100% de conexão: continuidade de todas as ruas em todos os sentidos, capaz de promover conexão total dentro do bairro, com todo o entorno imediato e conexão com três ou mais eixos viários da 'espinha dorsal'

50 a 80% de conexão: continuidade em parte das ruas, com alguns sentidos bloqueados; conexão intermediária com o entorno (varia em torno de 50% do perímetro do bairro); presença de dois ou um eixo viário estrutural da 'espinha dorsal'.

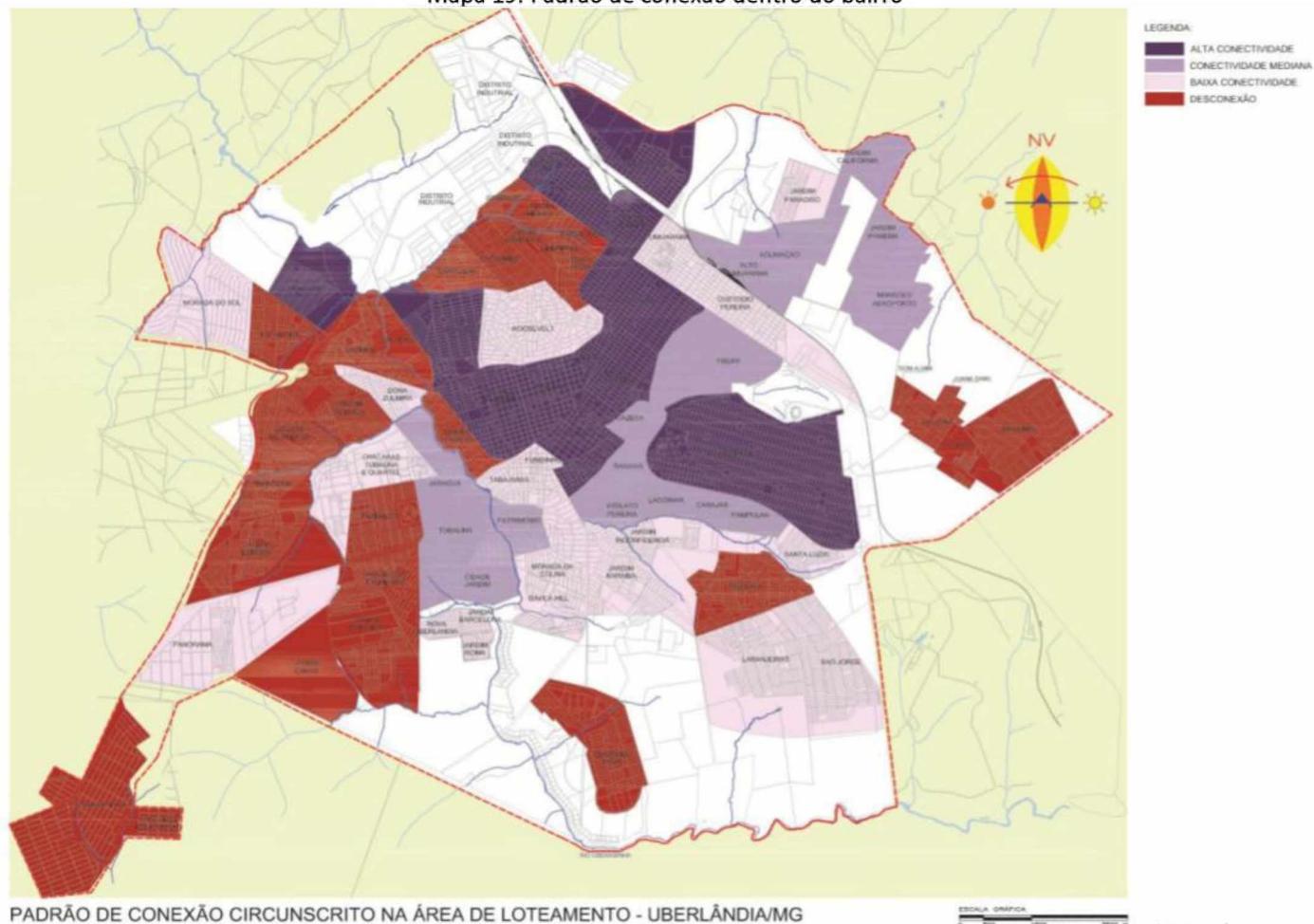
20 a 45% de conexão: desconexão em parte do tecido dentro do bairro; poucas conexões com o entorno (varia em torno de 30% do perímetro do bairro); presença de um eixo viário estrutural da 'espinha dorsal'.

0 a 15% de conexão: desconexão viária dentro do bairro em todas, ou quase todas as ruas e sentidos; pouquíssimas opções de conexão com o entorno (varia em torno de 10% do perímetro do bairro); presença de um ou nenhum eixo viário estrutural da 'espinha dorsal'.

Fonte: Vital (2013)

A classificação feita pela autora está disposta no Mapa 19, Mapa 20 e Mapa 21. Essa classificação é de grande valia para o trabalho porque, como estabelecido por Cervero e Duncan (2008) e Ewing Cervero (2001), a acessibilidade local tem grande influência no meio de transporte utilizado e distâncias viajadas.

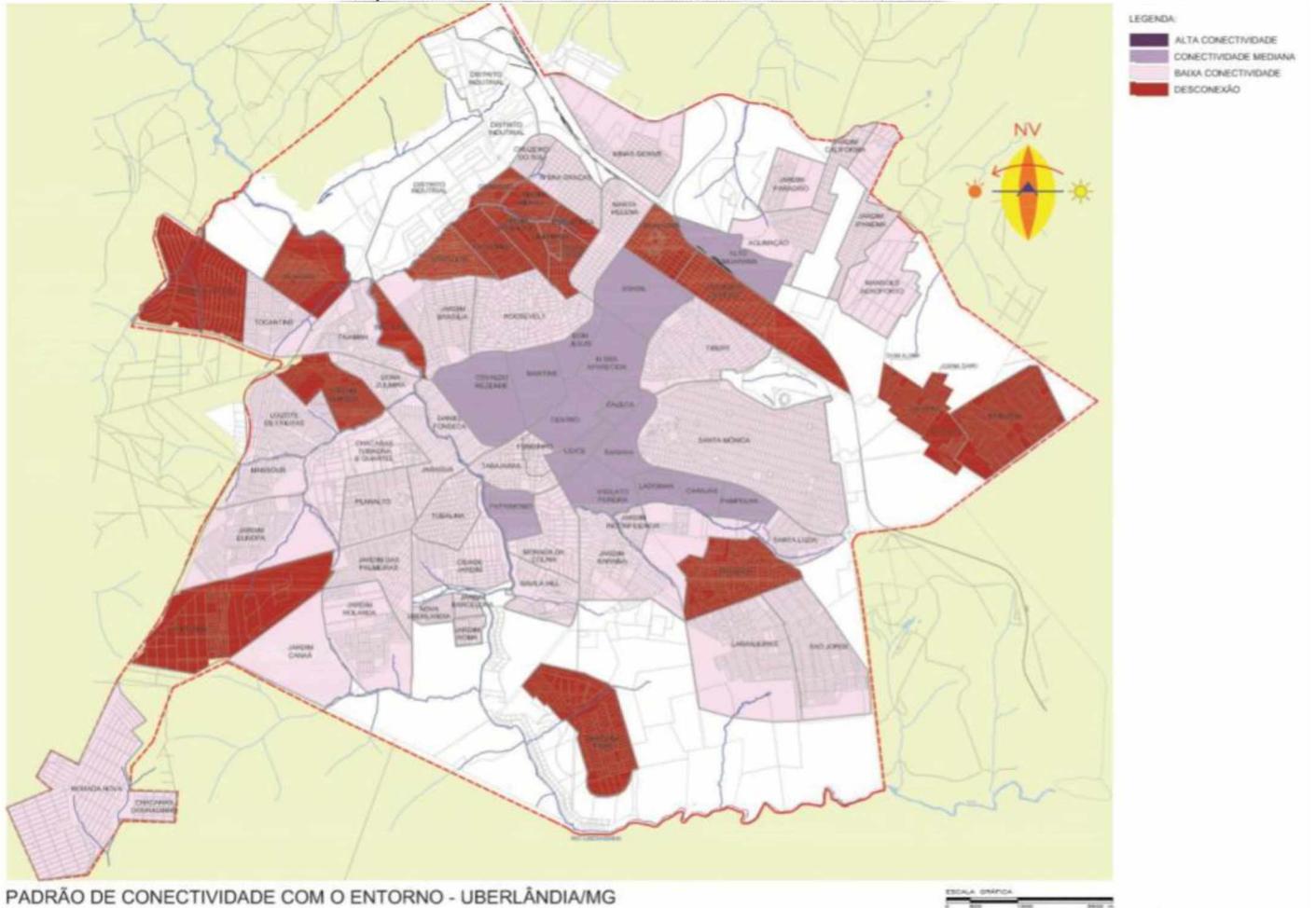
Mapa 19: Padrão de conexão dentro do bairro



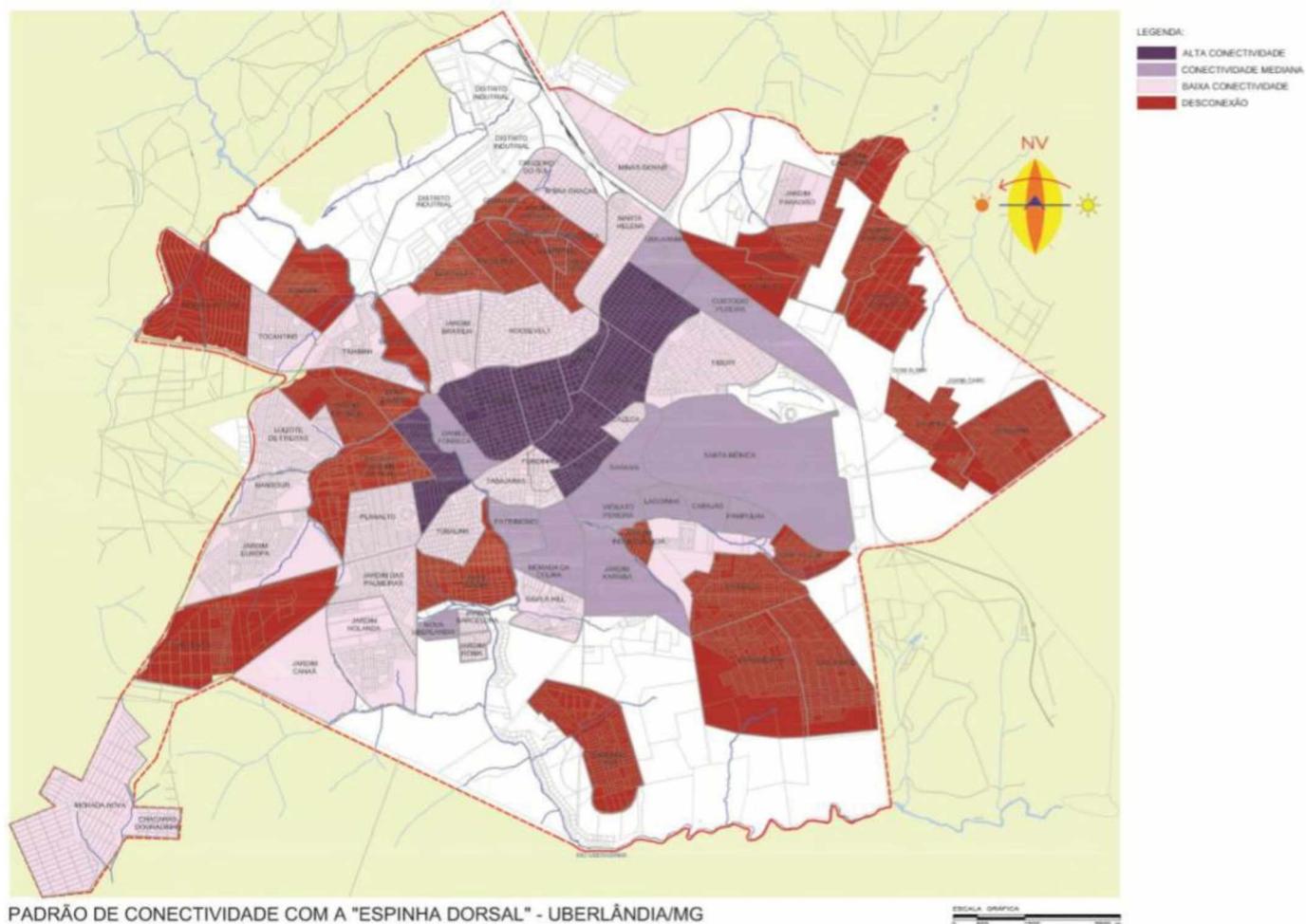
PADRÃO DE CONEXÃO CIRCUNSCRITO NA ÁREA DE LOTEAMENTO - UBERLÂNDIA/MG

Fonte: Vital (2013)

Mapa 20: Padrão de conectividade com o entorno imediato



Mapa 21: Padrão de conexão com a espinha dorsal



É possível perceber que o padrão geral da cidade é de desconexão nas três situações, sendo a conectividade com o entorno a mais precária. É interessante notar ainda que o setor central, o mais antigo da cidade, possui a melhor conectividade em todas as situações. Enquanto isso, os setores norte e sul apresentam um padrão de baixa conectividade, apesar de serem datados de uma época posterior a 1980, quando já existiam boas práticas nessa área.

Por fim, a autora ressalta a desconexão da cidade como um todo e como esses traçados que muitas vezes falham com o próprio sentido original de uma rua: o de conectar lugares (VITAL, 2013). Essa conformação dificulta a circulação, gera fluxos “desnorteados” e pode incentivar comportamentos de viagem baseados em uso de carro e longas distâncias viajadas. Além disso, a baixa acessibilidade pode propiciar congestionamentos considerando que muitas vezes os bairros se conectam com o entorno ou sistema viário dorsal por pouquíssimas (e disputadas) passagens.

6.3 Infraestrutura de transporte

O rápido crescimento de Uberlândia, tanto em população quanto em área, influenciou muito a mobilidade na cidade, que acaba por não se diferir muito dos modelos encontrados nas demais cidades médias brasileiras. A forma urbana espraiada, juntamente com o contexto histórico e econômico de alta motorização em que Uberlândia se desenvolveu, culminou em uma infraestrutura de transporte que prioriza o carro ao mesmo tempo que é hostil aos pedestres e ciclistas. Ao mesmo tempo, a cidade tem um sistema de transporte público que, apesar de ainda necessitar de alguns ajustes, pode ser considerado eficiente. Essas questões serão melhor exploradas nos itens abaixo.

6.3.1 Sistema Transporte Integrado (SIT)

A forma com que Uberlândia se desenvolveu levou a consolidação de um centro caótico, onde pedestres, carros e ambulantes disputam espaço, tornando-o cada vez mais congestionado e poluído (SOARES, 1995). A expansão desordenada da cidade havia culminado em um também desordenado sistema de transporte, que consistia em um número excessivo de linhas e veículos convergindo na área central (FERREIRA, 2002). A população, por sua vez, muitas vezes tinha que pagar duas passagens porque as linhas não contemplavam a rota desejada inteira. Nesse contexto, o Plano Diretor de 1994 previa algumas medidas para que esses problemas fossem solucionados, dentre elas, a implantação do Sistema Integrado de Transportes de Uberlândia (SIT) (PREFEITURA DE UBERLÂNDIA, 1994). Mediante grande investimento público, o SIT foi implantado no ano de 1997 e, segundo Rodrigues e Soares (2004), foi uma das poucas propostas do plano que entraram totalmente em vigor.

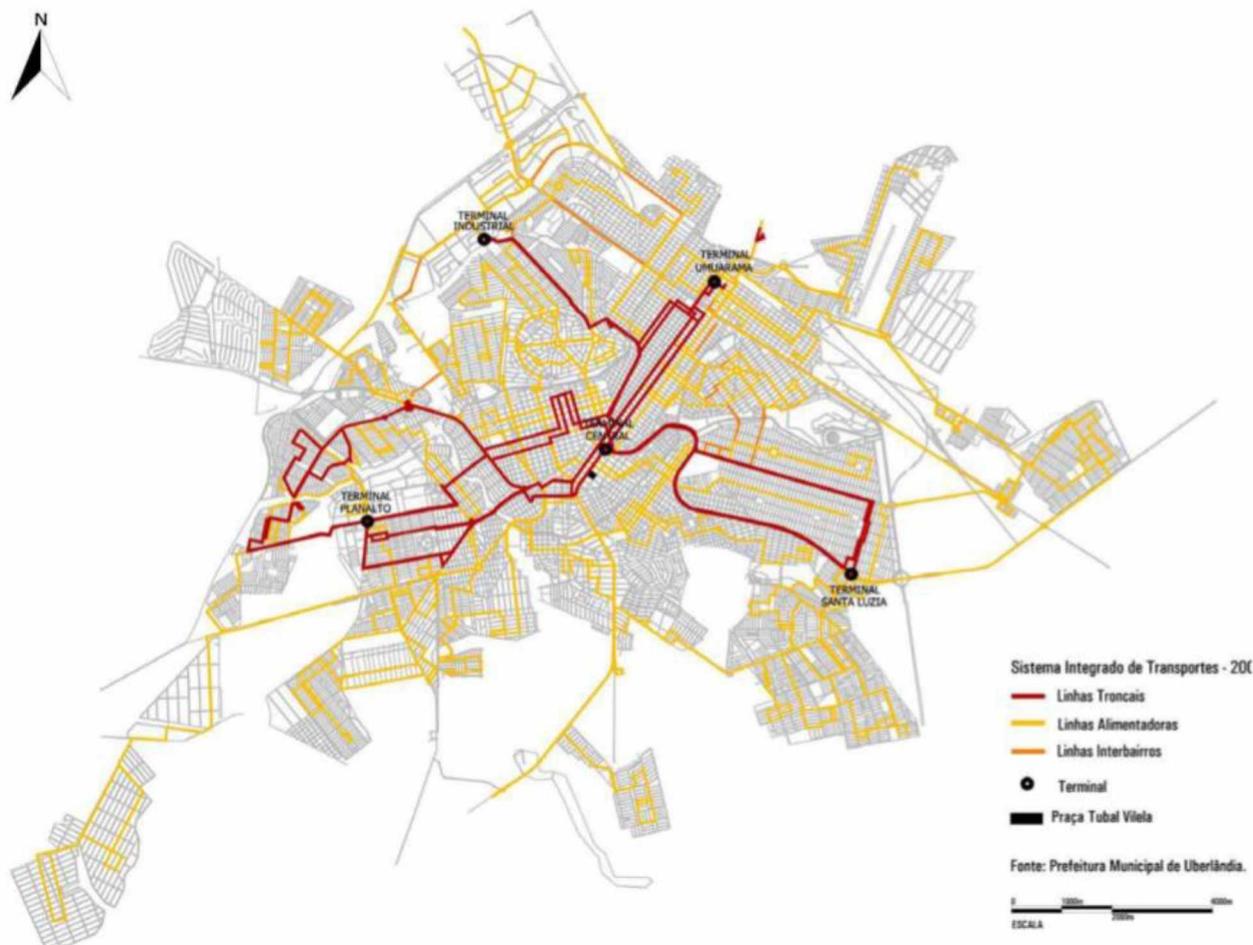
O conceito do transporte coletivo SIT se baseia na integração físico-tarifária através de terminais fechados, ou seja, o passageiro paga uma tarifa única para se deslocar ao longo da cidade, desde que não saia das linhas que unem os terminais. Os 5 terminais são construídos nos pontos de convergência dos principais corredores da cidade (eixos urbanos), sendo um na área central (Terminal Central) e os outros quatro

nos bairros de grande integração urbana (Santa Luzia, Umuarama, Planalto e Industrial) (RODRIGUES; SOARES, 2004).

As linhas de ônibus possuem três tipos principais: troncais, alimentadoras e interbairros. As linhas troncais formam o esqueleto do sistema e coincidem com os eixos estruturais (vias mais rápidas) da cidade. Constituem-se de um transporte de grande capacidade que liga os demais terminais ao terminal central, atendendo a grande demanda gerada pelas linhas alimentadoras e interbairros, além do fluxo que provem diretamente do terminal e corredores. Essas linhas podem ser “paradoras”, “semi-expressas” ou “expressas”.

As linhas alimentadoras “alimentam” a demanda das linhas troncais, tendo por função atender a demanda de viagens da área de abrangência do terminal até este, onde os usuários poderão pegar outras linhas sem pagar uma nova tarifa. Já as linhas interbairros, por fim, tem como função ligar dois terminais de ponta, de forma a diminuir o fluxo de passageiros pelo centro (Mapa 22). O SIT também buscava trazer uma identificação visual fácil dos ônibus, sendo os veículos das linhas troncais são amarelos, os das vias alimentadoras são verdes e os interbairros são vermelhos (PREFEITURA DE UBERLÂNDIA, 1994; RODRIGUES; SOARES, 2004).

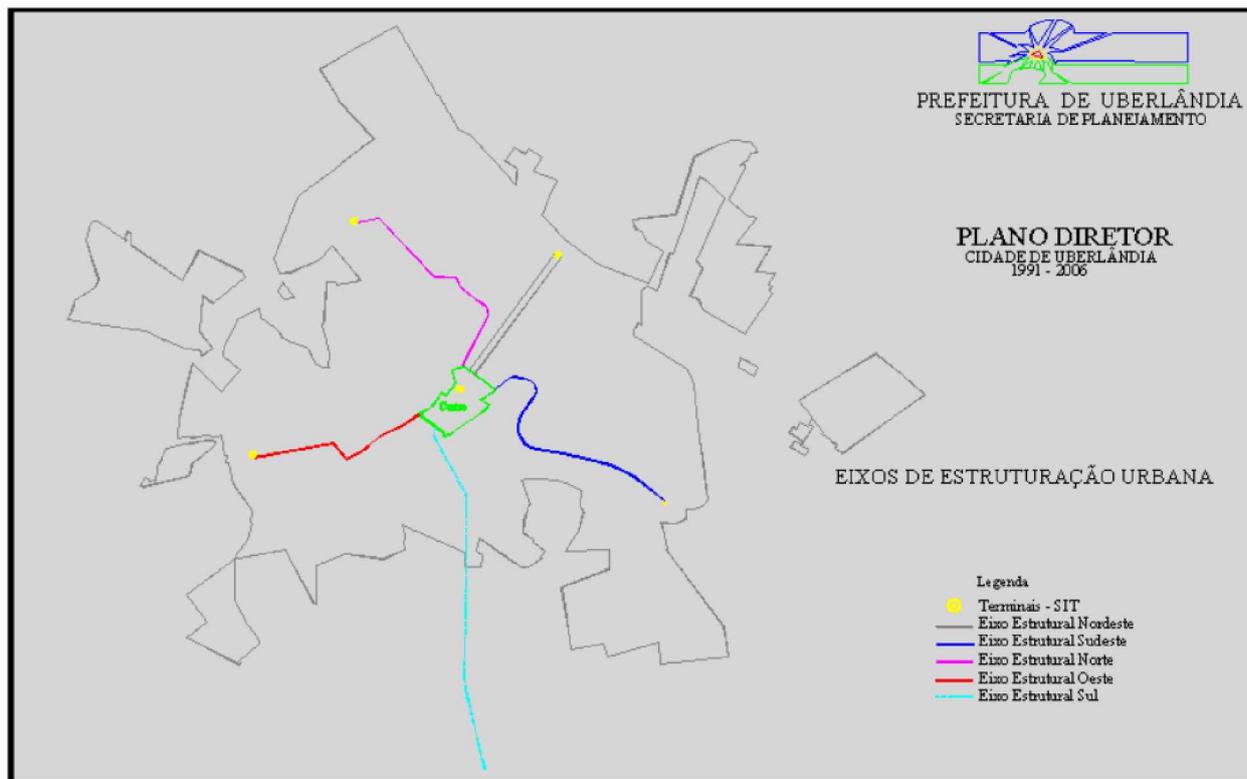
Mapa 22: Estrutura do SIT Uberlândia



Fonte: Fonseca (2007)

É interessante notar que a localização dos terminais obedeceu a critérios referentes aos eixos urbanos, sendo alocados nas pontas das vias estruturais (Mapa 23) e cruzando subcentros. O Plano Diretor vigente (2006) prescreve que estas duas áreas (subcentros e terminais) devem formar um eixo de conexão, de forma que a presença dos terminais incentive o desenvolvimento de núcleos urbanos em seu entorno, dando força a consolidação dos subcentros (PREFEITURA DE UBERLÂNDIA, 2002, 2006). Apesar disso, Cleps (2008) analisou que apenas o terminal central concentra comércio em seu entorno. Vital (2013) ressalta que os terminais funcionam como uma âncora que atrai a dinâmica urbana e identifica forte tendência de formação de núcleos urbanos nesses locais e fortalecimento dos subcentros próximos, como prevê o Plano Diretor. Já Souza (2009) afirma que os subcentros não surgiram em função dos terminais de transporte coletivo (como previsto pelo plano diretor), mas se relacionam com o transporte ao estarem localizados nas vias que abrigam as principais linhas de ônibus.

Mapa 23: Terminais de ônibus nas pontas dos eixos estruturais



Fonte: Cleps (2008)

Lefèvre e Mainguy (2009) ressaltam a importância de que o planejamento urbano e de transporte sejam articulados e o trabalho de Rodrigues e Soares (2004) afirmam que o SIT de Uberlândia de fato obedeceu a configuração urbana da cidade. Cleps (2008) ainda afirma:

“Analisando-se os planos desenvolvidos para o urbano de Uberlândia, percebe-se que eles tiveram, como principal forma de organização espacial, o sistema viário. O Plano Diretor aprovado em 1994 evidencia essa afirmação” (CLEPS, 2008, p. 32).

Além disso, o sistema interligado por corredores remonta as estratégias de “corredores de acessibilidade” e “planejamento orientado pelo transporte” propostas pelos trabalhos de Lefèvre e Mainguy (2009) e NK (item 4.4). Nessas estratégias os eixos do transporte público coincidem com as principais vias da cidade, buscando promover adensamento e uso misto do solo. O trabalho de Rodrigues e Soares (2004) ressalta que a configuração implantada induz o crescimento da cidade a partir dos eixos, estando em consonância com o preceito de NK.

Apesar do SIT ter surgido na busca de soluções (e de fato ter melhorado muito o transporte público na cidade), ele trouxe consigo novos problemas. Os antigos fluxos desordenados do centro foram alocados para as avenidas Afonso Pena e João Pinheiro, que acabaram descaracterizadas, sobrecarregadas e com conflitos entre ônibus, carros e pedestres. Essa situação também se dá, mesmo que em menor escala, nas outras vias estruturais na cidade. O próprio terminal central, localizado na antiga estação ferroviária, também é local de conflito por estar no encontro de duas avenidas muito movimentadas, a João Naves de Ávila e João Pinheiro (RODRIGUES; SOARES, 2004).

Lefèvre e Mainguy (2009) e Kenworthy (2003) falam em seus trabalhos sobre como o ônibus se tornou o transporte público típico dos “países do sul” e resalta que os problemas de conflito entre modais, poluição sonora, emissões e principalmente a sujeição a congestionamentos constituem o principal prejuízo de se ter esse tipo de sistema. Alves et al. (2010) relatam que tais questões acontecem em Uberlândia, principalmente na região do centro. O conjunto desses fatores faz com que as opções subterrâneas e/ou sobre trilhos possam ser mais eficientes em termos de tempo, energia e emissões (item 4.1).

Na tentativa de solucionar esses conflitos, a prefeitura de Uberlândia implantou corredores exclusivos para ônibus nos eixos Norte e Sudeste. Na avenida João Pinheiro, algumas faixas de estacionamento foram transformadas em faixa de rolamento. Essas operações foram robustas, e, apesar de ajudarem na solução do problema, implicaram em alargamento de vias e redução da área de canteiros, o que onerou os cofres públicos e degradou a paisagem das avenidas (RODRIGUES; SOARES, 2004).

Além dos conflitos, o SIT ainda reúne algumas outras críticas. Alves et al. (2010) relata o sucateamento do transporte público Uberlandense, em que os horários são irregulares, os pontos mal conservados e o serviço desconfortável, superlotado e algumas vezes perigoso aos passageiros. Colesanti et al. (2014) critica a forma como é feita a cobrança das tarifas de ônibus afirmando que o aumento das distâncias causado pelo espraiamento da cidade aumenta o custo do transporte público, que é transferido apenas aos usuários deste e não é financiado com tributos. O problema se agrava ainda mais quando consideramos que os usuários isentos de tarifas também não são bancados com tributos externos, causando uma situação onde “o pobre subsidia o miserável”. O

trabalho ainda explica como a suburbanização da cidade se relaciona com exclusão social por meio do transporte:

“A prática de tarifas elevadas sem qualquer nível de subsídio serve de força motriz da exclusão social devido ao alto comprometimento da renda familiar com deslocamentos. A periferização contribui para a elevação dos custos operacionais dos transportes públicos e novamente se excluem os habitantes de renda mais baixa do acesso aos locais de empregos, saúde, educação e outros serviços urbanos” (COLESANTI et al., 2014, p. 30).

Por outro lado, o estudo de da Assunção (2012) analisou a sustentabilidade do transporte público em Uberlândia através de 80 indicadores e fez observações positivas. A pontuação no índice para Uberlândia foi de 0,717 de 1 e a autora afirma que “embora a cidade não se apresente como um modelo de mobilidade sustentável, o valor encontrado (...) pode indicar que ações presentes nas políticas públicas da cidade têm sido acertadas” (ASSUNÇÃO, 2012, p. 81).

Um dos principais aspectos que contribuiu para o sucesso da nota foi o social, que avaliou o transporte quanto a questões de “apoio ao cidadão, inclusão social, educação e cidadania, participação popular e qualidade”. Além desse, o aspecto ambiental também ganhou destaque com a análise do uso de energia limpa e combustíveis alternativos, visto que os ônibus da cidade são 100% abastecidos com biodiesel (ASSUNÇÃO, 2012).

É preciso lembrar que o SIT possui um desafio intrínseco que é atuar de forma eficiente apesar da conformação espraiada de Uberlândia. A partir da literatura, é possível concluir que o transporte público da cidade atende de forma relativamente efetiva a demanda dos cidadãos, apesar de poder melhorar em termos de custo e serviço. Essa melhora pode vir através do uso de tributos para cobrir os custos causados pela suburbanização, visto que, da forma como a cobrança é feita hoje, tais custos recaem sobre o usuário do SIT e não sobre os agentes do espraiamento. Essa ação também poderia ajudar na melhoria do serviço como um todo e consequente atração de mais usuários.

É possível notar também que o plano de urbanização e o plano de transporte se relacionam de forma estreita, o que torna o SIT um agente de consolidação da forma urbana com poder de direcionar o desenvolvimento da cidade. Apesar desse fato, são notórios os problemas causados por conflitos entre os diversos meios de transporte,

principalmente em áreas de aglomeração. O poder público, por sua vez, parece sofrer na solução dessa questão e acabar recorrendo a ferramentas custosas e que priorizam o transporte rodoviário em detrimento dos meios ativos, como o alargamento de vias.

6.3.2 Meios ativos

A infraestrutura para os meios ativos raramente foi pauta da literatura escrita sobre Uberlândia, mas alguns trabalhos ressaltam uma falta de incentivo ao uso desses modais. Isso acontece provavelmente porque Uberlândia se desenvolveu em uma época em que a motorização era crescente e não problematizada. Além disso, a expansão de Uberlândia se deu de forma que poucas da cidade têm densidade e uso do solo misto suficiente para viabilizar esses modais.

Em seu trabalho sobre a sustentabilidade do transporte em Uberlândia, da Assunção (2012) identificou que a cidade falha no incentivo e infraestrutura a meios não motorizados, por mais que a prefeitura tenha declarado ter grandes projetos para esse setor. As principais falhas identificadas foram a falta de estacionamento para bicicletas nos terminais de ônibus e a falta de vias exclusivas para pedestres e ciclistas.

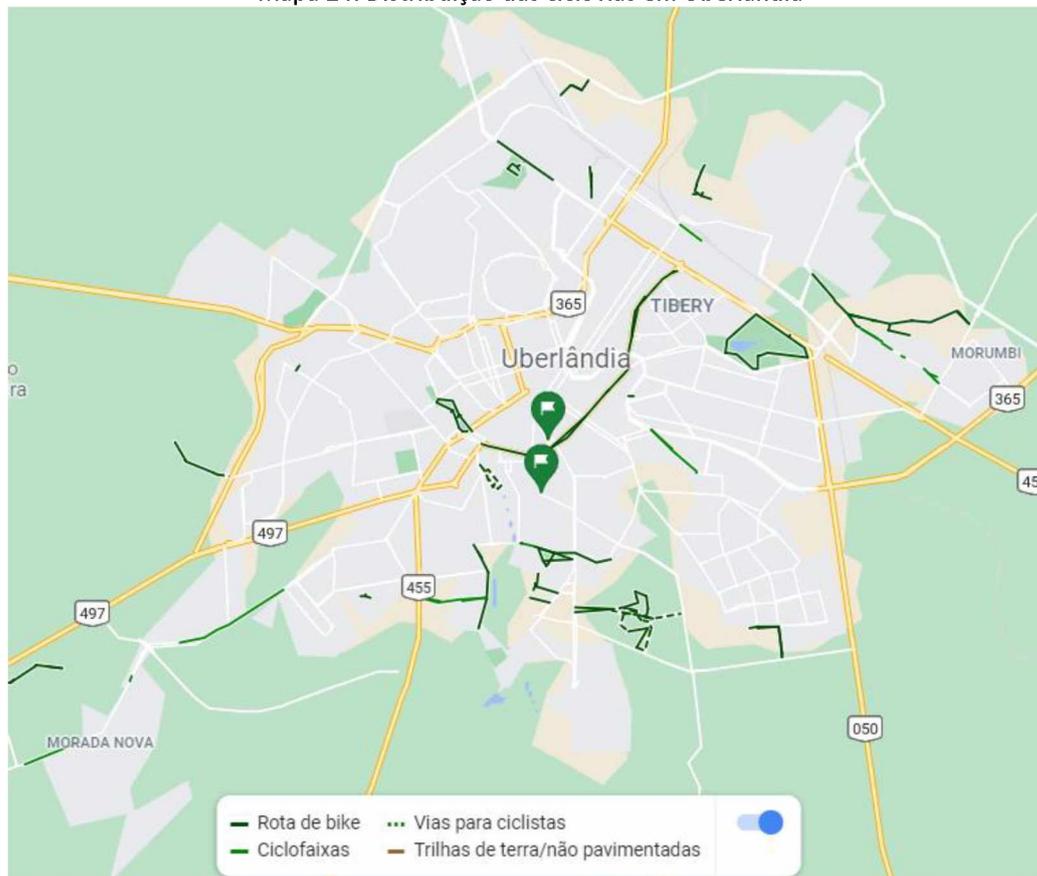
Alves et al. (2010) relatam, além dessas questões, a insegurança para os meios ativos, os congestionamentos, poluição do ar e sonora geradas pelo intenso fluxo de veículos, bem como a falta de fiscalização sobre a atuação de veículos pesados na área central da cidade. O trabalho fala ainda sobre o sucateamento da infraestrutura para pedestres e ciclistas e a falta de equipamentos básicos, como bicicletários.

Como mostrado no item 6.2.4, a baixa conectividade dentro de vários bairros causadas por enclaves, barreiras físicas (rodovias, viadutos, estacionamentos, grandes empreendimentos) e pela própria malha urbana funciona como um desincentivo ao caminhar e pedalar. Isso acontece porque essas conformações aumentam distâncias e dificultam a passagem, o que diminui a acessibilidade para esses meios. Além disso, a topografia e insegurança são questões presentes na cidade que também podem influenciar a escolha dos viajantes.

O Mapa 24 mostra a distribuição das ciclovias em Uberlândia. Destaca-se a faixa que acompanha a avenida Rondon Pacheco de ponta a ponta que traz uma certa gama de possibilidades ao ciclista. Existe também uma ciclofaixa que contorna uma parte do

rio Uberabinha, logo após a Rondon, porém, esta tem uma função mais relacionada a lazer, fazendo aspecto com APP e rio. As outras vias foram alocadas pontualmente nos loteamentos mais novos da cidade e, por isso, são dispersas e desintegradas entre si e com o entorno.

Mapa 24: Distribuição das ciclovias em Uberlândia



Fonte: Google (2021)

É possível confirmar, portanto, que a cidade de fato não dá tantas condições aos pedestres e ciclistas, o que explica a redução no modal share desses dois meios a ser analisado no item 6.4.

6.3.3 Perspectiva

Todas essas questões, que permeiam o transporte de Uberlândia diariamente, explicam os conflitos de trânsito na cidade. A solução desses conflitos se apoia na implementação de políticas de planejamento urbano que promovam equidade entre os vários modais. É esperada a racionalização do sistema viário e uma reformulação do

transporte de forma a priorizar os pedestres, os modais não motorizados e o transporte público, nessa ordem (FREITAS; FERREIRA, 2010).

No sentido da mobilidade ativa, Uberlândia contava com o projeto UdiBike, que consistia em uma rede de bicicletas compartilhadas ao longo da avenida Rondon Pacheco. O sistema para pegar e devolver as bicicletas era automatizado e o serviço foi gratuito por um período de tempo, o que aumentou o uso de 626 empréstimos mensais para 1.742 e de 16.161 para 21.463 ciclistas cadastrados. Infelizmente em maio de 2019 o projeto foi desativado com o plano de voltar no fim do mesmo ano, mas até a presente data nenhum passo foi divulgado no sentido de retomada do projeto (AZEVEDO, 2019; URBANISMO, 2019).

Um grande avanço em direção a melhorias no sistema de transporte público de Uberlândia foi a publicação em 2014 de um estudo muito robusto e completo que deliberava sobre a viabilidade técnica da implantação de veículo leve sobre trilhos (VLT) na cidade (COLESANTI et al., 2014). O projeto orçado em aproximadamente R\$ 1 bilhão foi discutido ainda em 2014 e aguarda orçamento federal para prosseguimento. O Secretário de Trânsito e Transportes da época estimou que o projeto poderia começar a ser implantado em 10 anos a partir da data em questão, porém o assunto não foi discutido posteriormente (G1 TRIÂNGULO MINEIRO, 2014).

Outra medida rumo a uma maior sustentabilidade para o SIT seria a implantação de 8 ônibus elétricos abastecidos por energia solar, que tinham previsão de começar a rodar em novembro de 2018. Entretanto, em abril de 2019 a prefeitura alegou problemas nas negociações com a fabricante chinesa BYD e desde então não se teve mais nenhuma notícia sobre o assunto (SCAPOLATEMPORE, 2019).

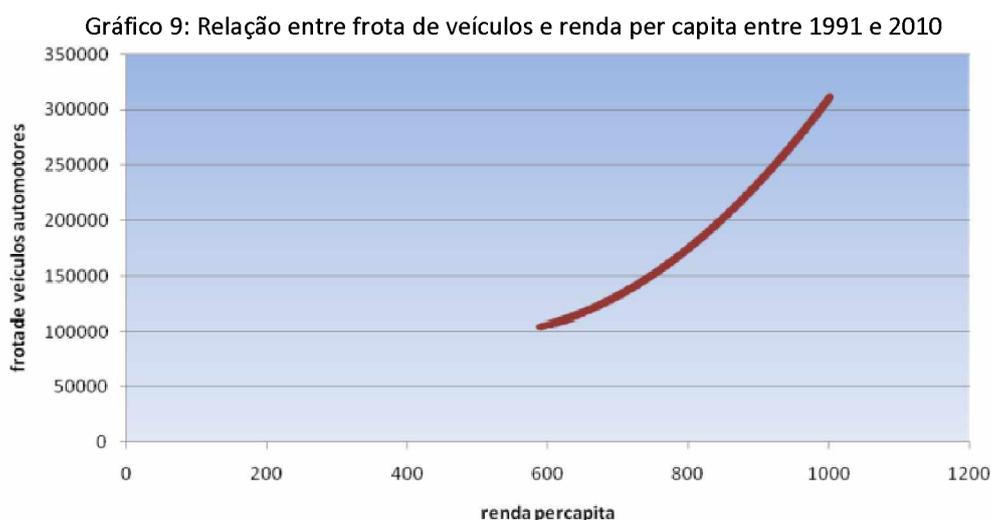
Nesse sentido, percebe-se que a prefeitura até trabalha em algumas iniciativas para tornar o transporte mais eficiente e sustentável, mas muitas delas são inviabilizadas por questões que envolvem principalmente financiamento. Essas soluções possuem ainda um caráter muito paliativo e que pouco permeia a estrutura da cidade através de projetos de planejamento. O próprio SIT -um exemplo de projeto robusto que conversa com o planejamento e forma da cidade- data de 1994, e, desde então, nenhum avanço de tal proporção foi feito na área da mobilidade urbana. Esse gap de quase 3 décadas nas políticas de mobilidade consolidou um certo comportamento de viagem

(que será explicado no próximo item) e coloca em questão quanto tempo as pessoas demorariam para mudar sua relação com o deslocamento urbano.

6.4 Comportamento de viagem

6.4.1 Tendências Gerais

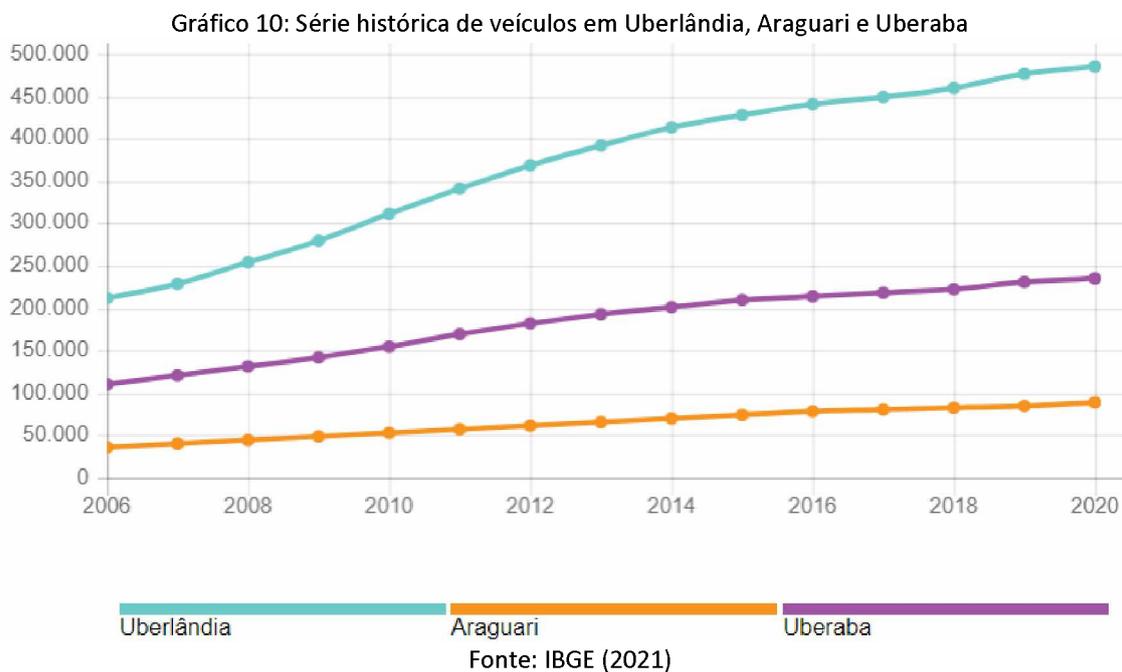
Uberlândia mostra em sua história uma série de decisões políticas que priorizam o transporte privado em detrimento dos modais coletivos e ativos. Uma delas é a falta de políticas públicas, que acaba agindo no sentido de consentir uma constante expansão da cidade que encarece o transporte público e dificulta o acesso aos meios ativos. Essas decisões culminam em uma crescente motorização que parece ser subordinada apenas a renda (Gráfico 9). Os dados de Mesquita (2014) APUD Colesanti et al. (2014) mostram que os usuários do transporte público tendem a trocar o esse modal pelo carro quando a família atinge uma renda de 4 salários mínimos, sendo que a efetividade do transporte público pode mudar esse quadro para melhor ou pior (COLESANTI et al., 2014). Esse fato está em grande conformidade com o relatado por Zegras (2010). Colesanti et al. (2014) refletiu também sobre como o alto preço do transporte público na cidade acaba por fazer com que a compra de veículos, principalmente motocicletas, compense.



Fonte: Mesquita (2014) APUD Colesanti et al. (2014)

Uberlândia é a segunda cidade de Minas Gerais em número de carros e a 21ª no Brasil. Atualmente a cidade conta com 485 mil veículos, uma média de 0,7 carros por

habitante. O Gráfico 10 mostra como o número de veículos na cidade cresce a uma taxa maior do que suas vizinhas Araguari e Uberaba.

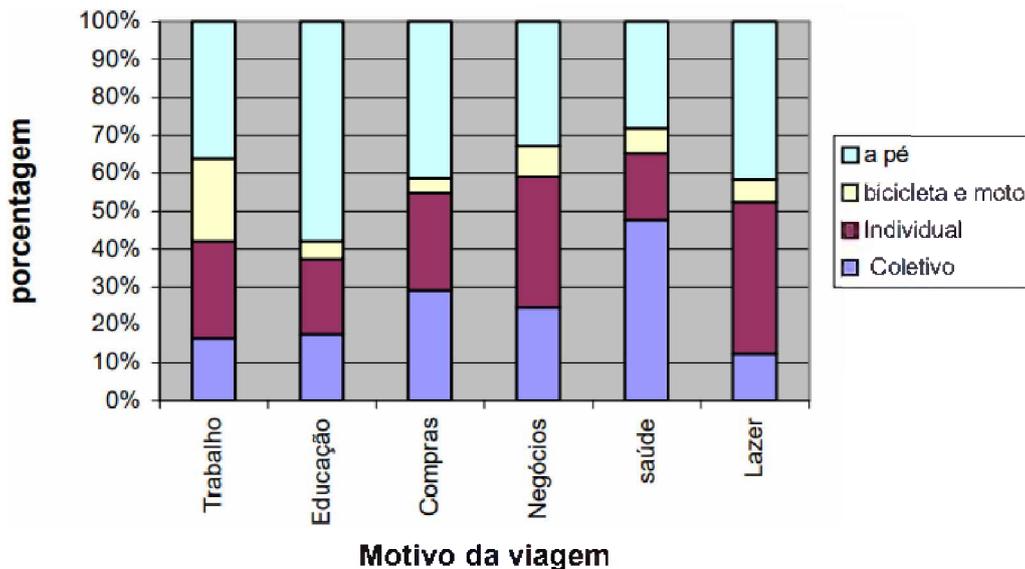


As reflexões a partir dos trabalhos feitos na cidade serão analisadas no próximo item.

6.4.2 Estudos sobre comportamento de viagem em Uberlândia

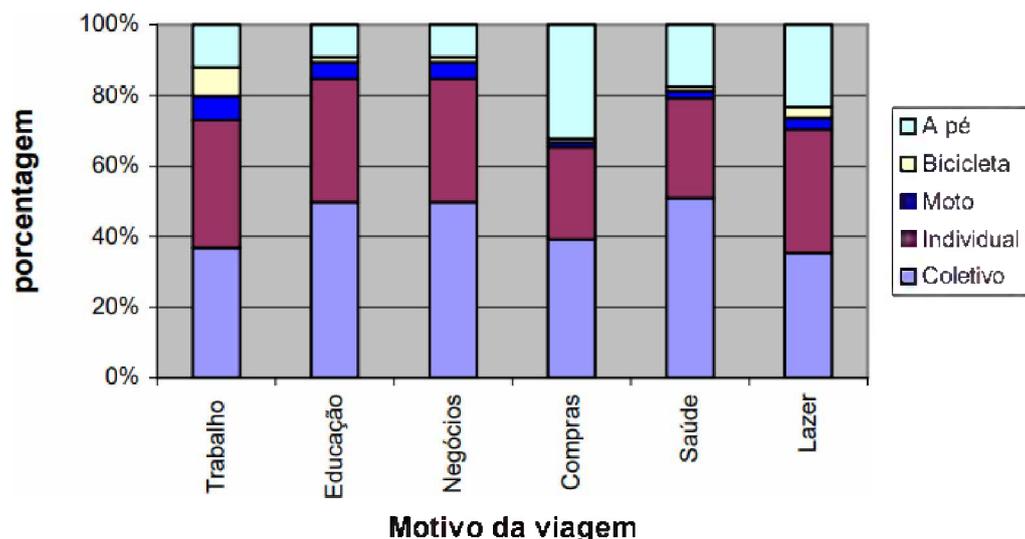
Uma pesquisa origem/destino foi feita em Uberlândia em 1978 e 2002, sendo ela a única fonte de dados sobre o comportamento de viagem na cidade. Os resultados sobre modal share na cidade são mostrados nos Gráfico 11 e Gráfico 12.

Gráfico 11: Modal share das viagens em Uberlândia (1978) segmentado pela motivação



Fonte: Mesquita (2014) APUD Colesanti et al. (2014)

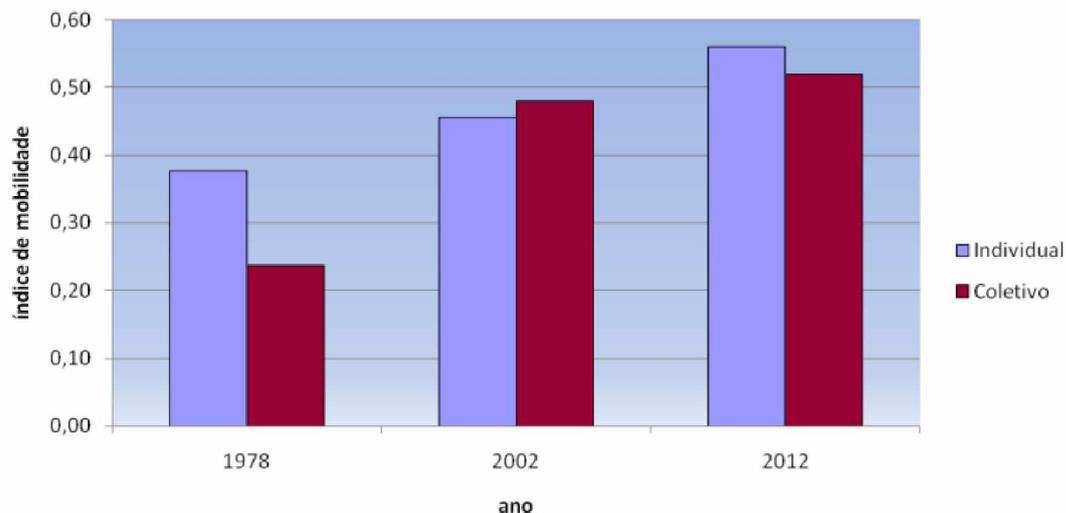
Gráfico 12: Modal share das viagens em Uberlândia (2002) segmentado pela motivação



Fonte: Mesquita (2014) APUD Colesanti et al. (2014)

Pelos gráficos é possível perceber que houve uma redução nos meios a pé, bicicleta e moto, e um aumento nos modais individuais e coletivos. Por outro lado, o Gráfico 13 mostra que o índice de uso do transporte público reduziu muito desde 2002, data da última pesquisa. Na verdade, o uso o transporte público vem caindo desde 1997, o que pode estar associado ao alto preço e baixa qualidade do serviço ou a crescente motorização pela qual o país passa (COLESANTI et al., 2014).

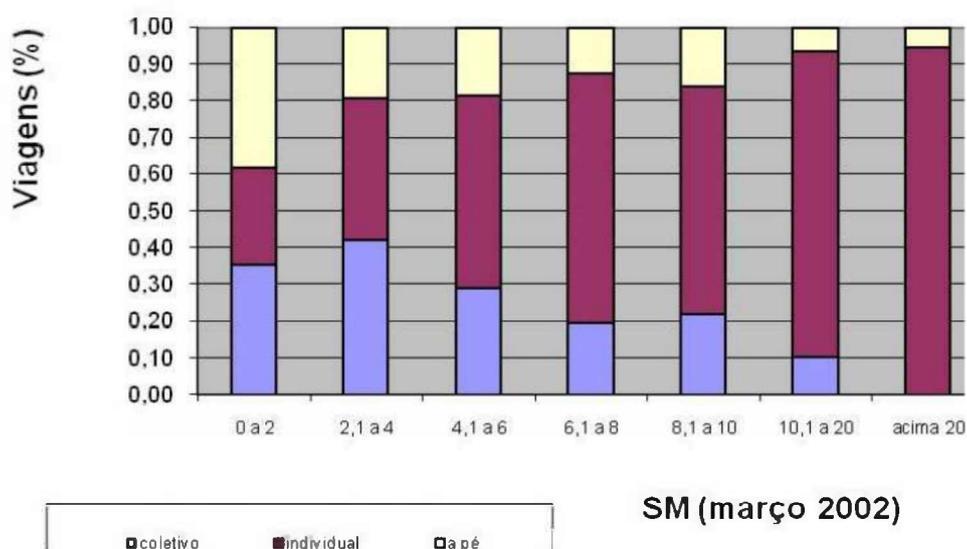
Gráfico 13: Mobilidade individual x coletiva



Fonte: Mesquita (2014) APUD Colesanti et al. (2014)

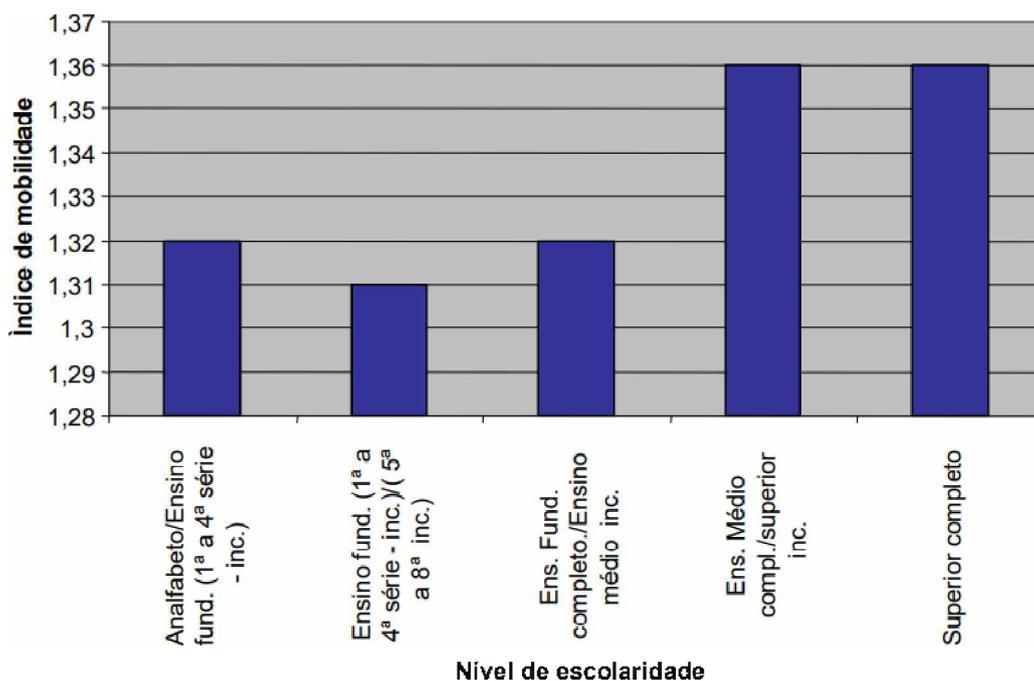
Ainda baseada no estudo de Mesquita (2008), Colesanti et al. (2014) afirma existir uma fortíssima correlação entre a renda e modal em Uberlândia. Com o aumento da renda, cresce o uso dos modais individuais e diminuem os modais coletivo e a pé, como mostra o Gráfico 14. Além disso, o índice de mobilidade também aumenta com o nível de escolaridade (Gráfico 15). É importante ressaltar que até aqui, os parâmetros de Uberlândia estão coerentes com o que mostra a literatura sobre comportamento de viagem.

Gráfico 14: Meio de transporte utilizado por faixa de renda em Uberlândia (2002)



Fonte: Colesanti et al. (2014) APUD Mesquita (2008)

Gráfico 15: Índice de mobilidade por nível de escolaridade em Uberlândia (2002)



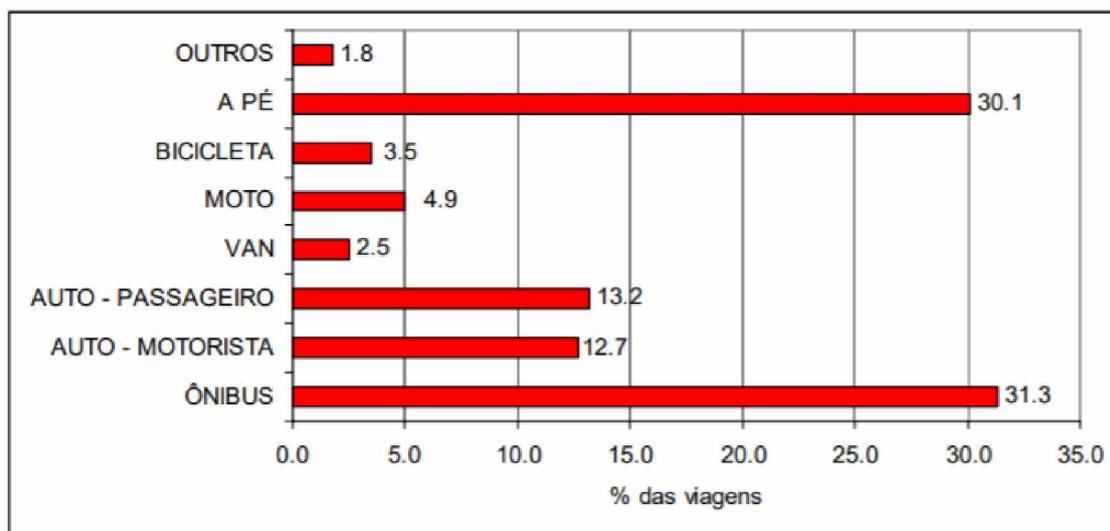
Fonte: Colesanti et al. (2014) APUD Mesquita (2008)

Por fim, Colesanti et al. (2014) identifica que as taxas de mobilidade variam de acordo com a renda, escolaridade, posse automóvel, idade, distâncias entre os locais de atração e produção e uso do solo. Em casos de renda alta, a motorização é alta e parece não estar subordinada às distâncias percorridas.

O estudo de Deus (2008) utilizou parte dos dados da mesma pesquisa origem/destino (2002) para analisar algumas zonas específicas da cidade, buscando compreender a relação entre a forma urbana e o comportamento de viagem. As zonas estudadas foram as seguintes: Zona 05 (bairros Fundinho e Tabajaras), Zona 09 (bairro Brasil), Zona 17 (bairro Jardim Karaíba), Zona 31 (bairros Luizote de Freitas e Mansour), Zona 37 (bairro Roosevelt) e Zona 45 (bairros Alvorada e Morumbi). A zona 05 do trabalho em questão coincide com a área 2 a ser estudada no presente trabalho. Posteriormente os resultados dos dois trabalhos em questão serão comparados.

A distribuição de modais encontrada nas regiões analisadas estão dispostas no Gráfico 16.

Gráfico 16: Modal share das viagens analisadas no estudo de Deus (2008)



Fonte: Deus (2008)

O estudo associou o baixo número de viagens de bicicleta à baixa disponibilidade de espaços para tráfego exclusivo e falta de estacionamentos para esse meio. Os trajetos feitos de van se referem ao projeto chamado Passe Livre, que funcionava como um complemento ao sistema de transporte coletivo em que as vans levavam os passageiros de áreas não atendidas pelo transporte coletivo até pontos onde os passageiros poderiam ter acesso ao sistema de ônibus da cidade.

Quando analisado por zona, o modal share se comportou segundo a Tabela 11.

Tabela 11: Percentual de viagens feitas por modal no estudo de Deus (2008)

Modo de transporte	Zonas					
	05	09	17	31	37	45
Transporte coletivo	23,6	33,3	35,5	36,2	31,4	44,4
Auto - motorista	21,0	15,4	24,1	5,9	4,6	3,2
Auto - passageiro	15,5	18,6	19,9	3,1	13,5	3,2
Van	2,9	1,1	8,5	2,6	0,0	0,0
Moto	2,0	7,1	6,4	4,9	6,3	1,6
Bicicleta	1,4	4,4	2,1	2,3	5,4	12,7
A pé	32,2	17,4	2,1	43,6	37,3	31,7
Outros	1,4	2,8	1,4	1,5	1,5	3,2

Fonte: Deus (2008)

O estudo identificou que as zonas de renda mais alta tinham um percentual maior de viagens feitas por automóveis (zonas 05 e 17). Já as zonas de renda mais baixa utilizavam mais o modal a pé (zona 31) e transporte público (zona 45), sendo o uso do transporte público justificado pela grande distância da região ao centro. Essa zona também reuniu os maiores tempos de viagem pelo mesmo motivo da escolha do modal. Já a zona 05 apresentou os menores tempos de viagem e uma boa porcentagem de viagens feitas a pé, provavelmente por se localizar na área central, o que reduz as distâncias e possibilita o uso desse meio. Portanto, a região central de Uberlândia mescla um grande percentual de viagens a pé e de carro.

A disponibilidade de transporte público não foi identificada como uma variável relevante, visto que a única zona com nível A de disponibilidade mostrou o menor uso e a zona que mais usa esse meio apresenta nível D. Outra observação relevante foi que a qualidade de espaço para pedestres parece não influenciar no uso desse modal, visto que a zona que tem pior avaliação nesse quesito também é a que agrupa o maior percentual de viagens a pé. A análise do uso do solo e acessibilidade também concluiu que esses parâmetros parecem não ter relação com o comportamento de viagem. Por outro lado, a topografia mostrou correlações com a predisposição a caminhar. Por fim, o estudo conclui que:

“Com bases nestes resultados, observou-se para este estudo que as variáveis da forma urbana não têm uma influência significativa dentro do processo de escolha do modo de transporte. O que parece ter mais peso para a escolha de qual modo utilizar é a distância da viagem e as características sócio-econômicas do viajante, principalmente a renda” (DEUS, 2008, p. 97).

Capítulo III

RESULTADOS

7 RESULTADOS

7.1 Análise das áreas selecionadas

As áreas selecionadas para estudo foram minuciosamente analisadas através de dados do censo IBGE 2010, visitas em campo, mapeamento por satélite e análise da literatura. Esses dados permitiram a construção de uma análise geral mostrada no Quadro 4.

Quadro 4: Características gerais das áreas estudadas

Setor	Bairro	Datação	Classe	Densidade (hab/ha)	Uso do solo (EI)	Conectividade			O bairro é um subcentro?	Distância aproximada da área ao subcentro mais próximo
						Intra bairro	Entorno	Sistema viário dorsal		
1	Morada da Colina	1980	B	Baixa (11)	0,28	Baixa	Baixa	Mediana	Não, mas tem uma parte delimitada pela Avenida Rondon Pacheco, considerada subcentro	2 km (Tubalina)
2	Tabajaras	1940	A	Alta (83)	0,52	Baixa	Baixa	Baixa	Não, mas é delimitado pelas Avenidas Rondon Pacheco e Getúlio Vargas, consideradas subcentro	2 km (Centro)
3	Umuarama	1970	C	Baixa (25)	0,71	Baixa	Baixa	Mediana	Não	3 km (Tibery)
4	Saraiva	1950	C	Alta (113)	0,51	Mediana	Mediana	Mediana	Não, mas é delimitado pela Avenida João Naves de Ávila, considerada subcentro	0,7 km (Centro)
5	Jardim Europa	2000	D	Baixa (33)	0,18	Desconexão	Baixa	Desconexão	Não	2,5 km (Luizote de Freitas)
6	São Jorge	1990	E	Alta (107)	0,14	Baixa	Baixa	Desconexão	Sim	1 km (São Jorge)
Fonte		Moura e Soares (2009)	IBGE (2010)	IBGE (2010)	Frank e Pivo (1994)		Vital (2013)		Souza (2009)	Prefeitura de Uberlândia (2006)

Setor	Bairro	Presença de transporte público (DTP) (pontos/km²)	Presença de ciclovia (DC) (% de ruas que possuem ciclovia)	Perímetro da quadra típica (PQT) (proporção aproximada)	Índice de Sombreamento (IS)	Índice de inadequações de calçada (IIC)
1	Morada da Colina	20,5	Não (0)	640 (3/1)	4,8	1,8
2	Tabajaras	16,6	Não (0)	380 (2/1)	2,9	1,3
3	Umuarama	10,6 (sendo que um dos pontos é um terminal), por esse motivo adicionou-se 5 pontos ao resultado final (15,6)	Não (0)	340 (1/1)	4,9	2,9
4	Saraiva	21,3	Sim, 0,18 quilômetros na Avenida delimitadora Rondon Pacheco (7,8%)	540 (3/1)	3,4	1,4
5	Jardim Europa	37,7	Não (0)	600 (5/1)	4,0	5,1
6	São Jorge	0	Não (0)	820 (7/1)	2,0	6,5
Fonte		Google Earth (2021)	Google Maps (2021)	Google Earth (2021)		

É importante salientar que o recolhimento de dados foi permeado por algumas dificuldades. O mapeamento por satélite pode trazer consigo uma desatualização intrínseca devido à data das imagens. A maioria das áreas tinham imagens consideravelmente recentes, datadas de 2019 e 2020, mas em alguns casos, principalmente em áreas mais periféricas, era possível identificar trechos com imagens de até 2011. Esse atraso pode acarretar um erro de mapeamento, considerando que durante todos esses anos lotes vazios podem ter sido ocupados ou edificações podem ter seu uso alterado (de comercial para serviço, por exemplo).

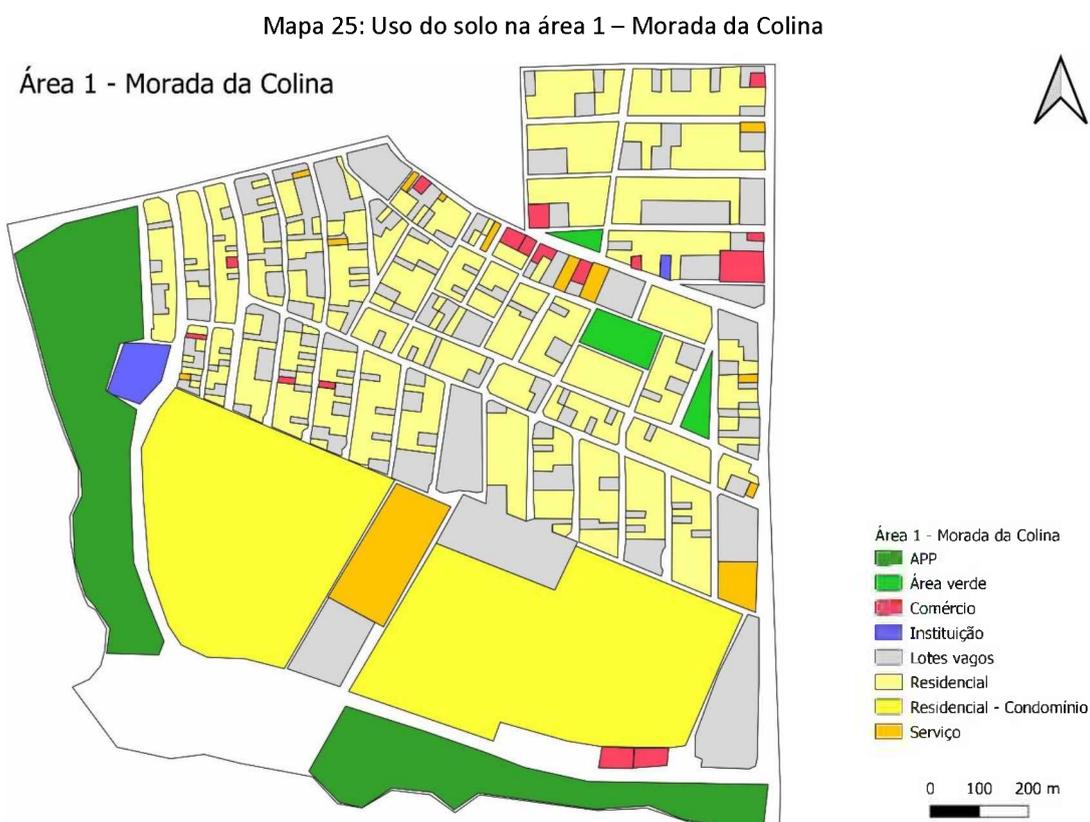
Além disso, muitas vezes edificações residenciais possuem um comércio ou serviço informal na frente, configurando um caráter misto. Nesses casos a demarcação é dificultada no sentido de que é difícil identificar onde acaba a residência e onde começa a atividade informal na área do lote, o que pode comprometer a metragem final de cada uso. Nesses casos, também é questionado o grau de informalidade do estabelecimento e quando este deve ou não ser demarcado como não residencial. Para solucionar esta questão, além da análise de fachada, foi verificada a existência da atividade nas redes sociais, sites de busca e no próprio Google Maps.

Na parte de sombreamento, algumas vezes a identificação das árvores era dificultada devido a qualidade da imagem do satélite e a sombras produzidas por edifícios. No quesito calçadas ressalta-se a dificuldade de identificar a inclinação e largura, principalmente quando haviam carros estacionados no local de interesse. Além disso, o índice de inadequação em calçadas (IIC) pode variar de acordo com o tamanho dos lotes, considerando que as inadequações são analisadas por lote, é possível que áreas com lotes menores resultem em um índice pior. Apesar desses pormenores, acredita-se que o mapeamento final representa as áreas selecionadas de forma satisfatória.

Os dados retirados do censo IBGE 2010 (classe e densidade) podem estar defasados, mas durante a visita de campo percebeu-se que as áreas ainda são bastante compatíveis com suas classificações. A exceção a essa tendência é a área 5 (Jardim Europa) que parece estar mais adensado do que mostra a análise de mapas.

7.1.1 Área 1 – Morada da Colina

A fuga das classes mais altas de Uberlândia do centro para a periferia na zona sul de Uberlândia por volta dos anos 80 marca o início e consolidação do bairro Morada da Colina, que foi um dos destinos mais procurados para esse fim na época. Apesar de na época ser considerado periferia, hoje o bairro é relativamente central -fazendo fronteira com essa área- e marca o início da zona sul. Dado seu propósito de criação, a área de estudo é majoritariamente residencial (Mapa 25), se alternando entre condomínios horizontais moradias espaçosas e algumas poucas atividades comerciais e serviços nas avenidas principais, todos de alto padrão.



Fonte: Google Earth, 2021

Pelo mapeamento do uso do solo é possível notar que o interior do bairro é composto quase que inteiramente por residências e lotes vazios. A avenida Francisco Galassi corta a área e abriga a maioria das atividades comerciais e de serviços. A margem sul e oeste da área é marcada pela presença de dois condomínios horizontais, uma

faculdade e áreas de APP, que ocupam uma grande parte do bairro e formam um enclave com várias ruas sem saída.

Durante a visita em campo notou-se que o bairro possui duas paisagens distintas. A primeira paisagem é composta pelos entornos, que são delimitados por avenidas de muitas faixas e tráfego rápido, configurando uma infraestrutura rodoviária robusta com presença de muitos carros (Figura 14 e Figura 15). Além disso, as avenidas que margeiam os condomínios e APPs são marcadas pela presença de longas extensões muradas e matagais descuidados que compõe uma paisagem erma (Figura 16 e Figura 17). Nos dois casos é raro verificar a presença de árvores nas calçadas. Apesar disso, são nessas áreas onde é possível verificar a maior presença de pedestres, principalmente em fluxos que levam aos pontos de ônibus.

Figura 14: Avenida que delimita a área 1 marcada pela infraestrutura rodoviária



Fonte: Imagem do autor, 2021

Figura 15: Avenida que delimita a área 1 marcada pela infraestrutura rodoviária



Fonte: Imagem do autor, 2021

Figura 16: Ponto de ônibus localizado em uma das avenidas que delimitam a área 1



Fonte: Imagem do autor, 2021

Figura 17: Avenida que delimita a área 1 marcada pelos muros de condomínios



Fonte: Imagem do autor, 2021

A segunda paisagem (encontrada dentro do bairro) é totalmente diferente da primeira e tem uma característica mais verde e tranquila. Esta região é constituída pelas casas grandes e modernas que conferem beleza a rua, principalmente pelo paisagismo de fachada. É notória a presença de muitas árvores e algumas praças que permeiam a área (Figura 18 e Figura 19). Esse padrão estético é quebrado por vários lotes vagos, muitas vezes mal cuidados, com mato e entulho nas calçadas, que se distribuem entre as casas (Figura 20 e Figura 21).

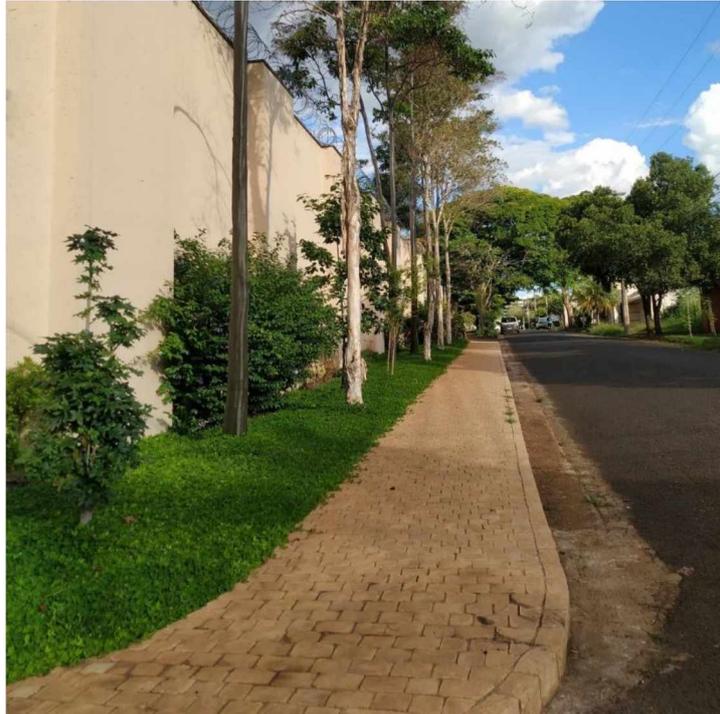
Apesar dessa paisagem constituir um ambiente em teoria mais agradável aos meios ativos (apesar da monofuncionalidade do solo), é raro notar a presença de pedestres e ciclistas a não ser por poucas pessoas fazendo exercícios ou passeando com cachorros. Esse fato dá uma ideia de que a área é muito mais usada para lazer do que como um local de passagem em si.

Figura 18: Paisagismo de fachada característico do interior do bairro



Fonte: Imagem do autor, 2021

Figura 19: Paisagem característica do interior do bairro marcada pela presença de árvores



Fonte: Imagem do autor, 2021

Figura 20: Exemplo de lote vago que permeia a área com presença de material de construção



Fonte: Imagem do autor, 2021

Figura 21: Lote vago mal cuidado com a presença de mato



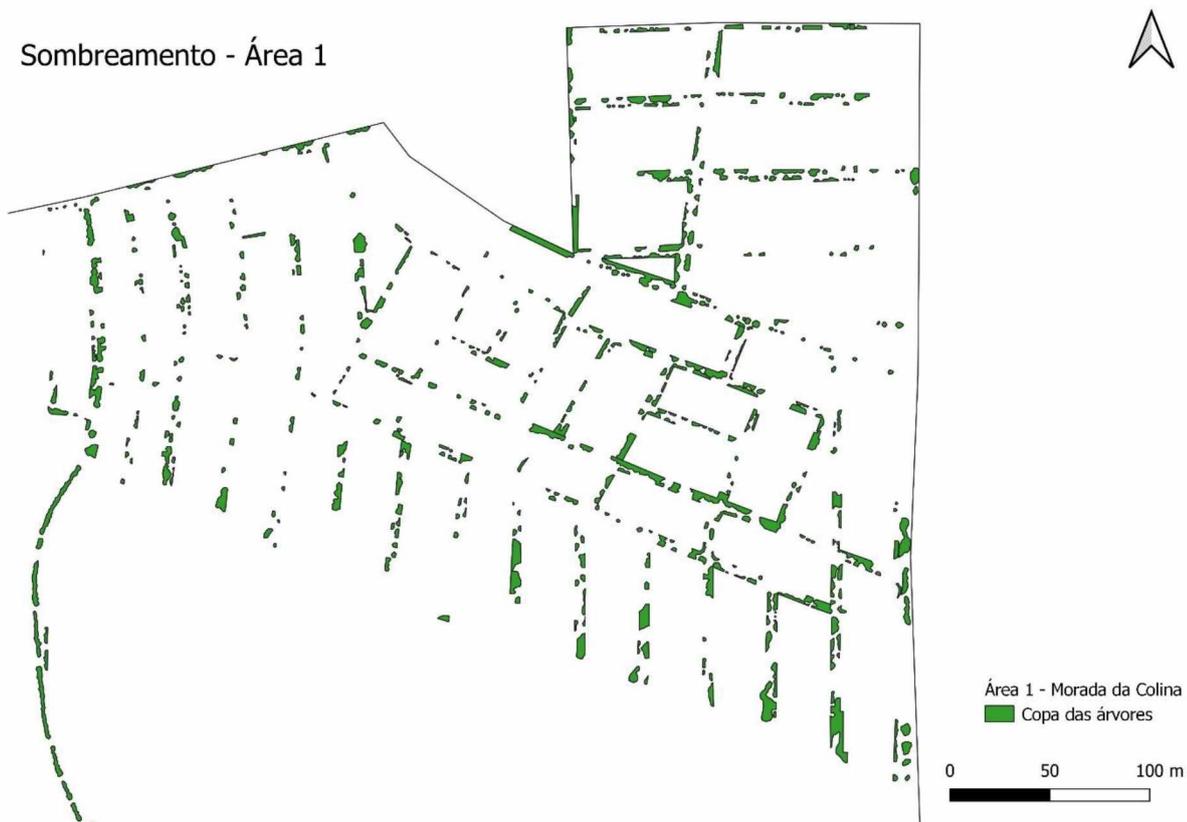
Fonte: Imagem do autor, 2021

A área 1 abriga uma população de classe A/B e é pouco densa (11 hab/ha), possivelmente porque assim que seu adensamento começou, a atenção dos possíveis moradores se voltou aos condomínios horizontais, o que reduziu a velocidade de ocupação intra bairro que até hoje ainda conta com muitos lotes vazios. Possui um EI = 0,49, sendo marcada pelo uso majoritariamente residencial com poucos comércios e serviços localizados de forma pontual. É interessante notar que 16% da área é ocupada por lotes vagos e a parte residencial (45%) se divide quase que igualmente entre casas fora (23%) e dentro de condomínios (22%).

A conectividade intra bairro e com o entorno é baixa (provavelmente pelos enclaves mencionados), enquanto a conectividade com o sistema viário dorsal é mediana graças às grandes avenidas que margeiam a área e escoam os fluxos. O subcentro mais próximo é o do bairro Tubalina, localizado a aproximadamente 2 km, mas é possível que este não seja usado pela população da área 1 devido à diferença de classes (classe A/B contra D/E). Descontando a área referente aos condomínios, a densidade de pontos de ônibus (DTP) é 20,5 pontos/km², o que representa um valor mediano em comparação as outras regiões estudadas. Apesar de verificada a presença de ciclistas durante a visita a campo, a área não possui ciclofaixas (DC = 0).

O perímetro da quadra típica (PQT) na região é aproximadamente 640 (3/1), considerado mediano e possivelmente desagradáveis ao caminhar. A área é a segunda mais sombreada (Mapa 26) entre as analisadas, com índice de sombreamento (IS) 4,8. Esse valor se mostra muito competitivo e perde por pouco para a área 3 (IS = 4,9), provavelmente pela presença da densa vegetação do campus Umuarama da Universidade Federal de Uberlândia.

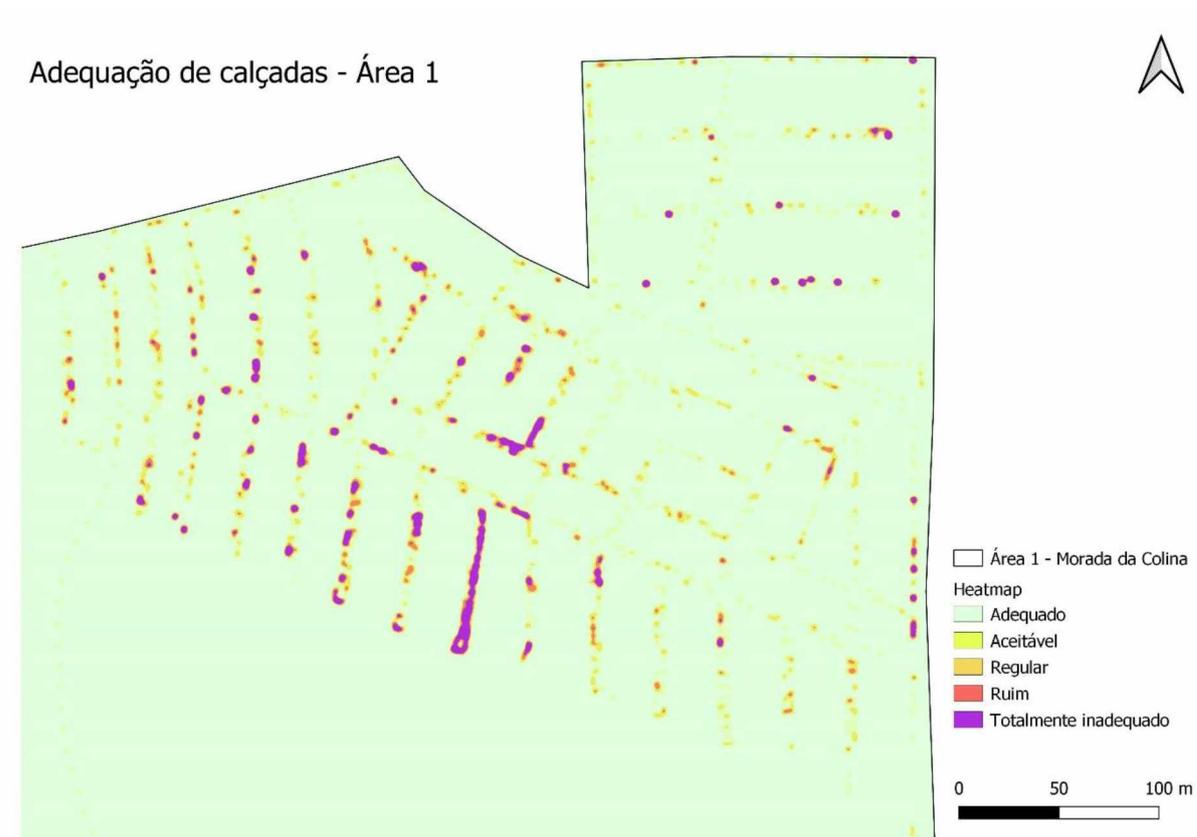
Mapa 26: Sombreamento na área 1 - Morada da Colina



Fonte: Google Earth, 2021

Em termos de adequação de calçadas (Mapa 27) a área ocupa o terceiro melhor lugar com pontuação IIC = 1,8, perdendo para a outra região classe A/B e para uma região classe C. Era esperado que o bairro Morada da Colina possuísse as melhores calçadas entre as 6 áreas estudadas considerando que se trata de um subúrbio de classe alta. Apesar disso, é possível que as calçadas mal cuidadas (ou inexistentes) dos lotes vagos que permeiam a gleba tenham piorado o desempenho da área nesse indicador.

Mapa 27: Inadequação em calçadas na área 1 - Morada da Colina



Fonte: Google Earth, 2021

Em suma, a paisagem do bairro se divide em duas configurações. A paisagem intra bairro é característica do subúrbio, verde, tranquila, com grandes casas, lotes vagos e uso do solo monofuncional. A paisagem que delimita a área é altamente rodoviária, tem presença marcante de lotes vagos com mato alto ou muros que se estendem por muitos quilômetros, dando sensação de insegurança. Os fluxos de meios ativos e carros são majoritariamente nas avenidas delimitadoras, dando a ideia que os meios ativos, muitas vezes, se encontram onde seus usuários precisam transitar, e não onde a forma urbana é mais agradável.

7.1.2 Área 2 – Tabajaras

O bairro Tabajaras surgiu com o loteamento de uma área central em Uberlândia nos anos 40 e tinha como objetivo abrigar a população classe A/B da época. Devido à localização central, a área estudada possui, na prática, o uso do solo mais diverso dentre as 6 (IE = 0,60) e perde apenas para a área 3 por questões metodológicas que serão explicadas no próximo item.

Mapa 28: Uso do solo na área 2 - Tabajaras



Fonte: Google Earth, 2021

É possível dizer que a região se divide em 3 setores, mesmo que não muito bem definidos: uma avenida principal (Av. Afrânio Rodrigues da Cunha) mais comercial (Figura 22), uma região residencial formada por casas térreas e uma formada por prédios altos (Figura 23). Vale ressaltar que mesmo nas áreas predominantemente residenciais verifica-se ainda a presença de alguns serviços e comércios. Destaca-se também a presença da vila militar e de sua grande área verde.

Figura 22: Conjunto comercial na Av. Afrânio Rodrigues da Cunha



Fonte: Imagem do autor, 2022

Figura 23: Parte mais residencial e térrea do bairro, com destaque para a parte edificada ao fundo



Fonte: Imagem do autor, 2022

Os edifícios altos e os carros (Figura 24) ditam o tom da paisagem no local, que também é permeada por comércio, serviços (Figura 25) e alguns resquícios de patrimônio preservado, como a Casa da Cultura de Uberlândia (Figura 26).

Figura 24: Edifícios altos e carros compondo a paisagem na área 2 - Tabajaras



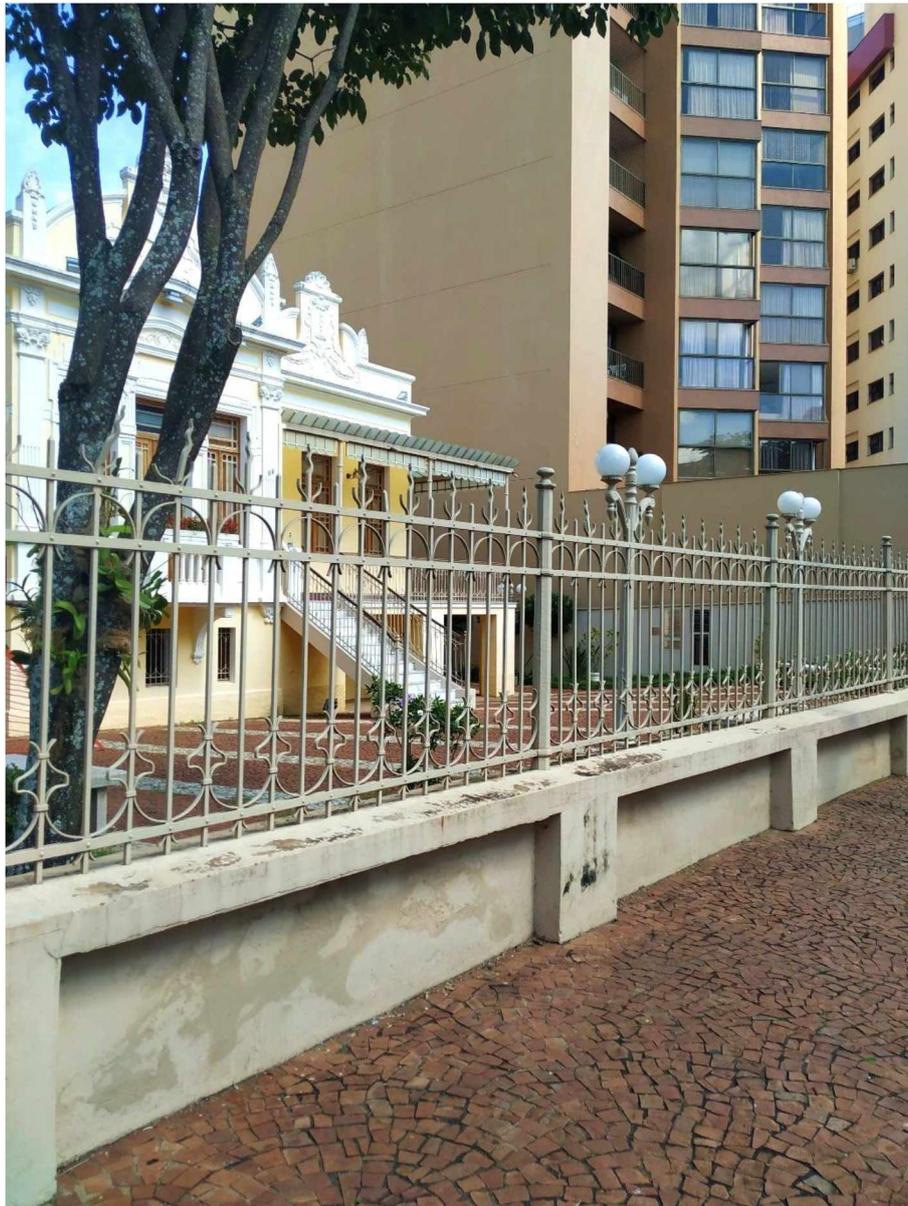
Fonte: Imagem do autor, 2022

Figura 25: Comércios que permeiam a região residencial do bairro Tabajaras, ressalta-se a qualidade das calçadas



Fonte: Imagem do autor, 2022

Figura 26: Casa da cultura de Uberlândia dividindo paisagem com edifícios altos na área 2 - Tabajaras



Fonte: Imagem do autor, 2022

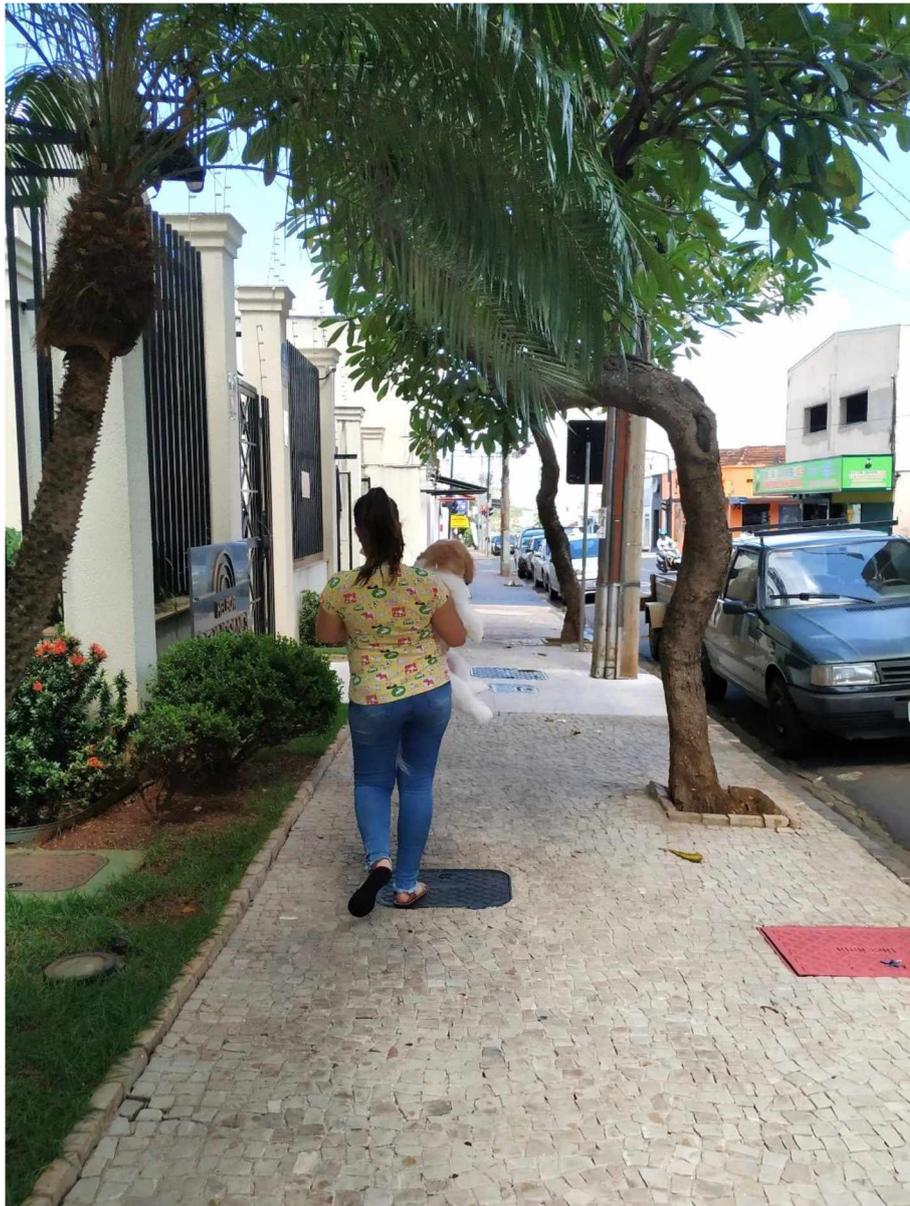
O fluxo de carros é intenso e nota-se que as vagas de estacionamento estão sempre lotadas (Figura 27). Apesar de tratar-se de uma área central, é a presença de pedestres é pouco notada e consiste em pequenas aglomerações em portas de escolas, além de algumas pessoas que parecem estar caminhando um breve trecho entre a loja e a vaga do carro (Figura 28).

Figura 27: Vagas de estacionamento lotadas dos dois lados da rua



Fonte: Imagem do autor, 2022

Figura 28: Pedestre buscando cachorro no petshop



Fonte: Imagem do autor, 2022

A análise de campo deixa claro que a paisagem reflete a característica altamente densa (83 hab/ha) e de classe A/B da região. Os comércios, serviços e residências são, em geral, de alto padrão. Além disso, é possível verificar nas fotos que as calçadas têm relativa boa qualidade, e por isso receberam melhor nota dentre todas as áreas estudadas (IIC = 1,3).

Mapa 29: Inadequações em calçadas na área 2 - Tabajaras

Adequação de calçadas - Área 2

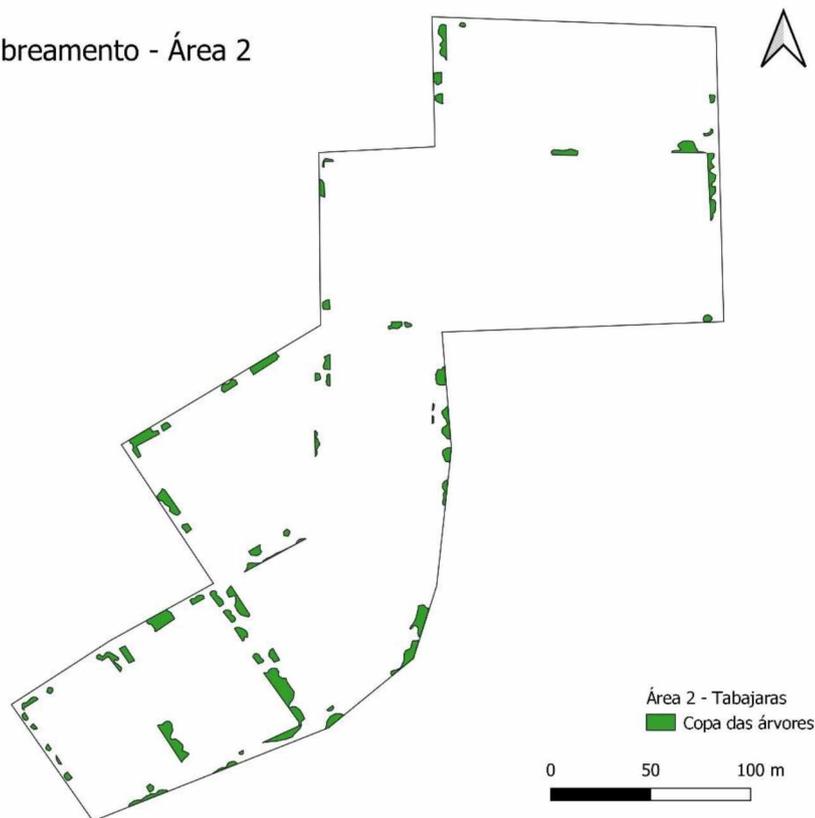


Fonte: Google Earth, 2021

Por outro lado, a região foi mal avaliada no quesito sombreamento (Mapa 29) por árvores (IS = 2,9), ocupando o penúltimo lugar no ranking, o que se opõe ao bom posicionamento da outra região de classe A/B estudada. É possível que essa nota esteja relacionada ao fato de que, muitas vezes, regiões centrais brasileiras tendem a ter poucas árvores. É notável, porém, que há uma grande produção de sombra pelos prédios e marquises dos comércios. Além disso, nos entornos imediatos da área estudada verifica-se a presença de pelo menos 5 praças.

Mapa 30 - Sombreamento na área 2 - Tabajaras

Sombreamento - Área 2



Fonte: Google Earth, 2021

Apesar de estar localizada na área central onde se espera uma maior conexão viária, a conectividade intra bairro, com o entorno e com o sistema viário dorsal recebeu conceito “baixa”. A avenida cheia de comércio que corta a área não foi suficiente para que ela fosse considerada um subcentro, mas sua localização faz com que ela seja margeada pelas Avenidas Rondon Pacheco e Getúlio Vargas, consideradas subcentro, além de estar a relativamente próxima (2 km) do centro da cidade.

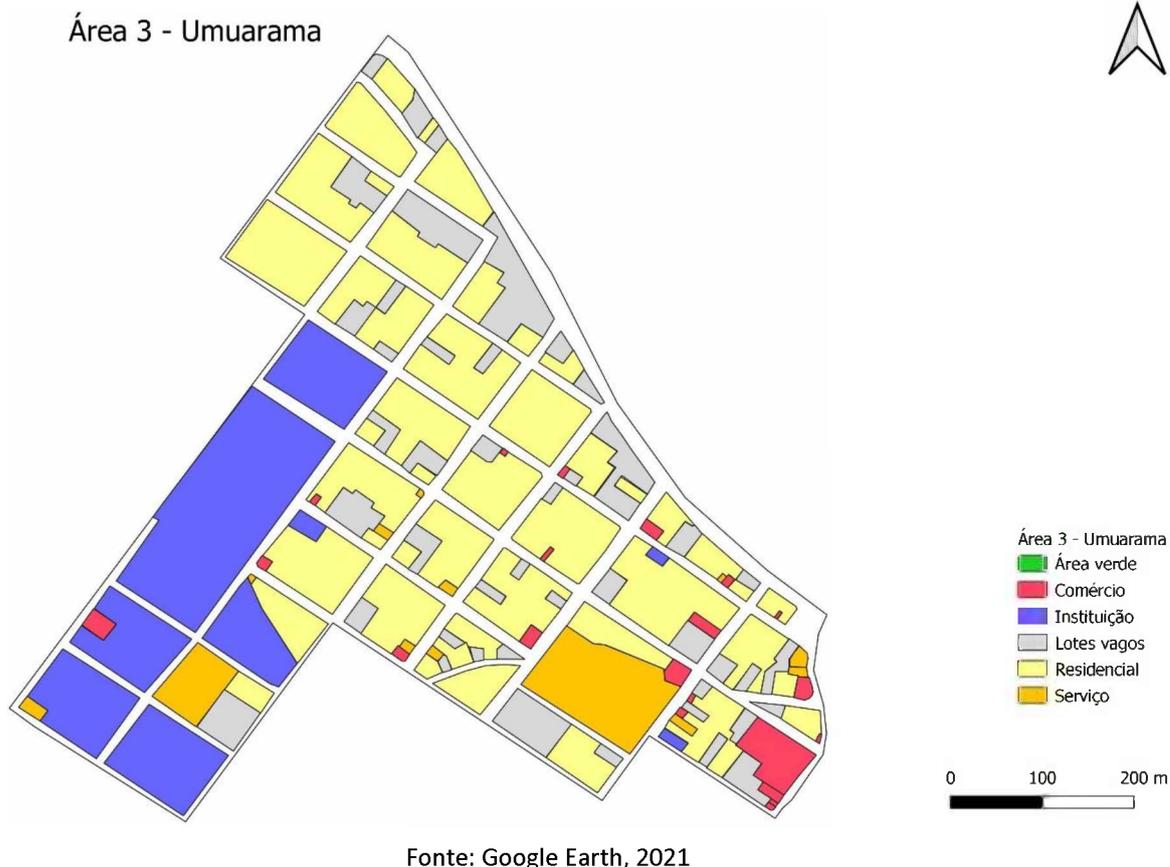
Outro fato conflitante com a característica central da área é a escassez de pontos de ônibus, que confere a região um DTP = 16,6 pontos/km². Essa nota também pode estar relacionada à questões metodológicas, explicadas no item f)5.3.1. Como na maioria das outras áreas estudadas, não se verifica a presença de ciclovias. O PTQ é 380 (2/1), que apesar de ser avaliada como mediano, tem uma proporção mais agradável ao pedestre que a maioria das outras áreas. Em termos qualitativos de caminhabilidade, pode-se dizer que a área garante certo conforto ao pedestre devido ao uso do solo ser misto, à qualidade das calçadas, à sensação de segurança trazida pelo movimento e a topografia branda, apesar do desconforto causado pelo conflito entre pedestres e veículos.

7.1.3 Área 3 – Umuarama

O bairro Umuarama começa a se formar na periferia da zona leste (quase norte) de Uberlândia por volta dos anos 70, impulsionado pelo estabelecimento da Universidade Federal de Uberlândia no local e pela infraestrutura demandada pelos estudantes que lá habitavam. A classe predominante na região é C e a densidade é baixa (25 hab/ha). Dentre as áreas estudadas, a do bairro Umuarama é a mais distante de um centro, estando a 4,5 km do subcentro do bairro Roosevelt.

A área abriga uma parte da universidade que se integra ao entorno, sem muros, cercas ou delimitações claras de onde o campus começa e termina. Esse padrão de ocupação confere a região características muito peculiares. Como mostra o Mapa 31, a gleba se divide em uma parte composta majoritariamente por residências e lotes vagos e outra composta pelo campus da universidade, isso faz com que o EI seja consideravelmente maior que os demais (0,71) ganhando inclusive de uma área central da cidade. Apesar disso, não é possível afirmar que a região possui essa característica tão mista, visto que os usos não se distribuem homogeneamente.

Mapa 31: Uso do solo na área 3 - Umuarama



Outra questão influenciada diretamente pela presença da universidade é a arborização. Durante as análises foi quantificado um $IS = 0,49$ para a região (Mapa 32), mas isso acontece porque a área da universidade possui muitas árvores (Figura 29), em contraste com o restante do bairro, que não possui uma arborização expressiva (Figura 30).

Mapa 32: Sombreamento na área 3 - Umuarama

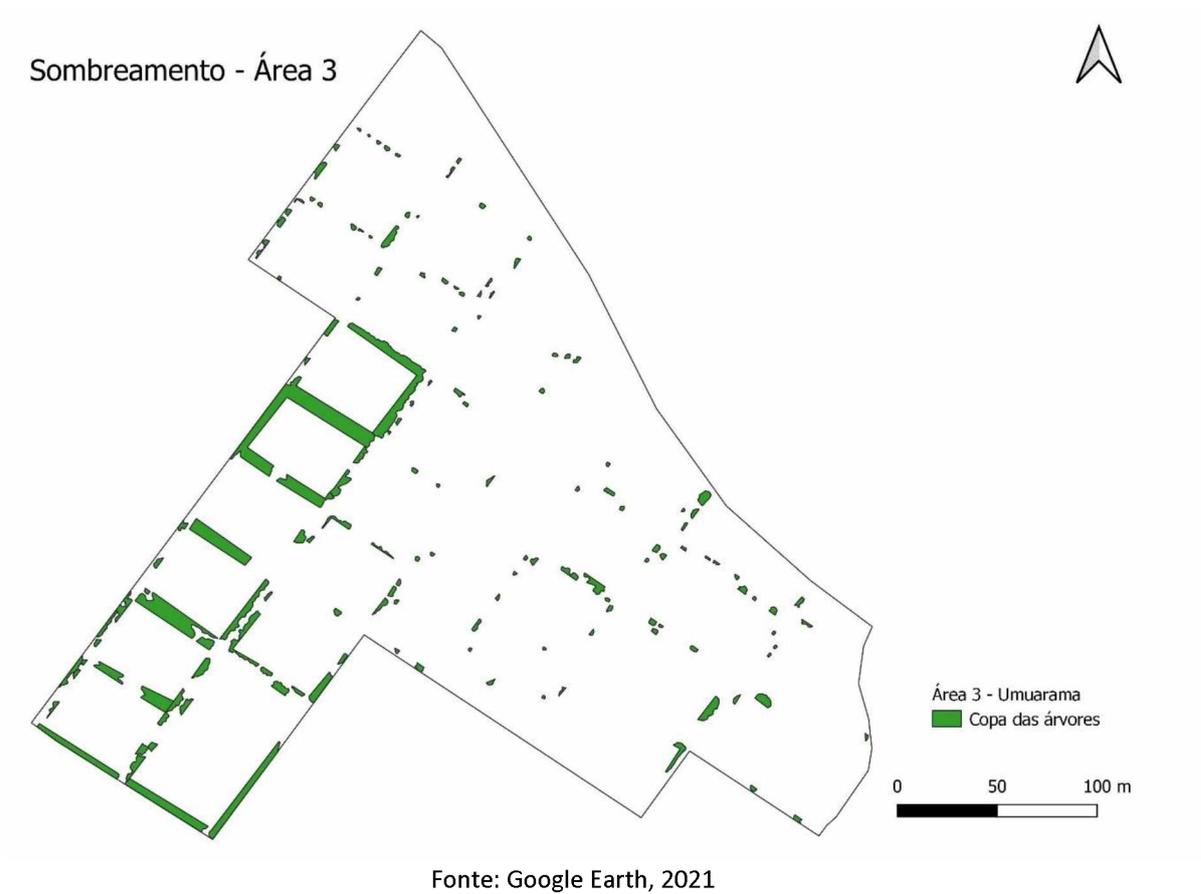


Figura 29: Rua típica dentro da Universidade Federal de Uberlândia



Fonte: Imagem do autor, 2022

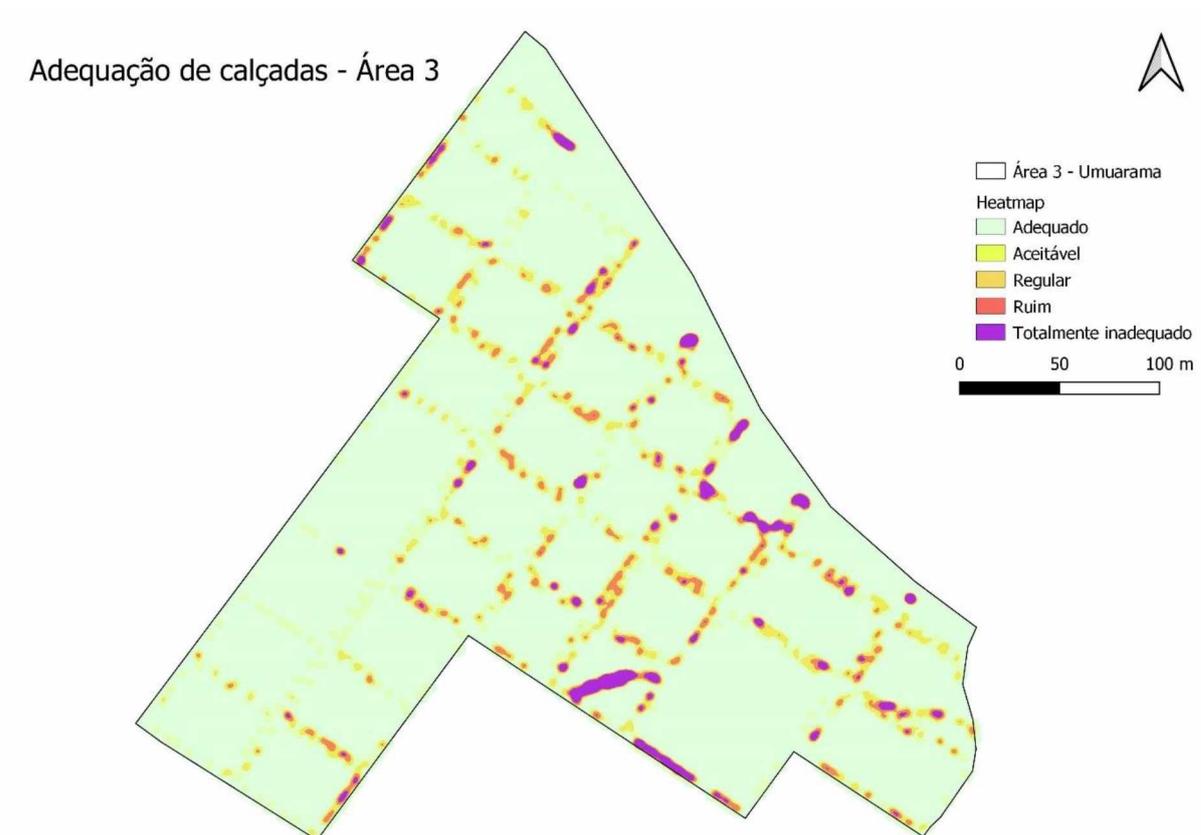
Figura 30: Rua típica do bairro Umuarama



Fonte: Imagem do autor, 2022

Por outro lado, a universidade parece não melhorar a qualidade das calçadas, que possuem IIC = 2,9 (Mapa 33) colocando a área como terceira pior e consideravelmente distante do seu homólogo em classe, que pontua IIC = 1,4.

Mapa 33: Inadequação em calçadas na área 3 - Umuarama



Fonte: Google Earth, 2021

A Figura 31 mostra uma realidade que não é exclusiva da área 3: muitas vezes as pessoas preferem transitar nas ruas devido a descontinuidade na qualidade das calçadas. Os poucos lotes com passeio adequado frequentemente têm seu fluxo interrompido por lotes inadequados, o que afasta o pedestre das calçadas.

Figura 31: Acessibilidade das calçadas no bairro Umuarama



Fonte: Google Earth (2022)

As quadras, por sua vez, possuem PQT = 340, considerado ideal, e são praticamente quadradas, por isso, são consideradas as melhores dentre as analisadas, o que pode compensar em partes a inadequação das outras questões que envolvem caminhabilidade.

A região é marcada pela presença de uma grande infraestrutura rodoviária, margeada por uma rodovia, um viaduto e um anel viário. Por outro lado, dentro do bairro nota-se um sistema complexo de ruas sem saída e com sentido único. Essas características conferem à área uma conectividade intra bairro e com o entorno baixas e uma conectividade com o sistema viário dorsal mediana.

Em termos de transporte público, apesar de possuir um DTP relativamente baixo (15,6) pode-se dizer que a área é privilegiada porque abriga um dos 5 terminais rodoviários da cidade. Por mais interessante que seja a integração de vários meios de transporte, não foi verificada a presença de ciclofaixas na região. Nesse mesmo sentido é interessante notar que a área é consideravelmente deserta, salvo algumas ruas com grande fluxo de carros e uma rara presença de pedestres nos entornos do terminal (Figura 32 e Figura 33).

Figura 32: Frente do terminal Umuarama, estaca-se a ausência de pedestres



Fonte: Imagem do autor, 2022

Figura 33: Entornos do terminal Umuarama, com a presença pontual de pedestres



Fonte: Imagem do autor, 2022

A característica residencial e deserta somada a grande presença de lotes vagos gera uma sensação de insegurança ao pedestre, principalmente nos períodos noturnos. Essa sensação se estende para dentro do campus da universidade, onde a quantidade de árvores atrapalha a iluminação das vias.

Figura 34: Lotes vagos na quadra ao lado do terminal Umuarama



Fonte: Imagem do autor, 2022

Outro fato a se destacar dentro do campus é o contraste entre a quantidade de carros estacionados e a ausência de pessoa nas vias (Figura 35), que reflete o alto índice de uso de automóveis por alunos e servidores, mesmo com a presença do terminal.

Figura 35: Presença massiva de carros estacionados no campus



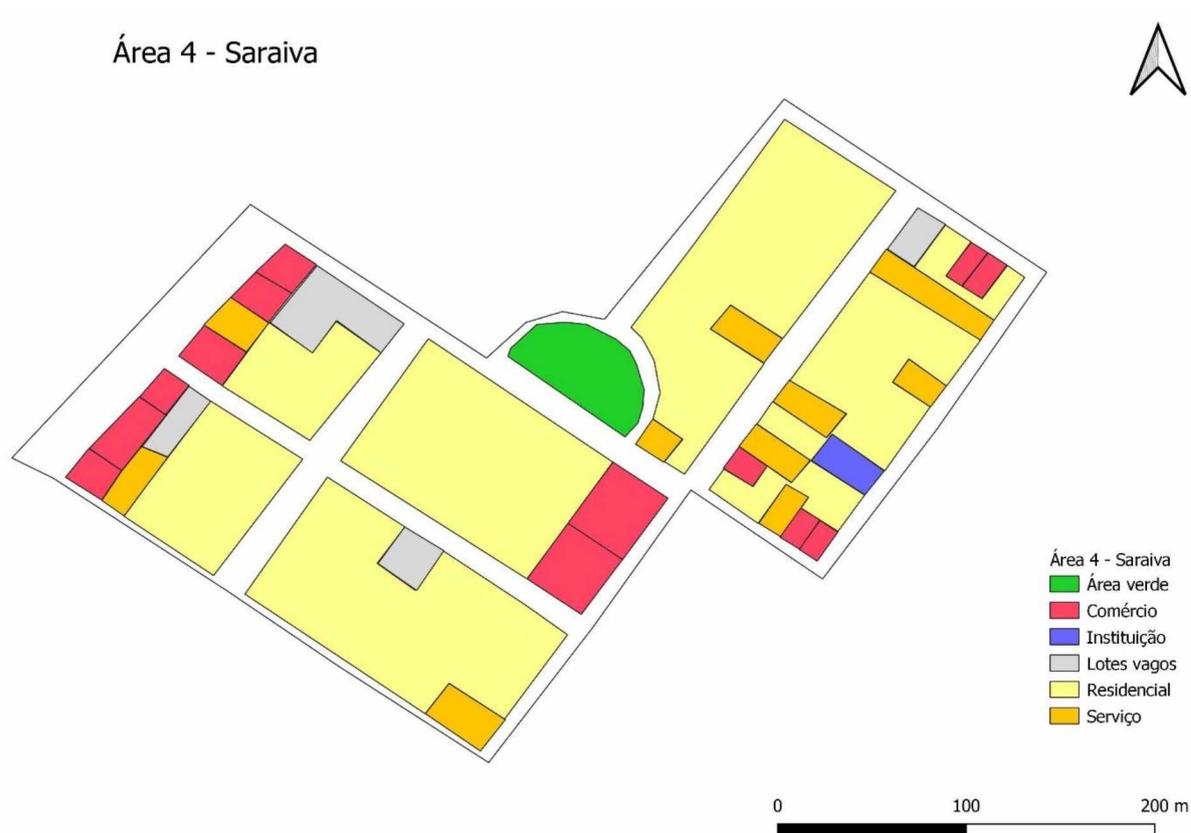
Fonte: Imagem do autor, 2022

Por fim, ressalta-se mais uma vez a dicotomia entre a área do campus e o restante do bairro. A primeira é uma área arborizada e ocupada por uma instituição. A segunda é residencial, permeada por lotes vagos e pouco sombreada. A falta de qualidade das calçadas converge nas duas regiões.

7.1.4 Área 4 - Saraiva

O Saraiva é um bairro típico de classe média, que teve seu início nos anos 50, quando foi loteado por uma empresa mobiliária na zona sul -porém quase central- de Uberlândia. Sua criação é um reflexo do desenvolvimento trazido pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU), já que se localiza em seu entorno. O uso do solo no local é diverso (Mapa 34), sendo que, dentre as áreas estudadas, o EI (0,53) só perde para o bairro Tabajaras, por ser uma área central, e para o bairro Umuarama, pelos motivos contextualizados no item anterior. É possível notar a presença de alguns comércios e serviços nas ruas principais e os lotes vagos são poucos.

Mapa 34: Uso do solo na área 4 - Saraiva



Fonte: Google Earth, 2021

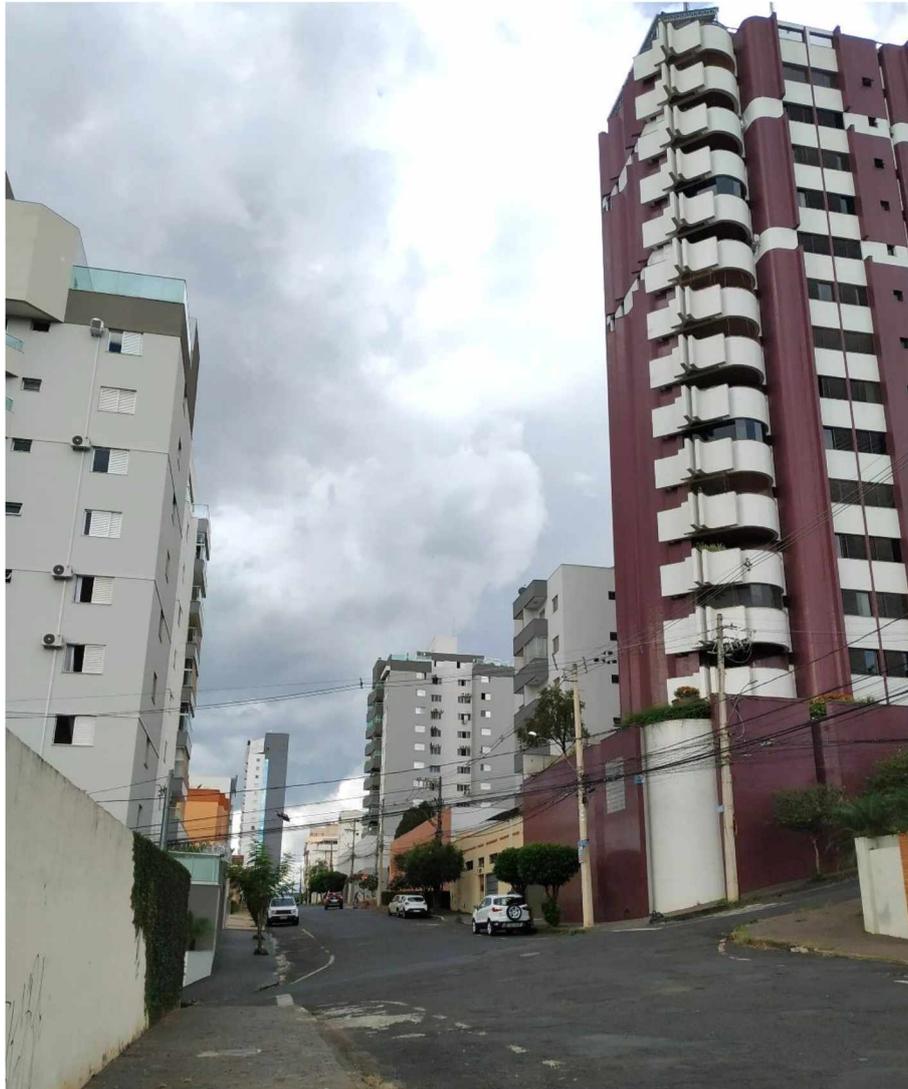
A paisagem no local é agitada, marcada pelos altos prédios -característicos de uma região tão densa (113 hab/ha) - e pela grande presença de automóveis (Figura 36 e Figura 37). O intenso fluxo de carros acontece primordialmente nas ruas que cortam o bairro ligando as duas principais avenidas da cidade (João Naves de Ávila e Rondon Pacheco), o que torna a região uma área de passagem. Outra questão que pode influenciar nesse quesito é a presença da UFU – Campus Santa Mônica margeando a região.

A infraestrutura rodoviária é expressiva, contando com ruas e avenidas largas, além de um viaduto que liga o setor sul e leste ao centro da cidade. Essa infraestrutura faz com que a área tenha a melhor avaliação entre todas no quesito conectividade, apresentando conceito “mediana” nas três situações (intra bairro, com o entorno e sistema viário dorsal). Por outro lado, é esperado que quanto mais infraestrutura rodoviária, maior a presença de carros, o que de fato acontece no local.

A presença de comércio e serviços, principalmente escolas infantis, atraem alguns pedestres, que se locomovem de forma muitas vezes perigosa entres os veículos. Outro importante fluxo importante é o de estudantes entre a universidade e o interior

do bairro. Essa característica universitária garante a presença de bares que movimentam certas regiões do bairro no período noturno. A área é ainda a mais próxima do centro (200 m) e as avenidas mencionadas também são consideradas subcentros. Todas essas questões conferem uma característica relativamente ativa à paisagem.

Figura 36: Alta densidade e relevo acentuado na área 4 - Saraiva



Fonte: Imagem do autor, 2022

Figura 37: Grande fluxo de automóveis e infraestrutura rodoviária na área 4 – Saraiva. Ressalta-se a presença de pedestres atravessando o viaduto apesar da ausência de faixas que o ligam ao interior do bairro



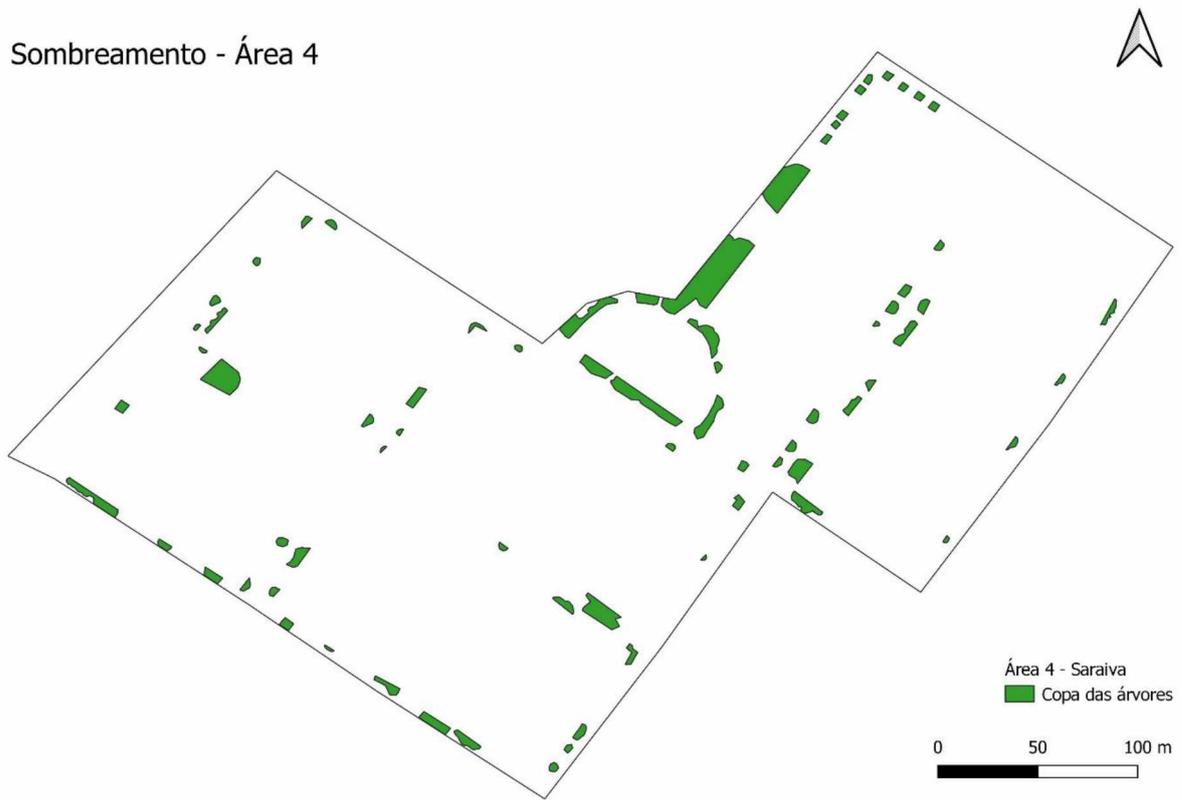
Fonte: Imagem do autor, 2022

Diferente das demais, a área conta com presença de ciclovia porque margeia a avenida Rondon Pacheco, única via da cidade que conta com esse equipamento. O DTP (21,3) é relativamente bom se comparado às demais áreas, perdendo apenas para o bairro Jardim Europa. O perímetro típico das quadras é considerado mediano (PQT = 540m) e apesar de ainda configurar uma quadra bastante longa e retangular, possui uma proporção relativamente agradável em relação às demais (entre 2/1 e 3/1).

A região é razoavelmente sombreada (Mapa 35) com IS = 3,4 (quarto lugar), sendo que as árvores estão concentradas em algumas ruas específicas, como a da Figura 38. Apesar disso, a grande presença de prédios altos promove sombras ao longo da região (Figura 39). É notável ainda a presença de uma pequena praça (Praça Virgilato Orozimbo Pereira), que, apesar de ter poucos equipamentos, atrai residentes locais que levam seus cachorros para passear (Figura 40).

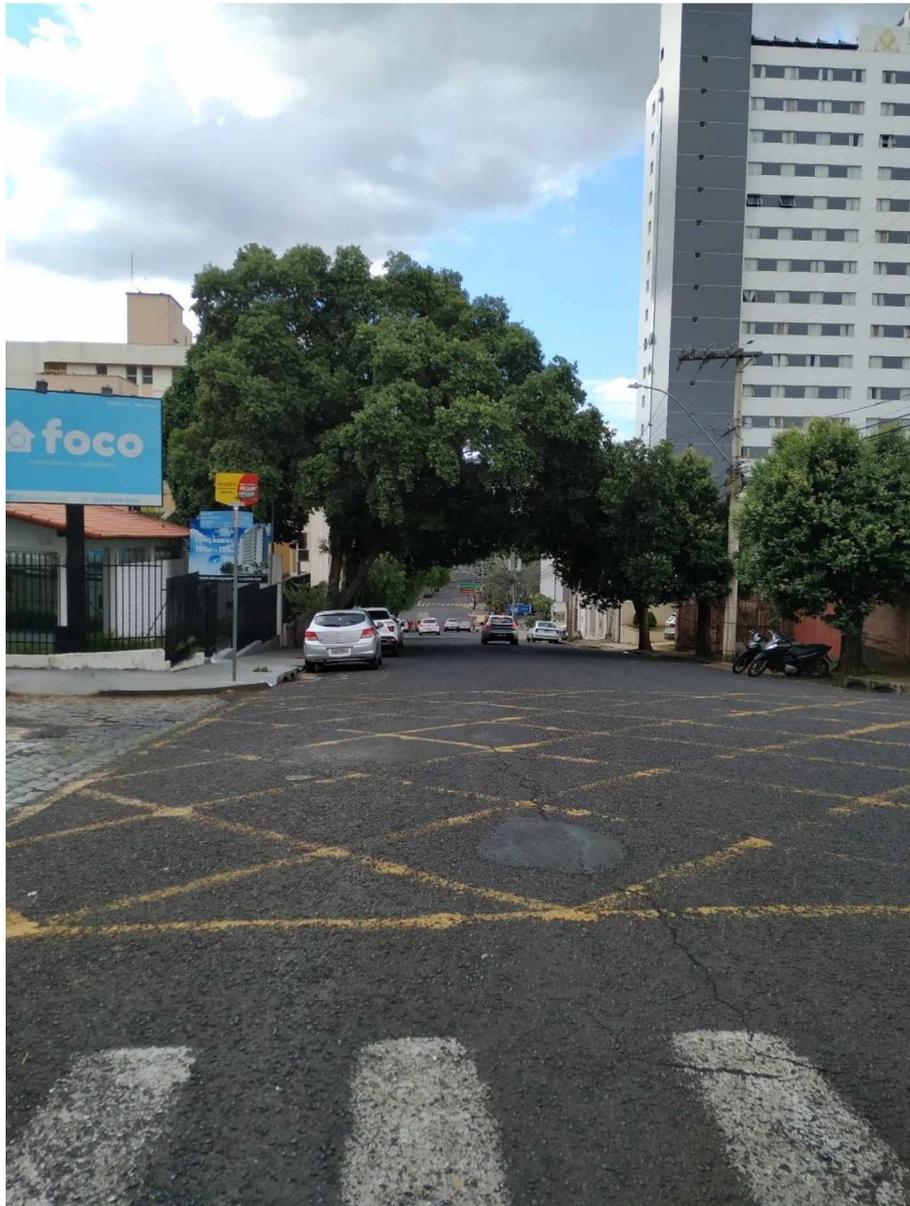
Mapa 35: Sombreamento na área 4 - Saraiva

Sombreamento - Área 4



Fonte: Google Earth, 2021

Figura 38: Rua arborizada na área 4 – Saraiva e Avenida Rondon Pacheco ao fundo



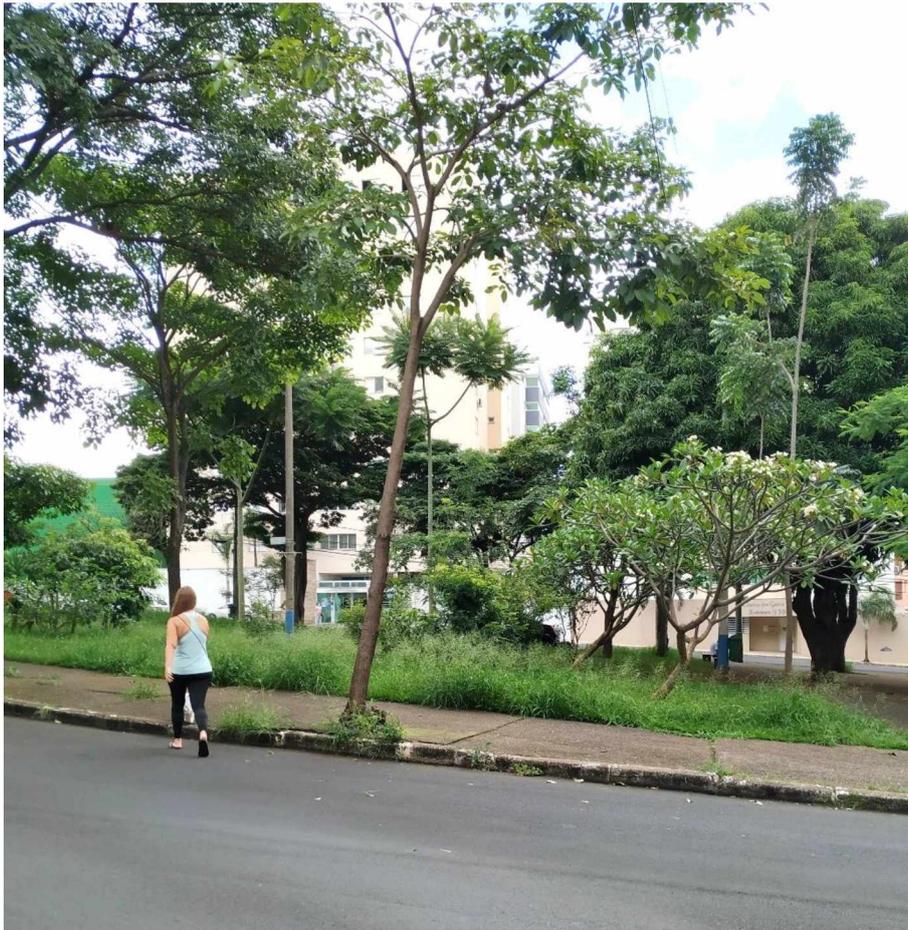
Fonte: Imagem do autor, 2022

Figura 39: Prédios sombreando as calçadas na área 4 - Saraiva



Fonte: Imagem do autor, 2022

Figura 40: Praça Virgilato Orozimbo Pereira na área 4 - Saraiva

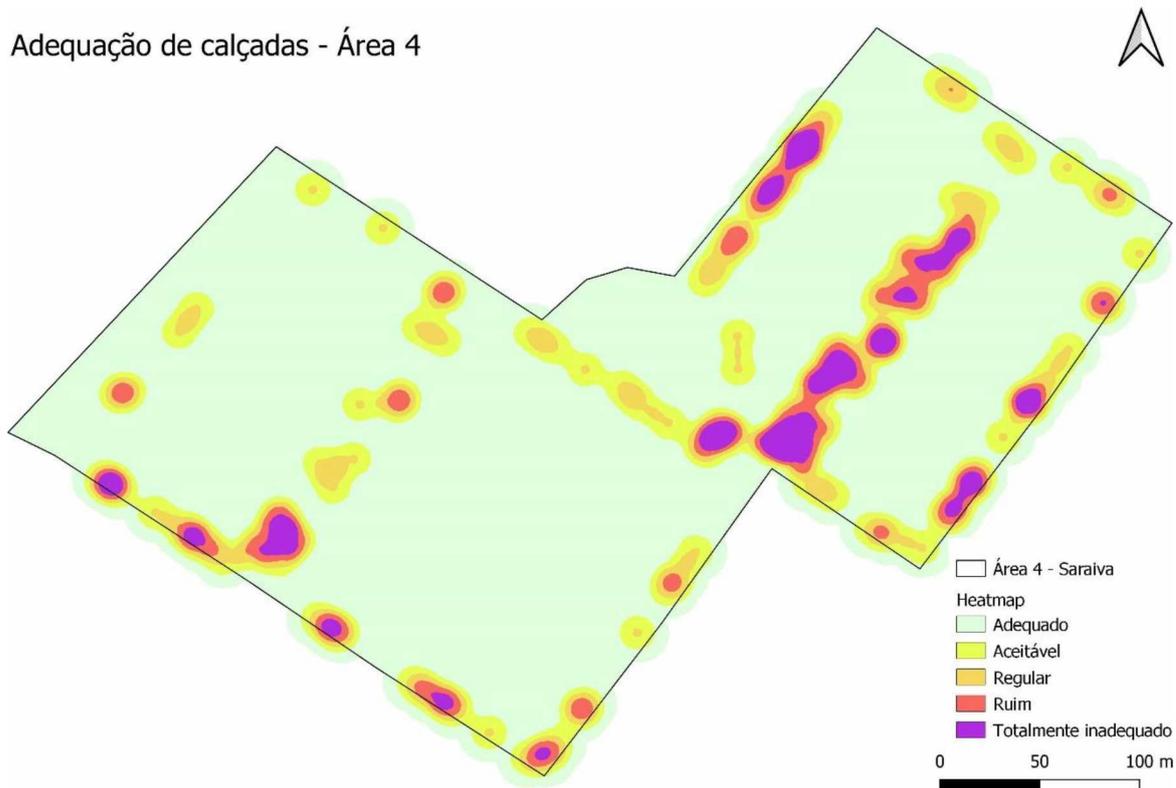


Fonte: Imagem do autor, 2022

As calçadas apresentam inadequações (Mapa 36) e são, em geral, estreitas. Apesar disso, elegem a área como a segunda melhor em qualidade de calçadas em relação às outras (IIC = 1,4). Em termos de caminhabilidade, é interessante ressaltar que o relevo acentuado e o intenso fluxo de carros (Figura 36 e Figura 37) podem atrapalhar a experiência do pedestre. Por outro lado, o uso relativamente misto e a paisagem ativa trazem sensação de segurança e melhoram a caminhabilidade.

Mapa 36: Inadequações em calçadas na área 4 - Saraiva

Adequação de calçadas - Área 4



Fonte: Google Earth, 2021

7.1.5 Área 5 – Jardim Europa

O bairro Jardim Europa data dos anos 2000 é o mais recente dentre as áreas estudadas, característico da expansão espraiada da malha urbana de Uberlândia. Sua localização é no extremo da zona oeste, quase nos limites rodoviários da cidade. A classe predominante no local é D/E e a densidade é baixa (0 – 40 hab/ha). O uso do solo no local é bastante residencial e o IE = 0,44 pode ser explicado pela grande área verde que ocupa o local (Mapa 37).

Mapa 37: Uso do solo na área 5 – Jardim Europa

Área 5 - Jardim Europa



Fonte: Google Earth, 2021

É importante contextualizar que o mapeamento do uso do solo foi feito com auxílio de um método que pode carregar um atraso de informação intrínseco, principalmente em áreas periféricas. Em visita ao local foi possível notar que muitos desses lotes já haviam sido ocupados, com conseqüente retirada dos entulhos das calçadas, o que infere que a densidade e a IIC podem ter sofrido alteração.

Diferente do analisado na área 6, o local em questão não possui avenidas ou regiões de comércio predominante nos seus entornos imediatos, predominando a pequena e homogênea distribuição de comércio intrabairro (Figura 41). O subcentro mais próximo do local é o do São Jorge, há 2,5 km.

Figura 41: Comércios pontuais ao longo de áreas residenciais. Destaca-se o entulho na porta de uma das casas ao fundo



Fonte: Imagem do autor, 2022

Destaca-se ainda uma grande área verde nos limites da área que configura uma praça de árvores altas e ótimo sombreamento (Figura 42). O mobiliário urbano da praça é bastante precário e conta apenas com poucos aparelhos para exercício e brinquedos infantis em um canto da área (Figura 43).

Figura 42: Praça Generosa Maria de Sousa



Fonte: Imagem do autor, 2022

Figura 43: Mobiliário da praça



Fonte: Imagem do autor, 2022

Com exceção da área no entorno da praça, o restante da paisagem é bastante homogênea, composta por ruas largas e casas de aparência nova, ainda que não luxuosas (Figura 44). A avenida José Fonseca e Silva que delimita a área por vezes tem um caráter bem comercial quando perpassa outros bairros, mas na região estudada é predominante as enormes áreas vagas, permeadas por algumas residências e poucos comércios (Figura 45).

Figura 44: Rua típica na área 5



Fonte: Imagem do autor, 2022

Figura 45: Avenida José Fonseca e Silva



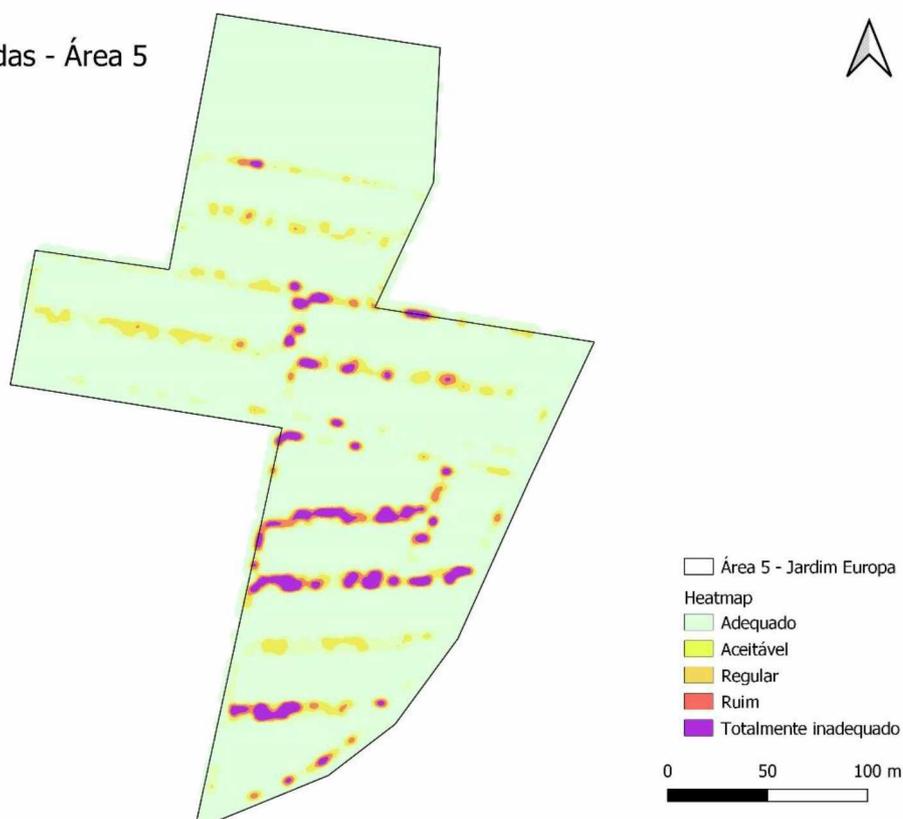
Fonte: Imagem do autor, 2022

A presença de veículos, pedestres e ciclistas era rara e não foi identificado um fluxo geral, com exceção de alguns adolescentes e crianças indo para a escola por volta do horário do almoço. Notou-se ainda a circulação de alguns ônibus, o que era de se esperar, visto que a DTP é 37,7, a maior dentre todas as áreas. A conectividade do local, no entanto, é a pior de todas as áreas, tendo como classificação “desconexão” nos quesitos intrabairro e com o sistema viário dorsal, e “baixa” com o entorno. A área, assim como a maioria das outras, não possui ciclofaixas.

Apesar de ter sido qualificada como medianas (PQT = 600m), as quadras são muito longas e desproporcionais (5/1). As calçadas possuem muitas inadequações (IIC = 5,1), conquistando posto de segunda piores entre as áreas estudadas (Mapa 38). É importante reiterar que essa avaliação foi feita a partir de imagens nem sempre atuais e muitos lotes com entulho e/ou sem calçadas foram edificados e as calçadas regularizadas, portanto, supõe-se que o IIC seja menor. Apesar dessas duas características que diminuem a caminhabilidade local, o sombreamento na área é razoavelmente bom (IS = 4) e performa bem acima do bairro de mesma categoria em termos de classe (Mapa 39).

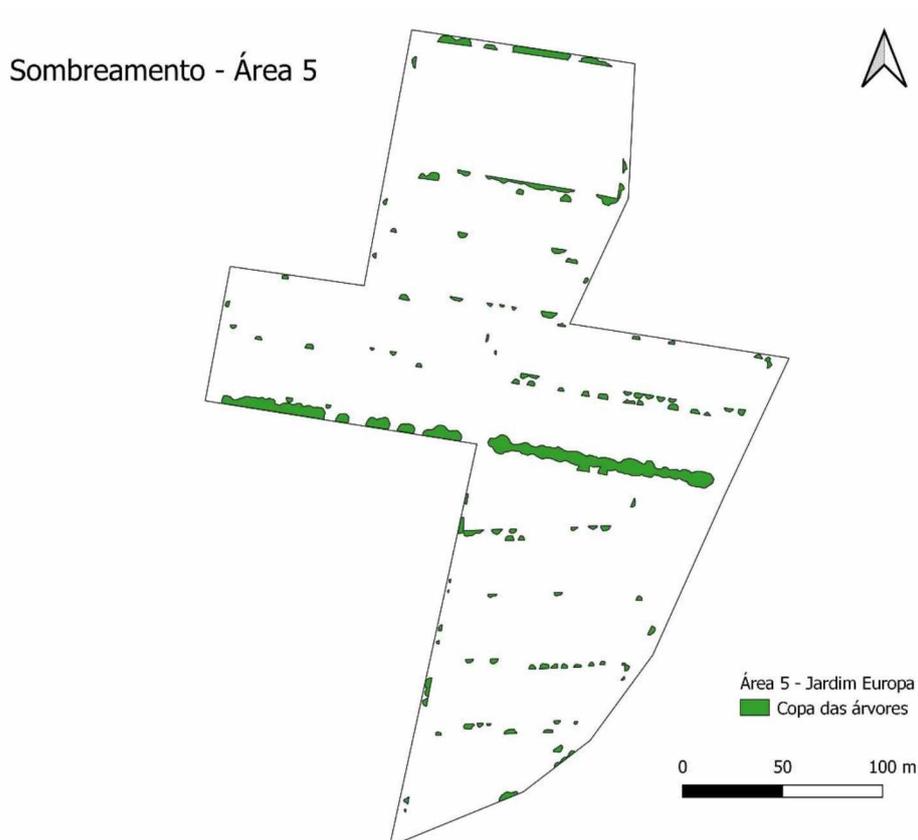
Mapa 38: Adequação de calçadas na área 5 - Jardim Europa

Adequação de calçadas - Área 5



Fonte: Google Earth, 2021

Mapa 39: Sombreamento na área 5 – Jardim Europa



Fonte: Google Earth, 2021

7.1.6 Área 6 – São Jorge

O bairro São Jorge se localiza na zona sul de Uberlândia, bem afastado do centro da cidade, quase nos limites rodoviários. Seu início data dos anos 90 e sua criação está intimamente ligada a implementação de programas de controle do déficit habitacional na cidade de Uberlândia, o que explica o fato de a população lá residente ser de classe D/E. Sua estrutura, ainda que hoje tenha sido modificada, remonta aos conjuntos habitacionais de interesse social que deram origem ao bairro. Nesse sentido, é possível observar uma lógica muito característica desse arranjo na região, constituída por grandes blocos residenciais de densidade alta (80 – 110 hab/ha), quadras compridas, ocupadas por casas simples e margeadas por avenidas comerciais (Figura 46 e Figura 47).

Figura 46: Rua característica do bairro São Jorge



Fonte: Imagem do autor, 2022

Figura 47: Avenidas comerciais que margeiam a área 6 – São Jorge



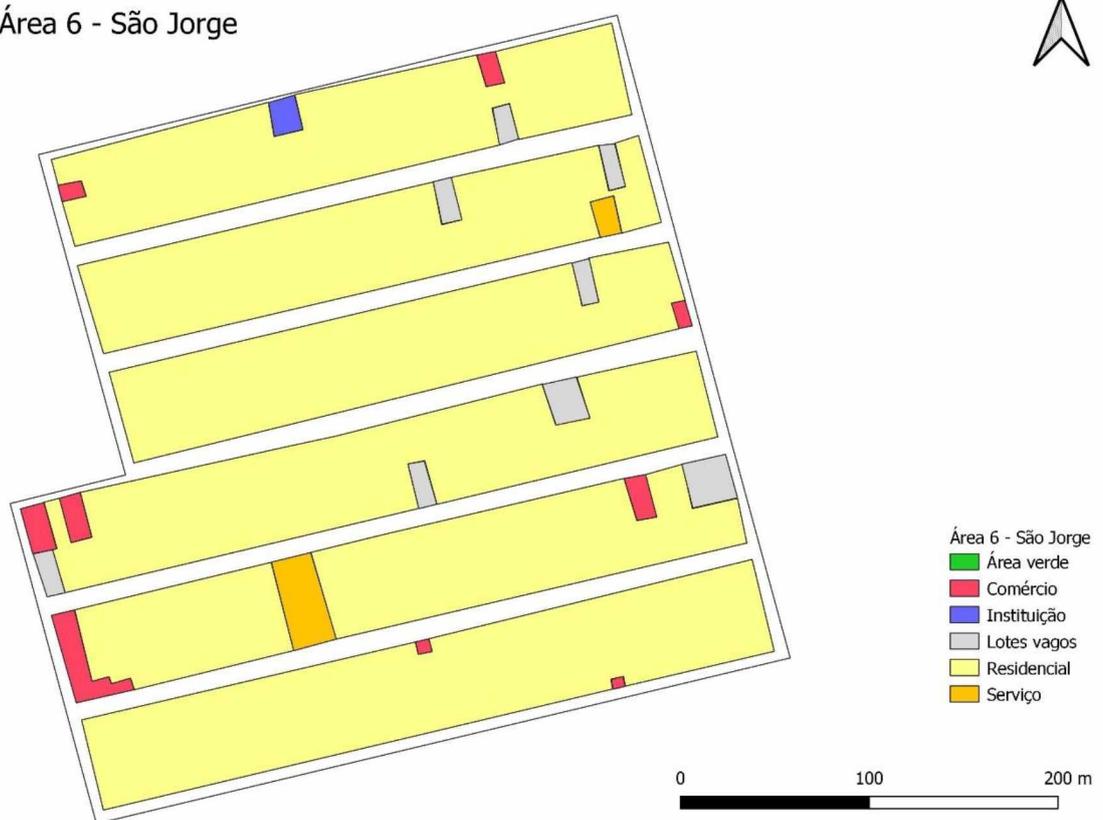
Fonte: Imagem do autor, 2022

Isso significa que por mais que o EI no local seja baixíssimo (0,25), os moradores possuem acesso a um comércio relativamente variado a poucos metros de distância de suas casas. O Mapa 40 detalha o uso do solo no local. Na parte a esquerda do mapa

passa uma das avenidas principais e é possível perceber uma pequena concentração de comércios, retratada na Figura 48.

Mapa 40: Uso do solo na área 6 - São Jorge

Área 6 - São Jorge



Fonte: Google Earth, 2021

Figura 48: Avenidas com comércios margeando a área

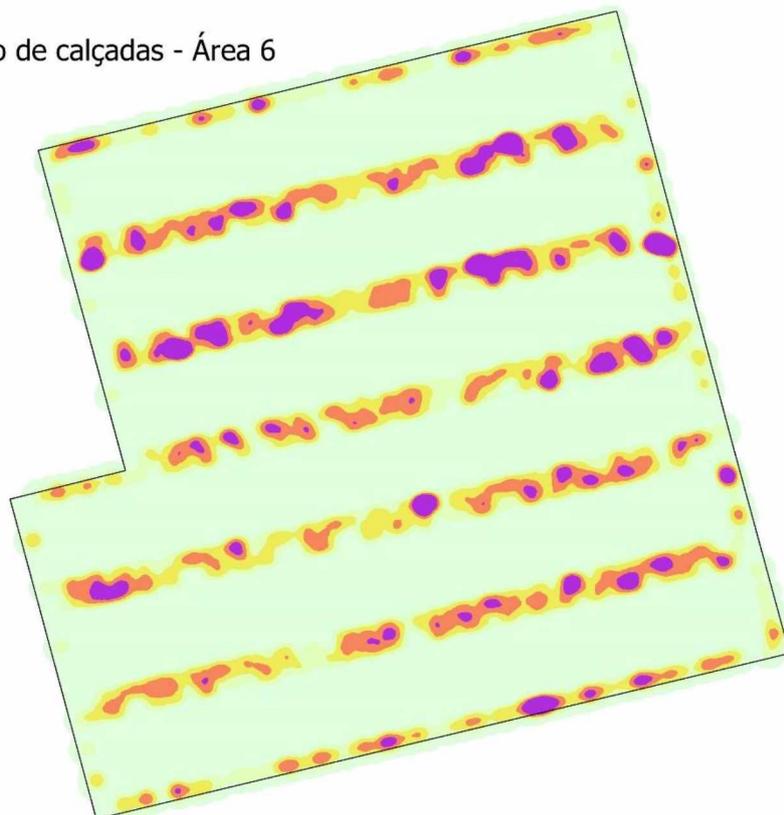


Fonte: Imagem do autor, 2022

A existência próxima dessas avenidas garante acesso a um comércio variado perto de casa e possibilita acesso a pé, mas isso não quer dizer que o uso de meios ativos no local seja incentivado. O uso do solo monótono somado aos quarteirões enormes (360m x 50m) e desproporcionais (7/1), ao grande número de inadequações em calçadas (IIC = 6,5) e ao baixíssimo sombreamento (IS = 2) tornam o ambiente muito desagradável ao pedestre (Mapa 41 e Mapa 42). Além disso, não é verificada a presença de ciclovias (DC = 0) e nem de pontos de ônibus (DPO = 0), apesar destes últimos se localizarem as avenidas que margeiam a área. O bairro possui a pior pontuação entre os 6 nos quesitos EI, IS, IIC, DPO e PQT.

Mapa 41: Inadequação em calçadas na área 6 - São Jorge

Adequação de calçadas - Área 6



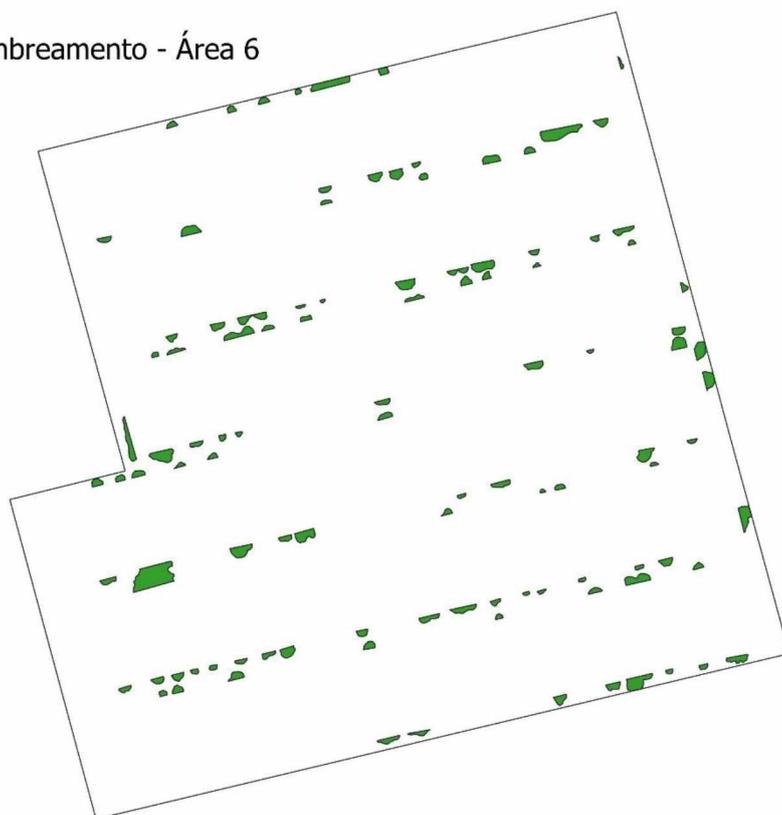
- Área 6 - São Jorge
- Heatmap
 - Adequado
 - Aceitável
 - Regular
 - Ruim
 - Totalmente inadequado



Fonte: Google Earth, 2021

Mapa 42: Sombreamento na área 6 - São Jorge

Sombreamento - Área 6



- Área 6 - São Jorge
- Copa das árvores



Fonte: Google Earth, 2021

Outro fator que possivelmente desestimularia os deslocamentos ativos coletivos é o alto índice de crimes violentos no local. Santos (2014) fez uma análise da geografia desse tipo de crime em Uberlândia e verificou que o bairro São Jorge acumula os maiores números de homicídios e estupros da cidade. Por outro lado, o uso de carros pode também ser dificultado no local devido à baixa conectividade da área, que também é uma das piores entre as 6 regiões analisadas. A conectividade intrabairro e com entorno é classificada como “baixa” e com sistema viário dorsal é verificada uma total desconexão.

A presença das grandes avenidas comerciais mencionadas faz com que o bairro seja considerado um subcentro, sendo que esta região comercial mais densa se localiza a aproximadamente 1 km da região estudada. Apesar da proximidade com o subcentro, a área é bastante pacata e algumas características interioranas são presentes, principalmente a presença de pessoas sentadas nas calçadas observando o “movimento da rua”, os pequenos comércios e serviços de fundo de casa (Figura 49) e a proximidade entre vizinhos, que pareciam se conhecer com frequência. Verificou-se também que o fluxo de pedestres, ciclistas e carros era pequeno e disperso.

Figura 49: Comércios e serviços de fundo de casa na área 6



Fonte: Imagem do autor, 2022

Uma característica interessante e marcante no local é a presença de um “beco”, que nada mais é do que uma abertura no meio da quadra que rasga a região estudada quase que de ponta a ponta (Figura 50). Essa estrutura é muito útil aos pedestres, que a usam como forma de cortar caminho entre os compridos quarteirões. Em uma tentativa de valorizar o beco e trazer cultura ao bairro, foi criado um movimento de revitalização que conta com o projeto de um novo beco (ainda não implementado) e com a caracterização de uma das pontas com vários murais de artistas locais (Figura 51).

Figura 50: Beco São Jorge cortando várias quadras na área estudada



Fonte: Imagem do autor, 2022

Figura 51: Murais de artistas locais em uma das pontas do beco



Fonte: Imagem do autor, 2022

Enquanto a presente análise foi feita a partir das percepções das visitas a campo, as análises do próximo subcapítulo serão feitas com base nas respostas dos

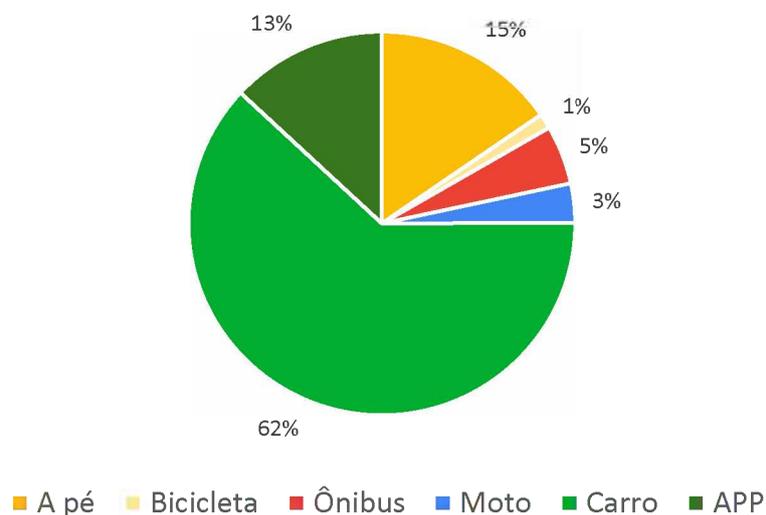
questionários aplicados. Os dados serão agrupados por características de forma urbana, características socioeconômicas, modais, e, por fim, uma discussão geral por setor.

7.2 Análises por modal

7.2.1 Distribuição geral

O Gráfico 17 mostra como o uso de cada modal se distribui nas viagens como um todo.

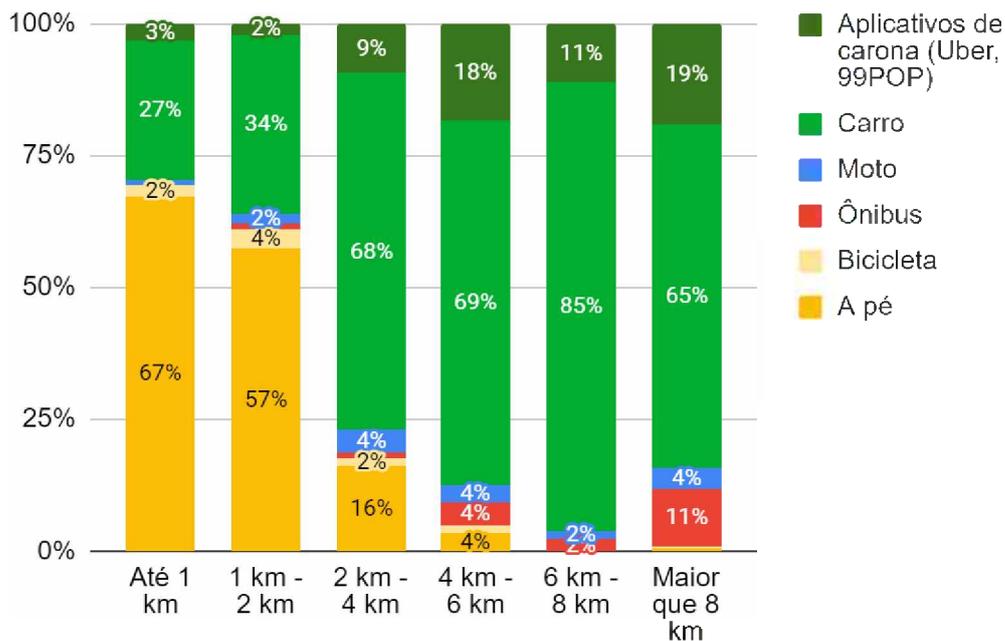
Gráfico 17: Percentual das viagens totais feita por cada modal



Fonte: Autora

A grande maioria das viagens são feitas por carro, sendo que quando os veículos privados e APPs são somados, representam 75% dos deslocamentos. Em segundo lugar, mas com parcela ainda expressiva, têm-se o modal a pé, reunindo 15% das viagens. Com exceção desses meios, os demais são pouco expressivos, especialmente a bicicleta, que reúne apenas 1% nas viagens. A forma como o modal das viagens se distribui pela distância é mostrada no Gráfico 18.

Gráfico 18: Modal share das viagens por distância



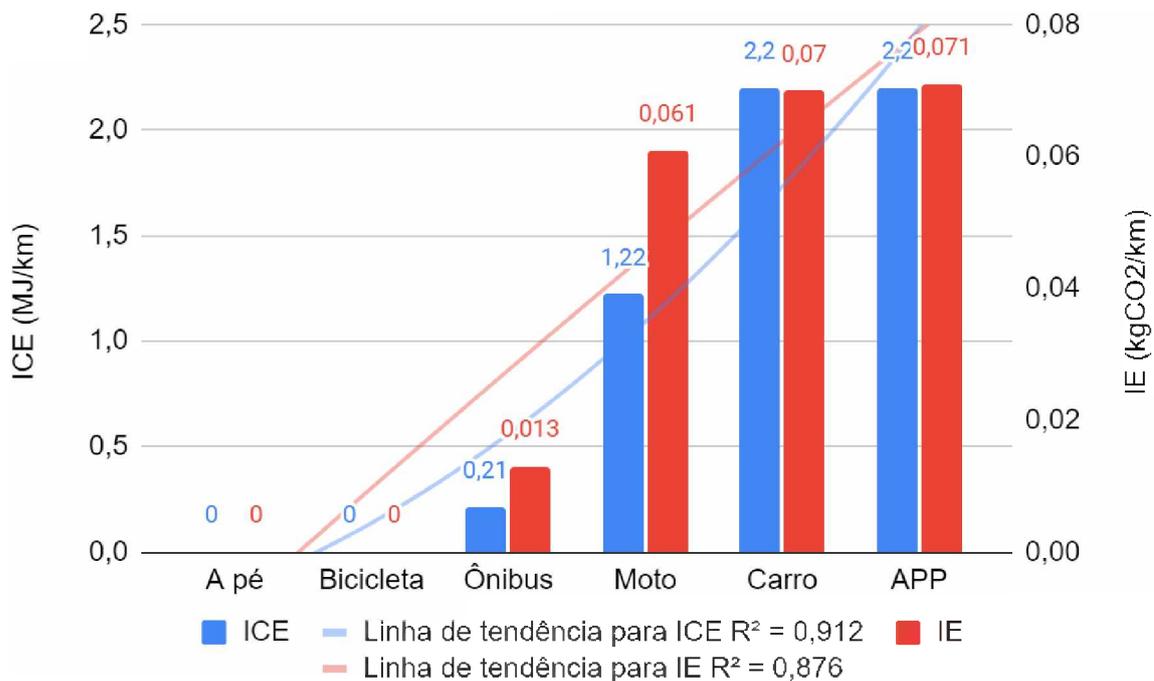
Fonte: Autora

Nota-se que a distância possui uma grande influência na escolha do modal, sendo que em viagens maiores que 2 km as viagens a pé caem drasticamente. Essas relações serão tratadas com mais detalhes nos item abaixo.

7.2.2 Consumo de energia e emissões

Apesar de recalculados através da divisão das médias de PKM, energia e emissões para cada modal, é importante ressaltar que os valores de ICE e IE são, naturalmente, iguais os utilizados para os cálculos (Tabela 9 e Tabela 10). O presente gráfico é, portanto, apenas uma demonstração visual da diferença entre esses modais (Gráfico 19). Ressalta-se ainda que, para o ICE, os valores do gráfico são idênticos aos da Tabela 9. O IE, por outro lado, varia de acordo com o combustível, por isso os presentes dados se diferem levemente da Tabela 10 ao representarem as emissões considerando o mix dos diversos combustíveis utilizados.

Gráfico 19: ICE e IE por modal



Fonte: Autora

A diferença de ICE e IE entre os modais é bastante imponente e se aproxima de uma curva polinomial de grau 2 (ambos com $R^2 = 0,9$). A análise do gráfico mostra que o modal coletivo é uma boa alternativa aos modais ativos, visto que possui ICE e IE ainda bem baixos quando comparado aos demais modais. A partir deles, a pegada energética e de emissões começa subir consideravelmente.

Em comparação com o ônibus, as motos consomem 481% e os carros 948% mais energia, além de emitirem 369% e 442% mais CO₂, respectivamente. Essa interpretação explica o porquê desses parâmetros dificilmente estarem diretamente relacionados nas análises a serem apresentadas, como, por exemplo, o fato de que muitas vezes o setor que mais consome energia não ser o mesmo que mais emite CO₂. Isso acontece porque a curva desses parâmetros se comporta de forma diferente, o que ajuda a explicar a complexidade das análises que serão feitas no item de comportamento. Enquanto as curvas do ICE e IE mantêm uma inclinação relativamente semelhante para as motos, ao chegar nos carros o ICE tem um aumento muito mais exponencial do que o IE.

Na prática, isso quer dizer que, energeticamente, a ineficiência dos carros é muito mais imponente do que em termos de emissões. Essa análise ressalta ainda que

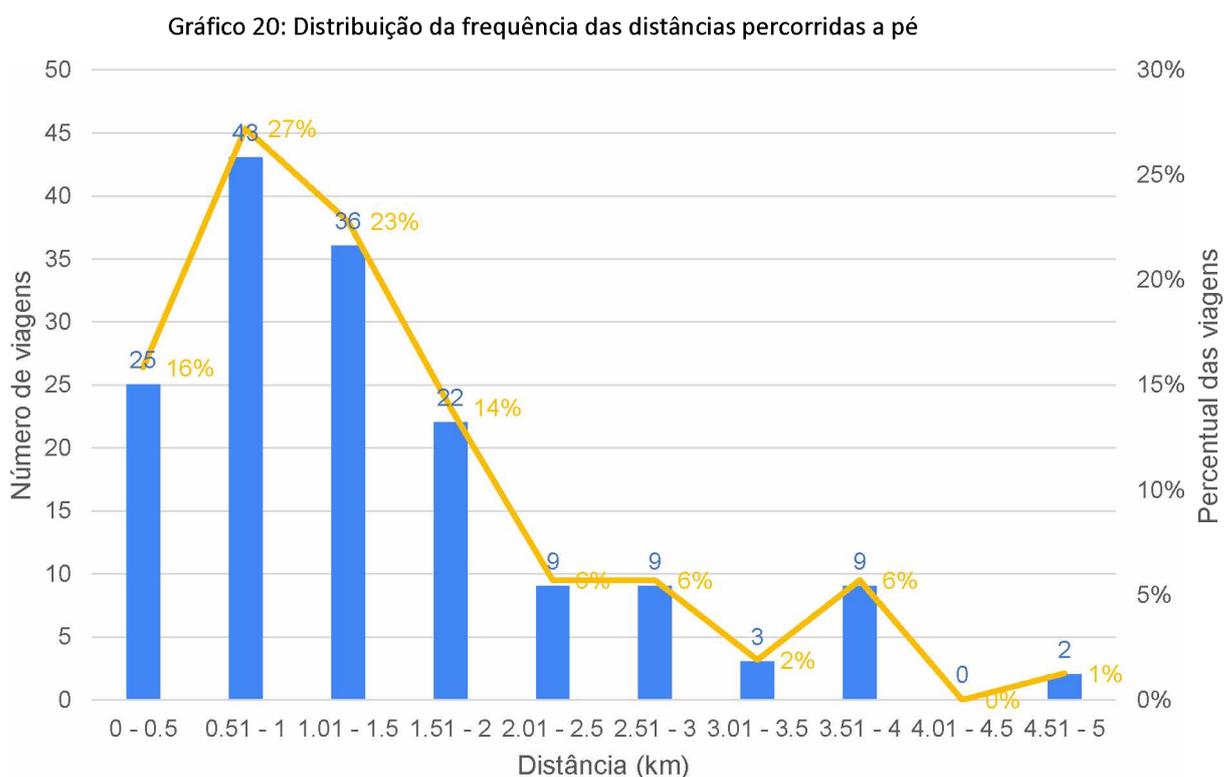
apesar das emissões terem na troca de combustíveis um bom tratamento “paliativo”, a eficiência no consumo de energia depende profundamente do abandono dos carros.

Discutidos tais parâmetros, os próximos itens trarão a distribuição do PKM por modal.

7.2.3 PKM

a) A pé

O Gráfico 20 dá uma ideia da distância que as pessoas estão dispostas a caminhar.



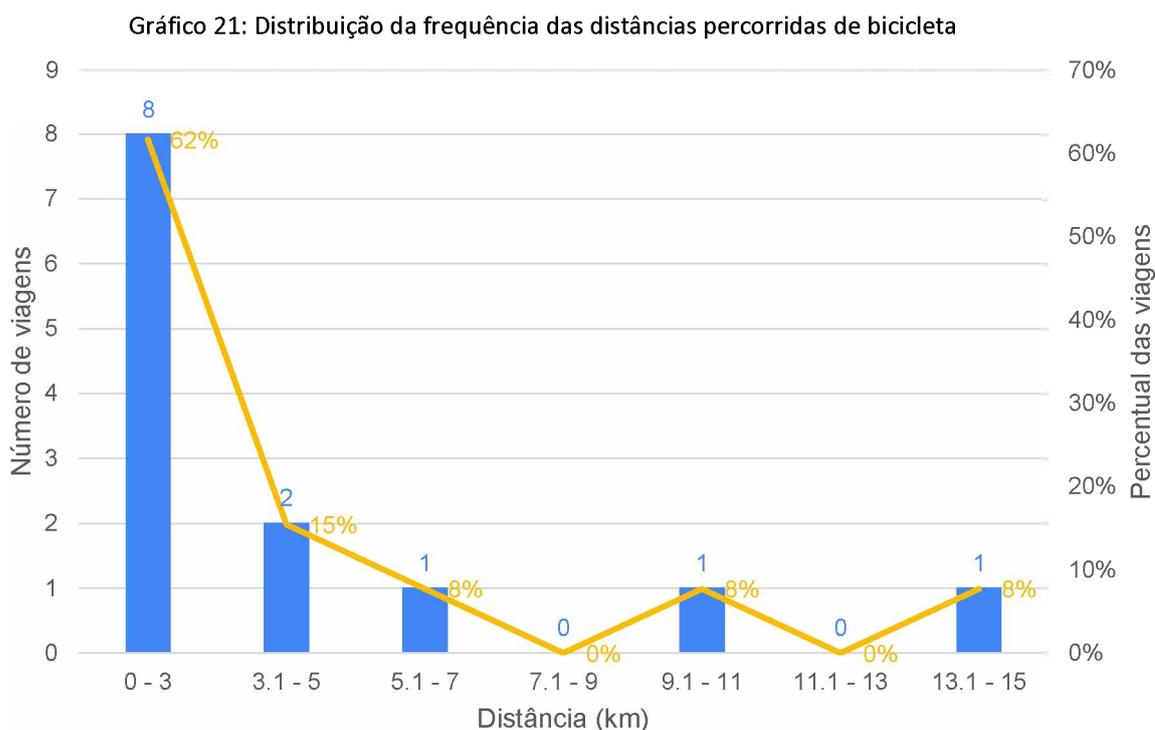
Fonte: Autora

Analisando o gráfico, é possível perceber que as distâncias até 2 km são as mais frequentes, agrupando 80% dos deslocamentos. As pessoas se mostraram menos dispostas a caminhar distâncias maiores que esta, sendo que os deslocamentos maiores que 2 km reúnem pouquíssimas viagens.

Nesse sentido, pode-se dizer que para que os deslocamentos a pé sejam incentivados, é necessário que as distâncias sejam mantidas, idealmente, até 1,5 km, sendo que até 2 km ainda se tem resultados razoáveis. Portanto, o planejamento de uma região caminhável deve seguir esse protocolo pelo menos para os deslocamentos mais cotidianos, como mercado.

b) Bicicleta

O número de deslocamentos feitos de bicicleta foi pouco representativo (13 viagens), por isso, é preciso que se mantenha cautela no uso dessa análise para extrapolação para outras amostras. A distribuição do PKM das viagens de bicicleta está disposta no Gráfico 21.

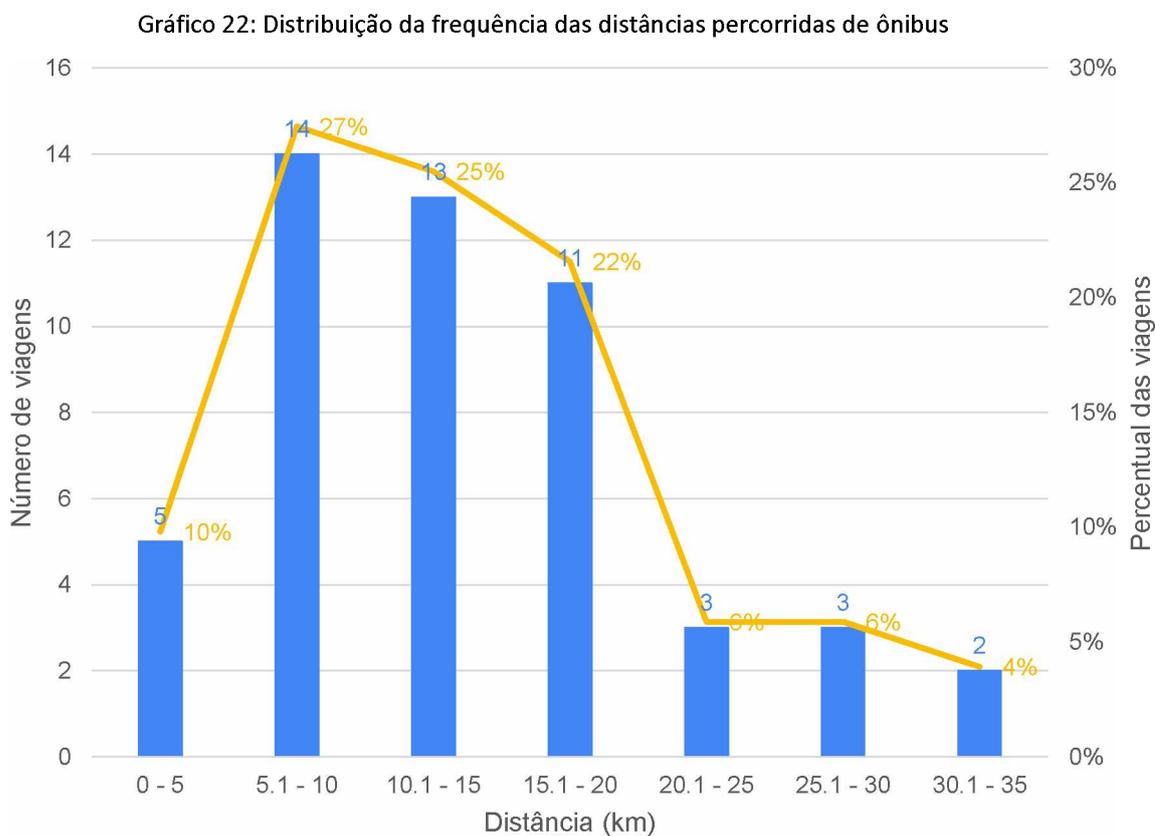


Fonte: Autora

Apesar da escassez das viagens de bicicleta, elas se mostraram majoritariamente alocadas em distâncias até 3 km. Esse resultado mostra que esse modal é uma alternativa ao caminhar, visto que cobre, em geral, distâncias muito parecidas.

c) Ônibus

A distribuição de frequência de PKM das viagens de ônibus está detalhada no Gráfico 22. É importante ainda lembrar que tais distâncias foram calculadas com base nos trajetos de carro e provavelmente são maiores do que o estimado.

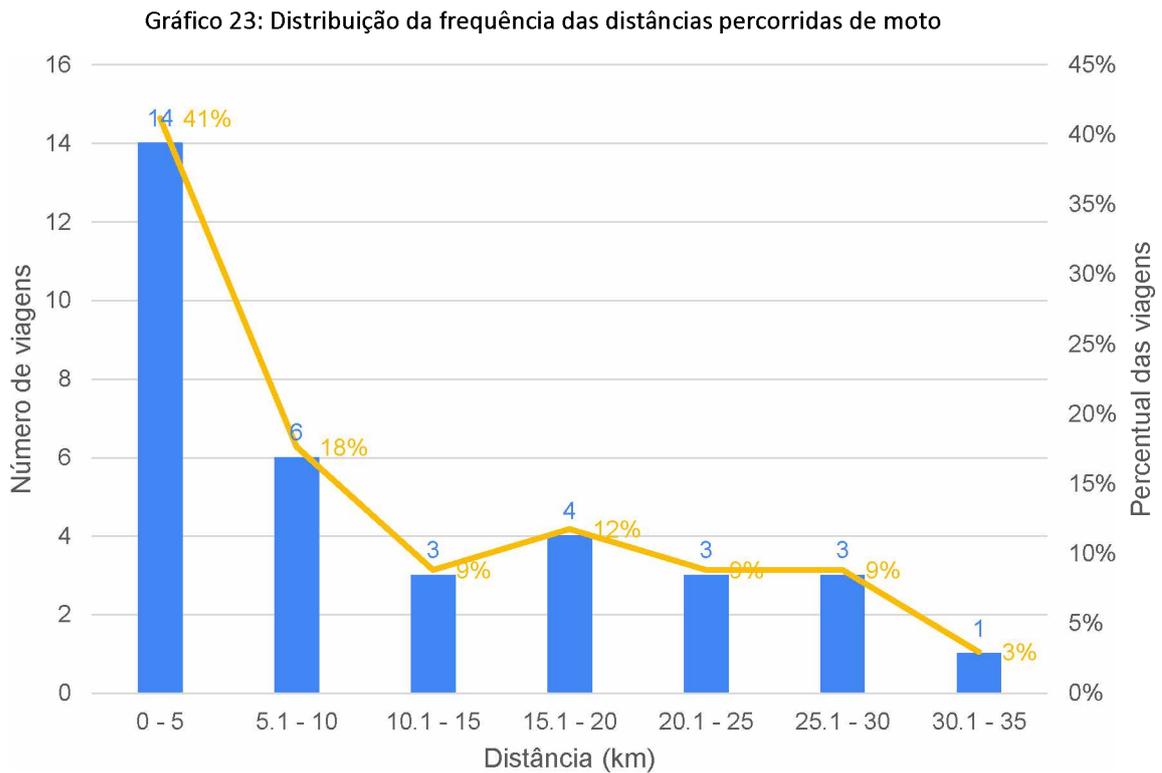


Fonte: Autora

Diferente dos modais ativos, o ônibus se mostrou mais utilizado para viagens longas. Nesse sentido, as distâncias compreendidas entre 5 e 20 km compreenderam 74% de todas as viagens. Essa característica reforça a importância do estímulo ao uso de transporte público, visto que este é uma alternativa ao carro em termos de PKM, porém com uma eficiência muito maior.

d) Moto

A análise do PKM para os deslocamentos de moto será feita de acordo com o Gráfico 23.



Fonte: Autora

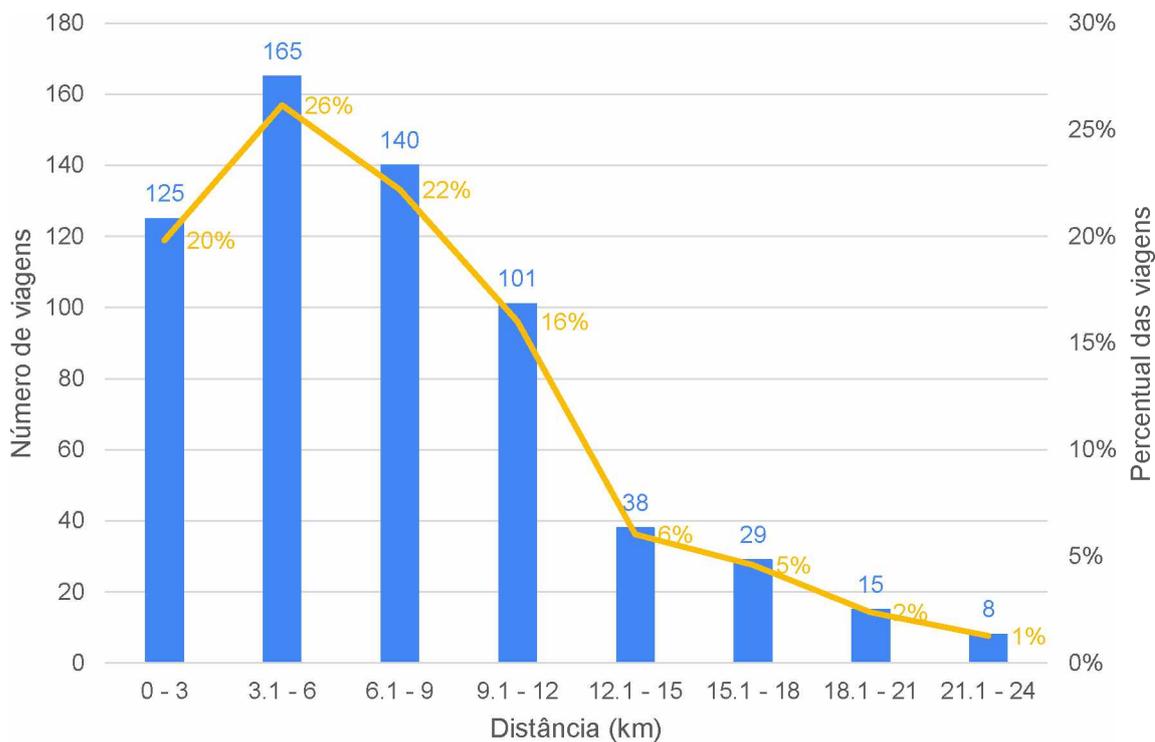
Apesar do grupo “até 5 km” agrupar 41% dos deslocamentos, pode-se dizer que os outros 59% das viagens se distribuem de forma relativamente equilibrada entre as demais distâncias. Esse comportamento mostra que as motos são um meio de transporte versátil que atua nos mais diversos ranges de distância, podendo tomar lugar dos deslocamentos a ativos, de ônibus e carro.

Nesse sentido, a moto pode ter um papel importante na redução da densidade energética de deslocamentos longos por fazer as vezes do carro. No entanto, é possível que esse meio de transporte também roube modal share dos deslocamentos ativos e coletivos, dado o baixo custo das viagens.

e) Carro

A distribuição do PKM das viagens de carro será analisada com base no Gráfico 24.

Gráfico 24: Distribuição da frequência das distâncias percorridas de carro



Fonte: Autora

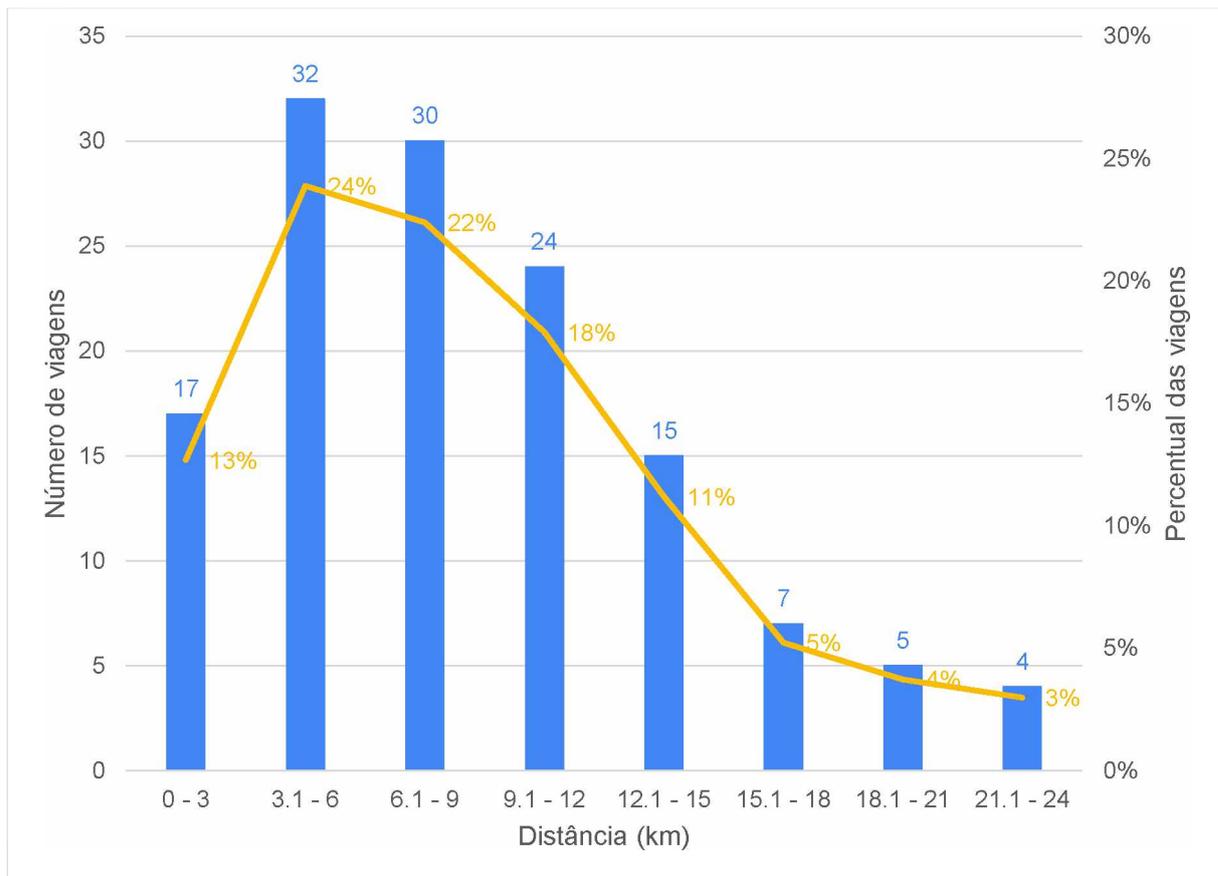
As distâncias até 12 km concentram 84% das viagens de carro, estando estas bem distribuídas entre 4 grupos. Essa característica reflete que o carro também é um veículo muito versátil e atende todas as distâncias, o que pode explicar o fato de 62% das viagens serem feitas por esse modal.

Ressalta-se ainda a alta quantidade de viagens até 3 km feitas de carro, mostrando que esse modal compete com as viagens ativas. Esse fato se relaciona com a análise socioeconômica do próximo item ao confirmar que o uso de veículos privados é determinado pela renda e não pelo PKM das viagens.

f) APP

A análise do PKMs para viagens de APP será feita com auxílio do Gráfico 25.

Gráfico 25: Distribuição da frequência das distâncias percorridas de APP



Fonte: Autora

Assim como as viagens de carro, as viagens por APP são relativamente bem distribuídas entre os grupos de distância, sendo que 77% das viagens estão compreendidas entre 0 e 12 km. É interessante notar ainda que a demanda para viagens maiores que 6 km é bastante alta apesar do preço alto desse modal. Esse comportamento revela uma alta dependência dos carros, que, muitas vezes, são a única opção viável de deslocamento nas cidades brasileiras.

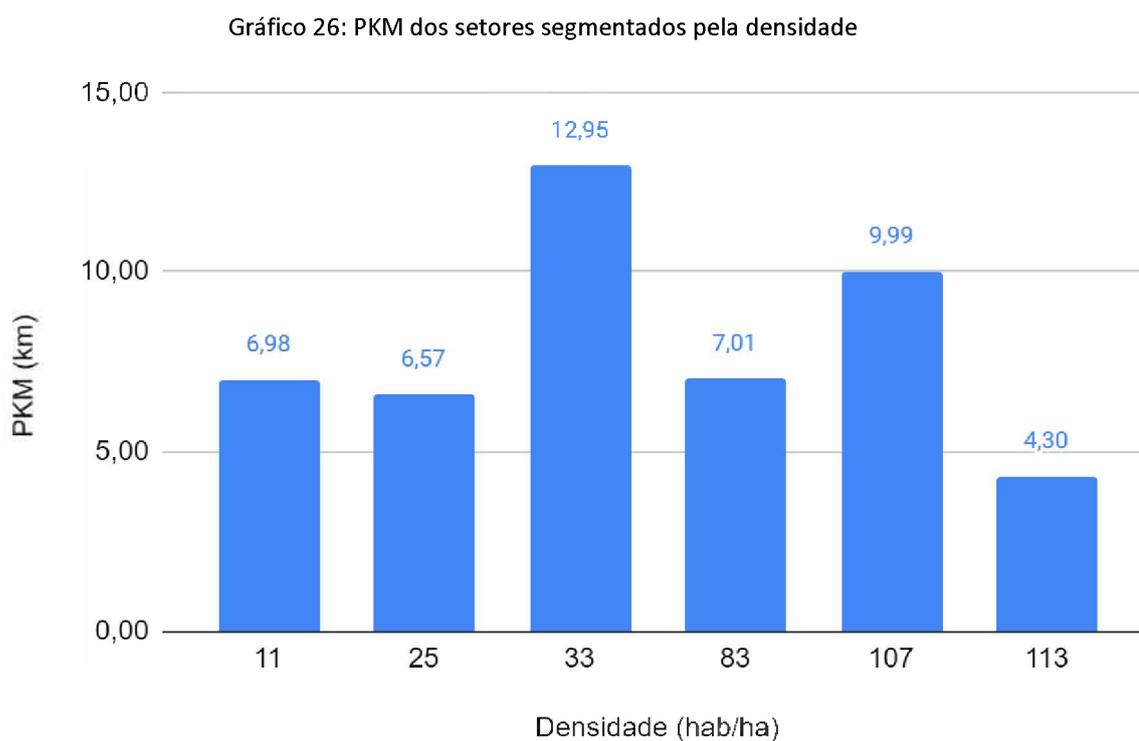
7.3 Análises por características de forma urbana

A primeira segmentação dos dados será pelas características de forma urbana, tendo por fim isolar tais variáveis juntamente com os dados de viagem, na busca por comportamentos correlacionados.

Como tratamos dos mesmos setores, alguns gráficos de PKM, modal share, ICE e IE apresentados serão os mesmos, porém em cada item eles serão reorganizados de acordo com a característica de forma urbana. Essa reorganização é importante para que os padrões de comportamento dessas variáveis sejam reconhecidos visualmente.

7.3.1 Densidade

Para iniciar as discussões sobre densidade, o Gráfico 26 de PKM por densidade é apresentado. Os dados estão dispostos por densidade da área (da menor para maior) e correspondem aos setores da seguinte forma: 11 - MC, 25 - U, 33 - JE, 83 - T, 107 - SJ e 113 - S.

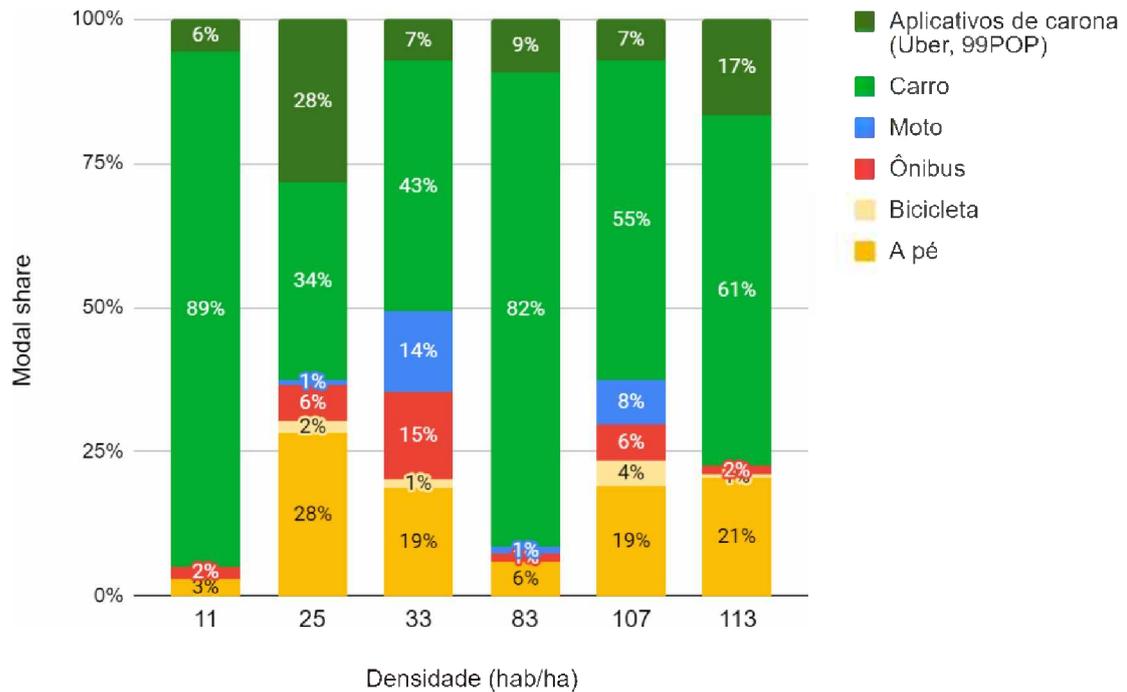


Fonte: Autora

Os PKMs se diferenciam significativamente entre as áreas, mas não foi possível identificar nenhuma relação entre densidade e PKM. As áreas A6 - SJ e A5 - JE apresentaram PKMs consideravelmente maiores e também são as de renda mais baixa.

O Gráfico 27 mostra a quantidade de viagens feitas por cada modal e segmentadas por densidade do setor.

Gráfico 27: Percentual de viagens por modal de acordo com a densidade

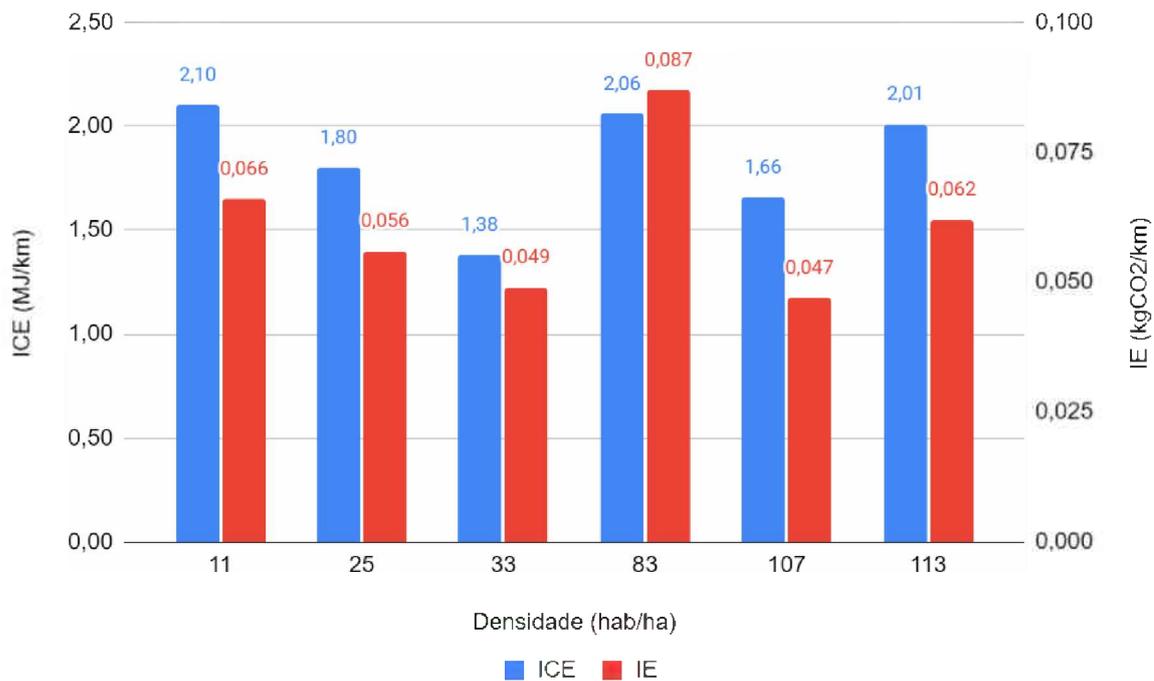


Fonte: Autora

Não foi verificada relação aparente entre o uso de modais ativos e coletivos em regiões mais densas, nem uma maior dependência de carro em regiões de baixa densidade. Nota-se ainda que as áreas que têm uso de transporte motorizado privado significativamente maior são justamente as de renda mais alta.

A análise do ICE e IE foi feita com base no Gráfico 28.

Gráfico 28: ICE e IE das viagens segmentados pela densidade



Fonte: Autora

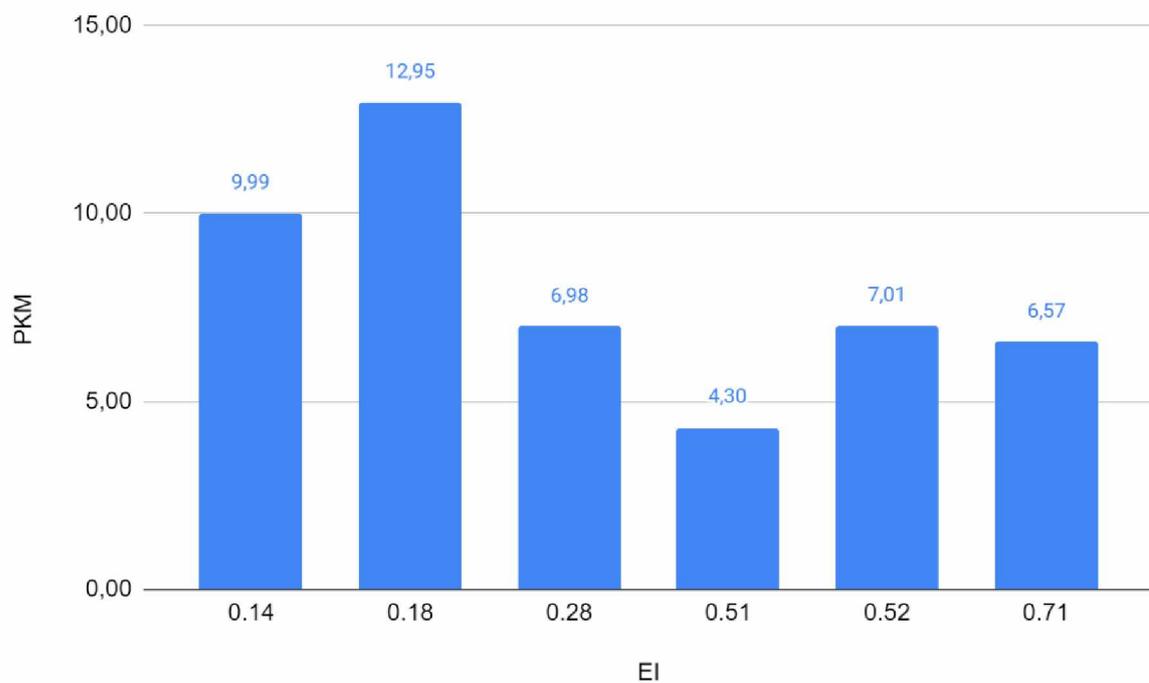
Como esperado com base nas demais análises, o comportamento do ICE e IE não parece se relacionar com a densidade. O ICE se relaciona diretamente ao modal share, assim como o IE, mas de forma menos direta.

Praticamente toda a literatura revisada no item 4.2.2. concorda que a densidade causa uma cascata de efeitos em que distâncias são reduzidas, modais mais eficientes são usados e, por fim, o consumo de energia e emissões são reduzidos, mesmo que alguns autores sejam resistentes à necessidade de que esses parâmetros sejam controlados. Os poucos trabalhos que questionaram essa relação foram Gordon e Richardson (1989), Breheny (1995) e Echenique et al. (2012). Nesse sentido, todos os achados do presente estudo referentes à densidade vão na contramão da extensa literatura revisada, principalmente à escola de Newman e Kenworthy.

7.3.2 Uso do solo

A discussão sobre uso do solo se inicia com o PKM apresentado pelo Gráfico 29. Os dados estão dispostos por EI do setor (da menor para maior) e correspondem aos setores da seguinte forma: 0,14 - SJ; 0,18 - JE, 0,28 - MC, 0,51 - S, 0,52 - T e 0,71 - U.

Gráfico 29: PKM dos setores segmentados pelo EI

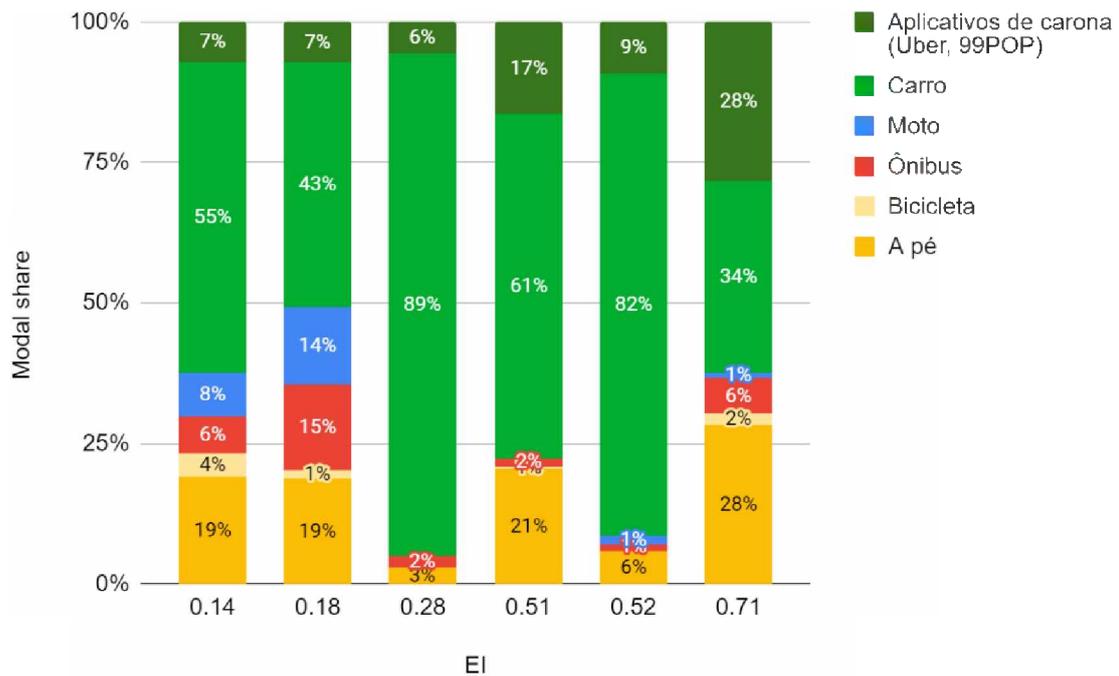


Fonte: Autora

Apesar da relação entre EI e PKM não ser absolutamente direta, percebe-se que as áreas com EIs muito baixos possuem os maiores deslocamentos. Coincidentemente ou não, os setores com menor EI (e maiores deslocamentos) são também os de classe D/E.

O Gráfico 30 mostra a quantidade de viagens feitas por cada modal segmentadas por EI do setor.

Gráfico 30: Percentual de viagens por modal de acordo com o EI

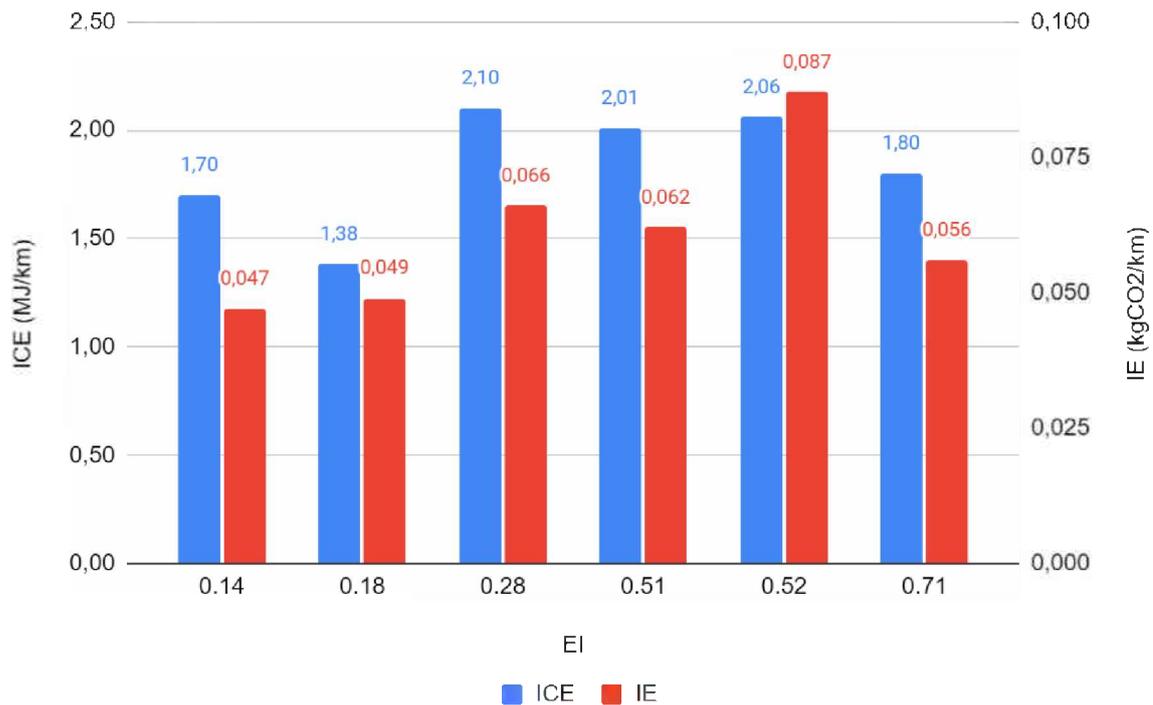


Fonte: Autora

O uso de carro parece ser menor quando o uso do solo é menos misto, com exceção da A3 – U (0,71), que tem EI alto e modal share mais equilibrado. As áreas com baixo EI, no entanto, são também as de baixa renda. É provável que esse comportamento não se relacione ao uso do solo em si, mas sim à renda dos setores e características peculiares de cada região. Esses comportamentos serão melhor contextualizados no próximo capítulo.

O Gráfico 31 mostra a relação do ICE e IE com o uso do solo.

Gráfico 31: ICE e IE das viagens segmentados pelo EI



Fonte: Autora

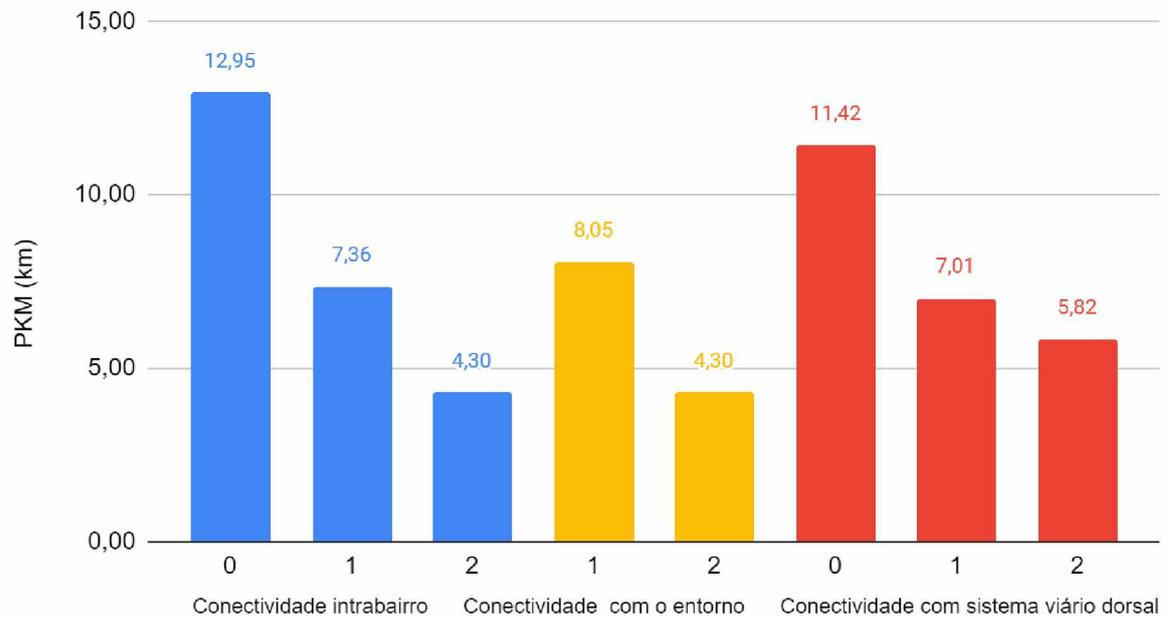
Os dois setores com menor EI apresentam ICEs e IEs consideravelmente menores, seguidos pelo setor de maior EI. Esse comportamento se relaciona ao modal share das áreas e mostra como essas análises estão dissociadas do uso do solo em si.

O postulado pela literatura revisada no item 4.2.3 diz que, assim como a alta densidade, um uso do solo misto reduz distâncias, o que aumenta o uso de modais eficientes e conseqüentemente melhora o consumo energético e emissões. Portanto, os resultados encontrados estão parcialmente de acordo com a literatura. Chega-se a essa conclusão porque, se por um lado os setores com uso do solo mais misto apresentaram deslocamentos menores, por outro, esse fator não chegou a influenciar o modal share, ICE e IE. Portanto, o trabalho tende a convergir com Wegener e Fürst (1999), Ewing e Cervero (2001) e tantos outros na primeira parte do raciocínio, mas diverge na parte de escolha do modal, que acaba por influenciar os demais parâmetros.

7.3.3 Conectividade

O Gráfico 32 mostra como o PKM se comporta nas três categorias de conectividade.

Gráfico 32: PKM segmentado pela conectividade

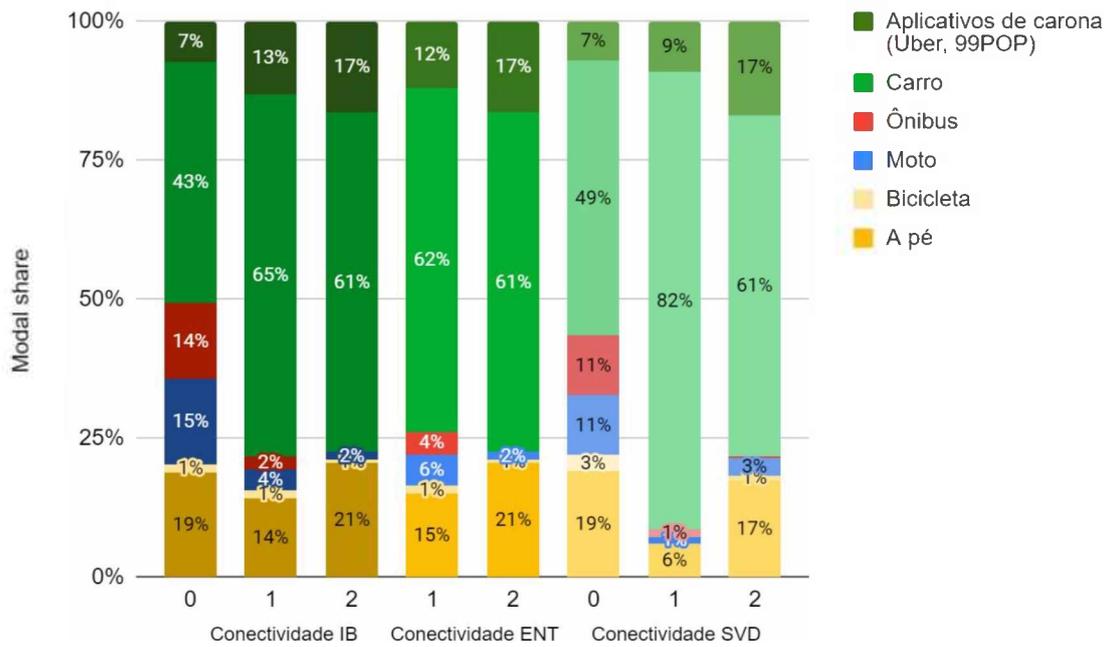


Fonte: Autora

Nos três casos as viagens foram significativamente menores nas áreas mais conectadas. É interessante ainda notar que áreas com mesmo grau de conectividade entre as modalidades (0, 1 e 2) tiveram PKMs semelhantes. Pode-se dizer, portanto, que a conectividade se correlaciona significativamente com o PKM.

O Gráfico 33 mostra o modal share agrupado pelos diferentes graus de conectividade.

Gráfico 33: Percentual de viagens por modal de acordo com a conectividade

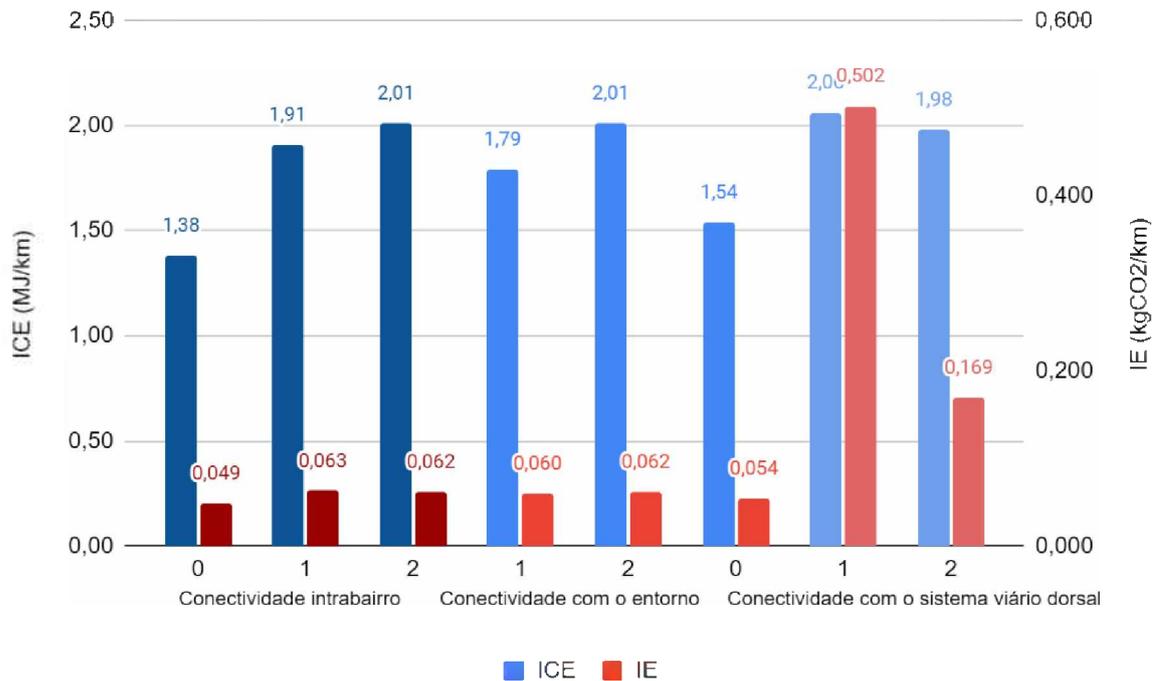


Fonte: Autora

Apesar da conectividade influenciar o PKM, não foram verificadas correlações entre este parâmetro e o modal share. As áreas menos conectadas mostraram modal share mais equilibrado, porém essa condição novamente se relaciona a questões de renda, visto que estas são também os setores de classe D/E. Essa relação será tratada com mais detalhes no próximo capítulo.

O Gráfico 34 mostra a relação entre energia, emissões e conectividade.

Gráfico 34: ICE e IE das viagens segmentados pela conectividade



Fonte: Autora

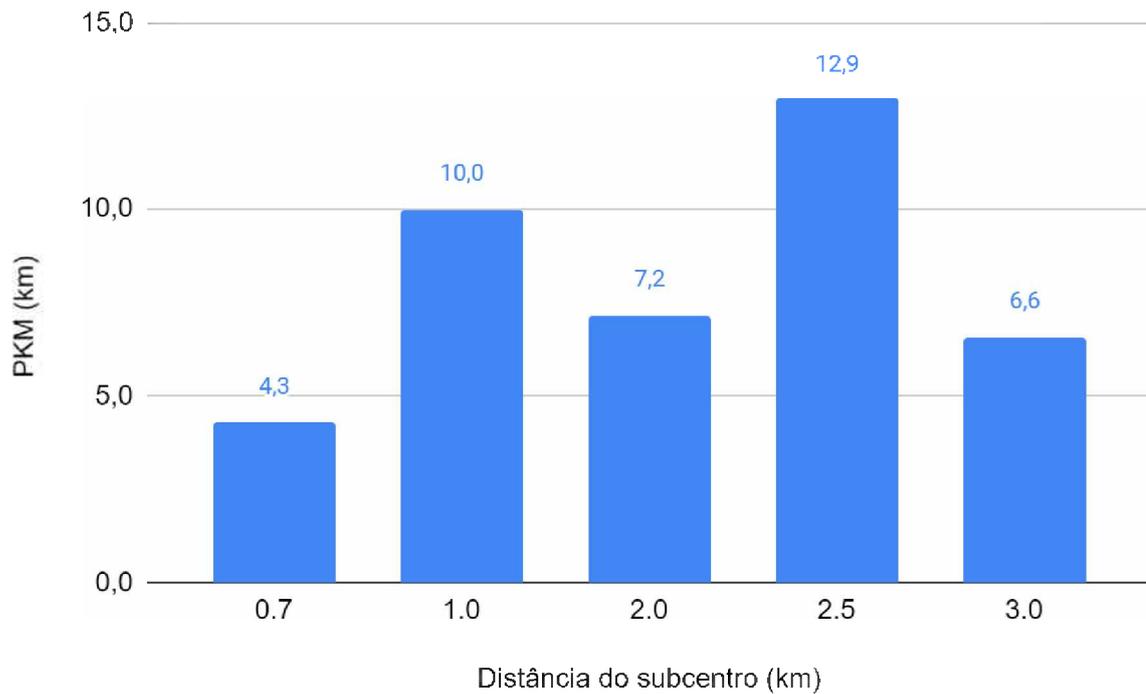
A conectividade também não pareceu influenciar o ICE e IE, estando estes bastante relacionados ao modal share. Chama-se atenção para o altíssimo IE da área com conectividade com o SVD igual a 1, estreitamente relacionado ao vasto uso de carro apresentado no gráfico anterior.

Assim como no caso do EI, a conectividade parece funcionar para redução de distâncias, mas falha em promover viagens ativas e coletivas, bem como em reduzir a energia e emissões. A literatura citada no item 4.2.4 (GORI; NIGRO; PETRELLI, 2014; EWING, 2010; JACOBS, 1993) afirma que boas conectividades são importantes na promoção de deslocamentos ativos, mas o presente estudo mostrou que essa variável não foi suficiente para influenciar o modal share.

7.3.4 Distância do subcentro

O Gráfico 35 mostra o PKM segmentado pela distância do setor ao subcentro mais próximo.

Gráfico 35: PKM segmentado pela distância do subcentro

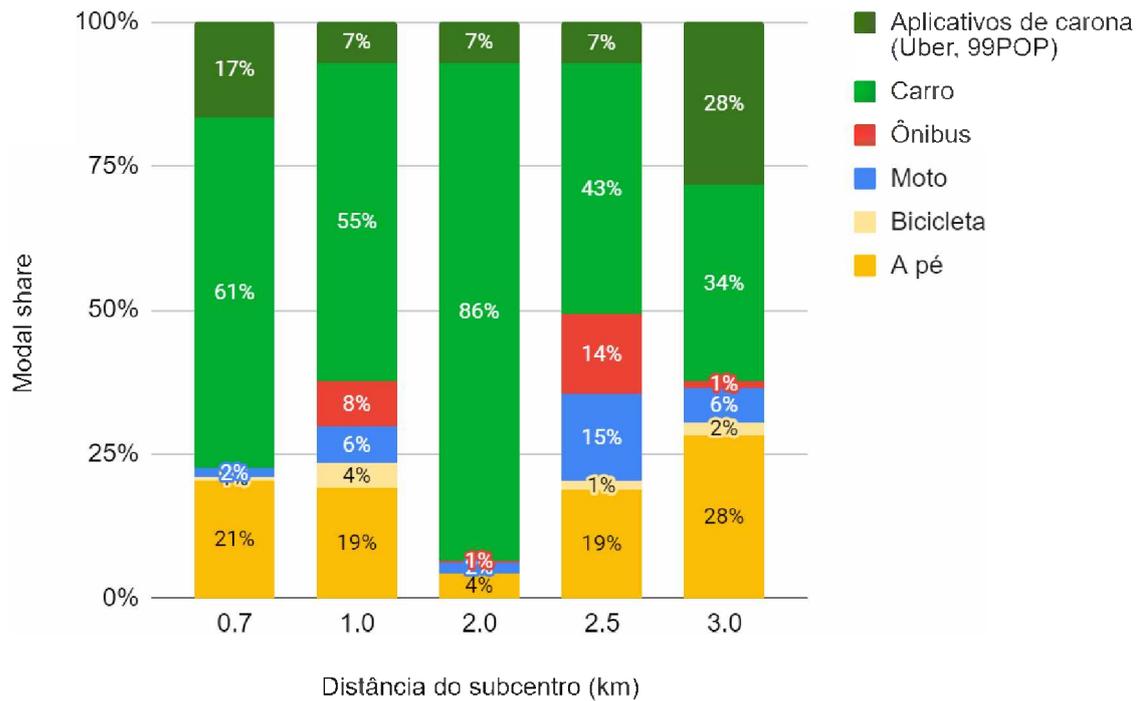


Fonte: Autora

Nota-se que a distância do subcentro não influencia os quilômetros totais deslocados. Isso provavelmente acontece porque, apesar da maioria dos subcentros próximos aos bairros serem consideravelmente consolidados, as pessoas ainda demonstraram interesse concentrado em locais específicos, como será melhor explicado no item de comportamento de viagem.

O Gráfico 36 mostra o comportamento do modal share de acordo com as distâncias ao subcentro mas próximo.

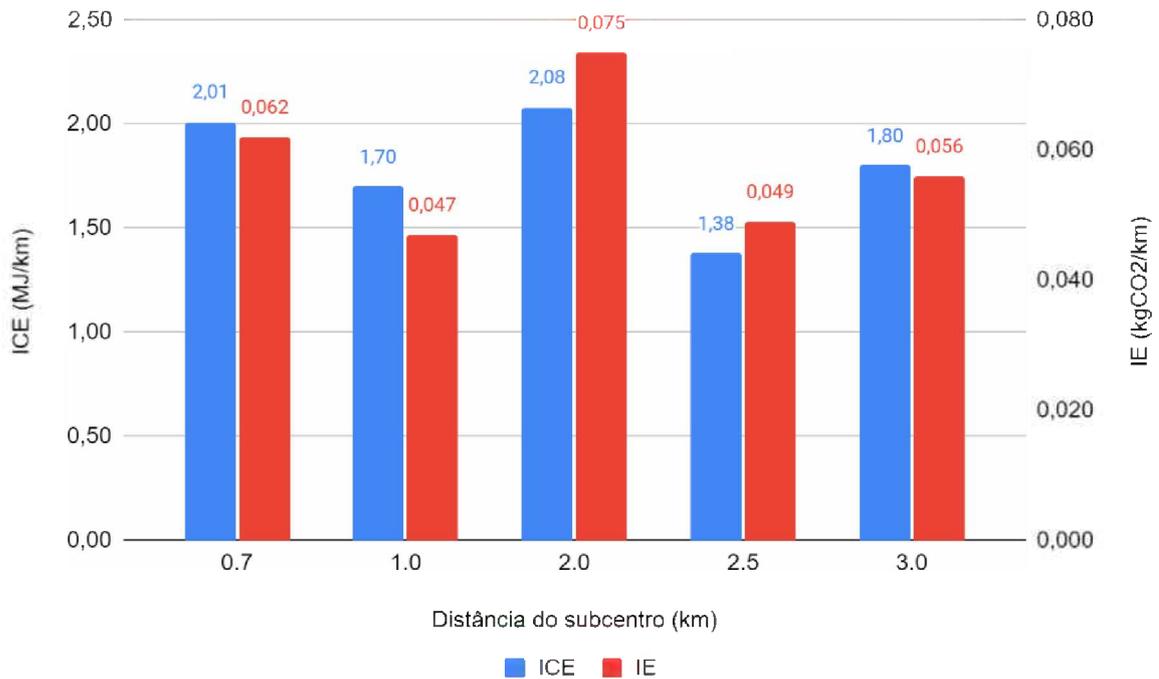
Gráfico 36: Percentual de viagens por modal de acordo com a distância do subcentro



A distância do subcentro também não influenciou o modal escolhido para as viagens.

O Gráfico 37 mostra o ICE e IE das viagens segmentadas pela distância do subcentro.

Gráfico 37: ICE e IE das viagens segmentados pela distância do subcentro



Fonte: Autora

Como esperado considerando as demais análises, o IE e ICE não se relacionaram à distância do subcentro.

Gordon, Kumar e Richarson (1989) e Shim et al. (2006) argumentam a favor do policentrismo porque consideravam que a proximidade do subcentro fizesse com que as pessoas se deslocassem menos (e conseqüentemente de forma mais saudável) para atender suas demandas diárias. Indo na contramão desses trabalhos, nenhum dos parâmetros analisados mostrou ser influenciado pela distância do subcentro.

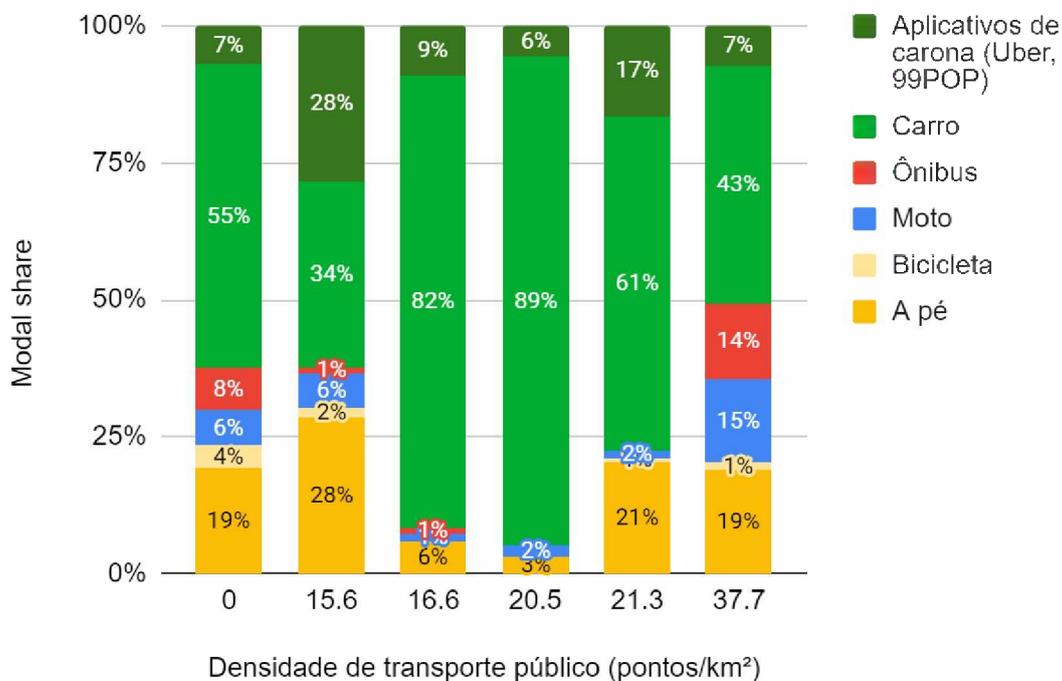
Analisando a base de dados, nota-se que as pessoas tendem a se deslocar para as mesmas regiões afim de atender suas demandas, independentemente de onde se localiza o ponto de partida. O trabalho, portanto, se mostrou condizente com as previsões de Bertaud (2001) ao reafirmar que a maior motivação das pessoas aos se deslocarem são os fatores culturais e de mercado.

7.3.5 Densidade de transporte público

O Gráfico 38 elucida a influência da presença do transporte público no modal share. Para a presente análise, é importante contextualizar que os valores apresentados

correspondem às áreas da seguinte forma: 0 - SJ; 15,6 – U; 16,6 – T; 20,5 – MC; 21,3 – S e 37,7 – JE.

Gráfico 38: Percentual de viagens por modal de acordo com a densidade de transporte público



Fonte: Autora

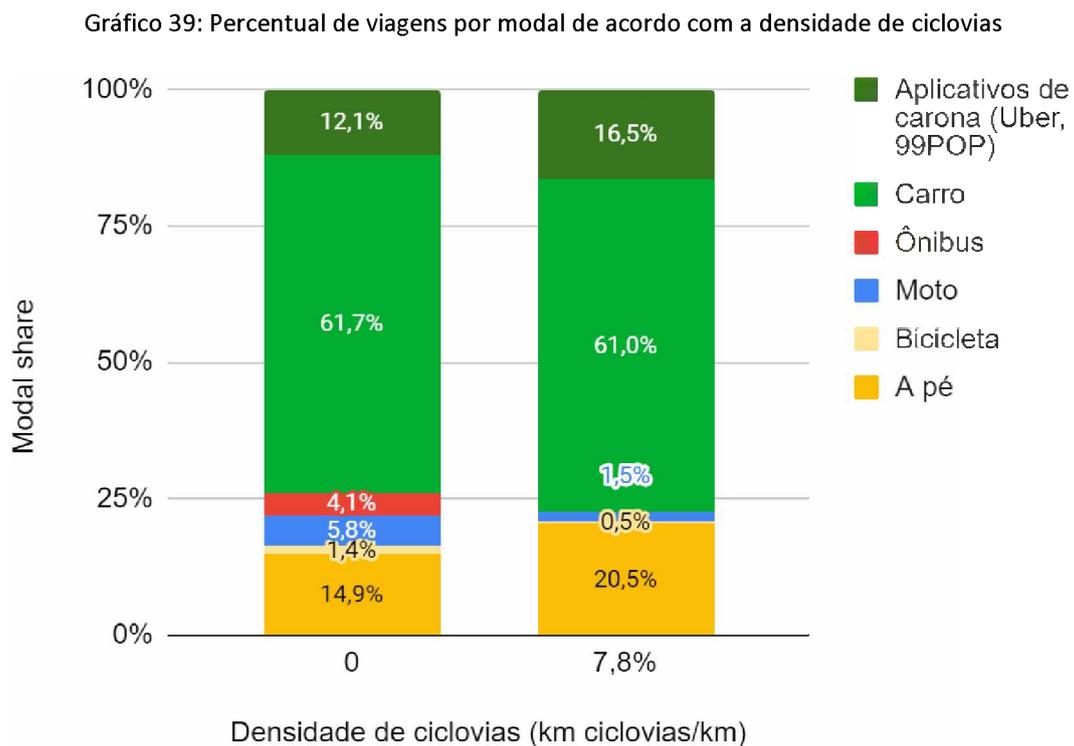
Não foi verificada relação entre a densidade de transporte público o uso deste, assim como no estudo de Deus (2008). Apesar disso, é possível dizer que a área com DTP = 0 (A6 – SJ) foi sub-representada por questões metodológicas explicadas no item 5.3.1. Por ser muito densa, a área do setor compreendia apenas quarteirões residenciais, sendo que as avenidas que os delimitam abrigam uma quantidade considerável de pontos de ônibus que não foram computados. Nesse sentido, é possível que, não fosse por essa limitação metodológica, o uso de ônibus se relacionaria ao DTP em áreas de baixa renda.

O modal share era a principal análise a ser modificada pelo DTP e o ponto de partida para que os demais parâmetros fossem alterados (ex: um maior uso de ônibus resultou em um ICE e IE menores e PKMs maiores). Dada a negativa da primeira correlação, não se vê sentido em prosseguir com as demais análises.

Esse resultado contraria os estudos de Newman e Kenworthy, que acreditam que locais que têm uma melhor estrutura de transporte público tendem a apresentar um maior uso deste modal.

7.3.6 Densidade de ciclovias

O Gráfico 39 mostra como a presença de ciclovias altera o modal share.



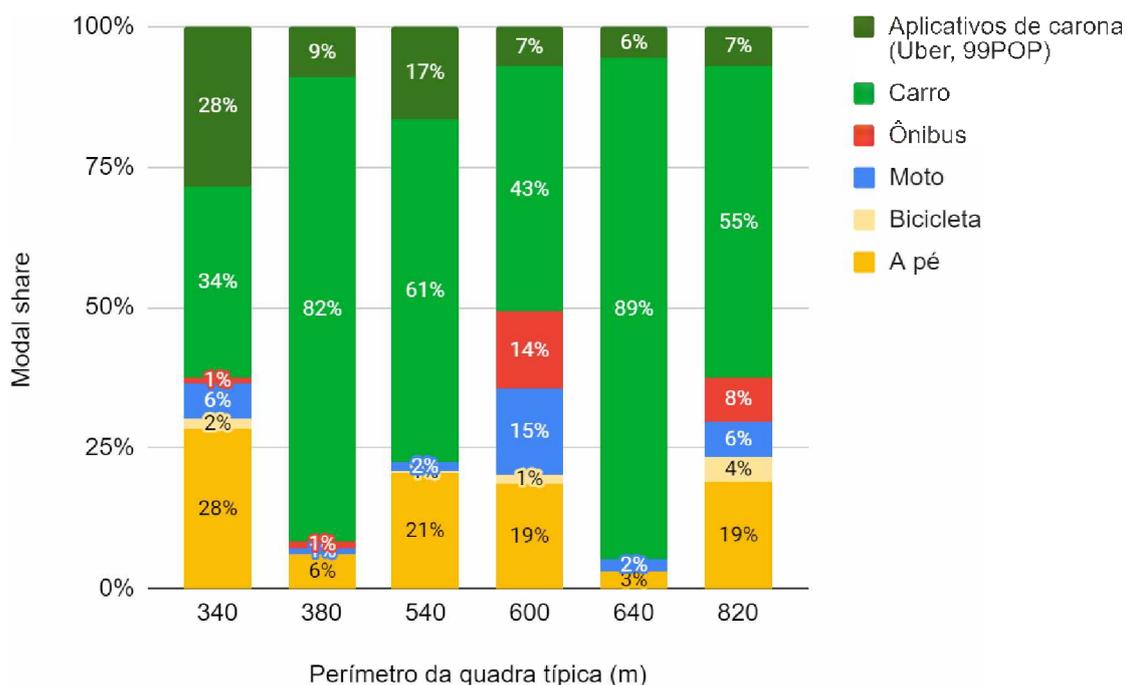
Fonte: Autora

A única área que apresentou cobertura (mesmo que pequena) por ciclovias foi a A4 – S, apesar disso, esta possui menos viagens feitas por bicicleta do que as demais. Portanto, pode-se dizer que a DC não se correlaciona com o modal share. Pelo mesmo motivo apresentado no item anterior, as demais análises não serão feitas.

7.3.7 Perímetro da quadra típica

O Gráfico 40 mostra a distribuição dos modais das viagens segmentadas pelo PQT.

Gráfico 40: Percentual de viagens por modal de acordo com o perímetro da quadra típica



Fonte: Autora

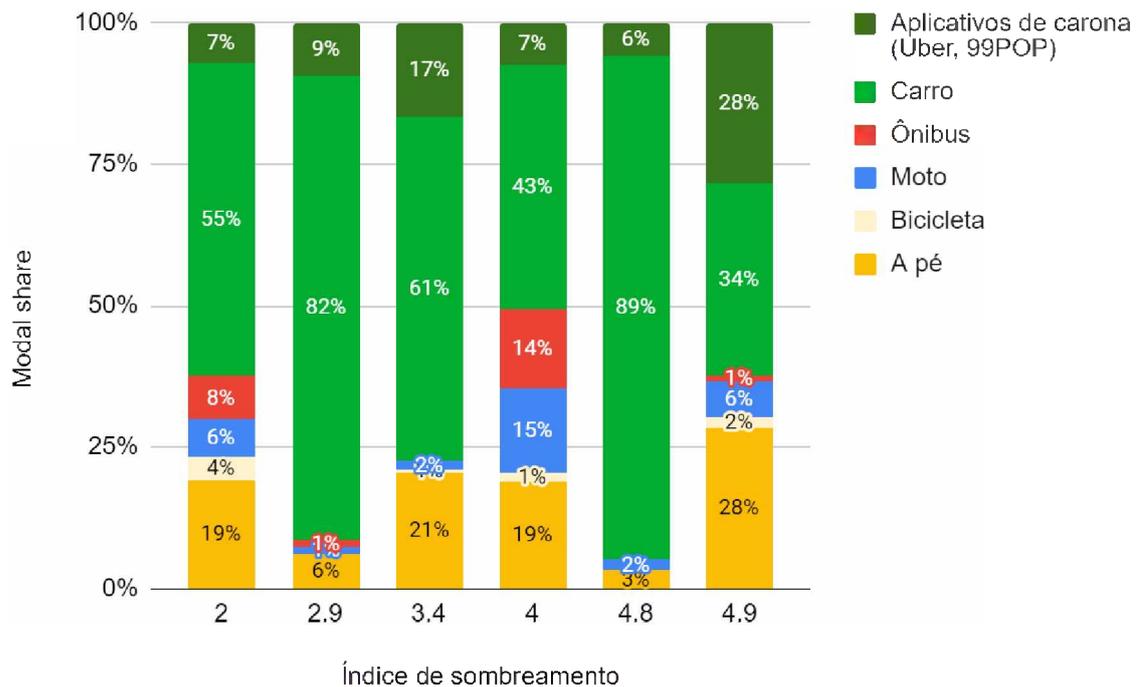
O perímetro das quadras não apresentou relação com o número de viagens ativas. Nota-se que o que seria o perímetro mais adequado (A3- U com 340 m) apresenta mais viagens a pé, no entanto, esse fato está mais relacionado à outras questões de comportamento do bairro, como será explicado posteriormente.

Considerando o resultado do modal share, dispensou-se as demais análises.

7.3.8 Índice de sombreamento

O Gráfico 41 mostra a relação entre o modal share e o IS.

Gráfico 41: Percentual de viagens por modal de acordo com o índice de sombreamento



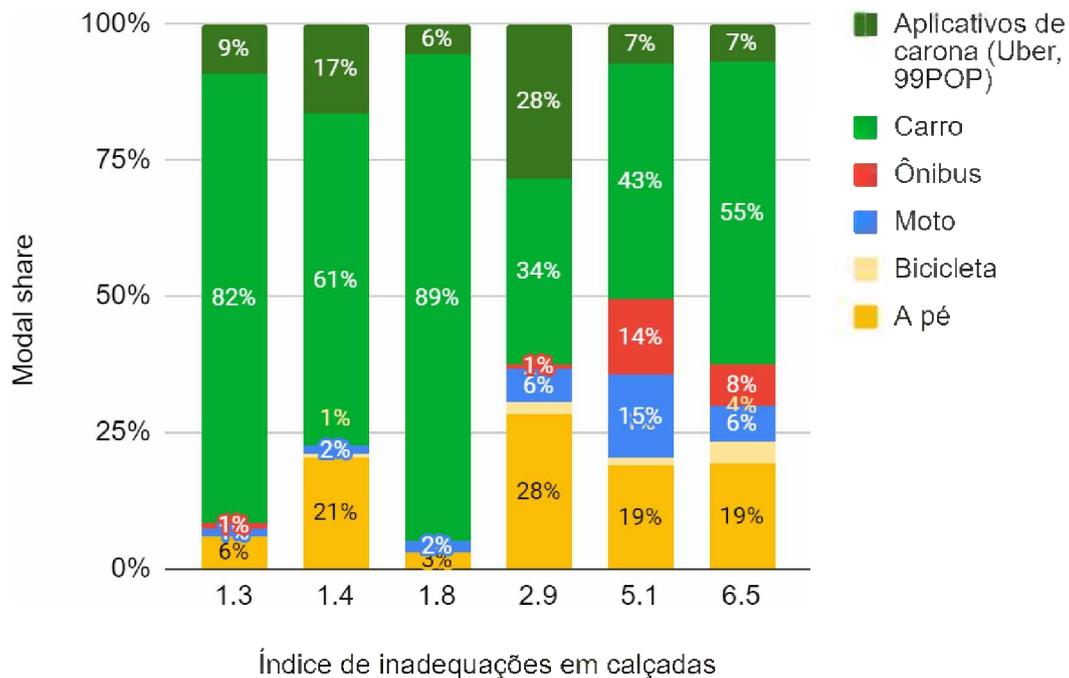
Fonte: Autora

Não foi identificada nenhuma relação entre o índice de sombreamento e um uso maior dos modais ativos.

7.3.9 Índice de inadequação de calçadas

O Gráfico 42 mostra o comportamento das viagens segundo as inadequações em calçadas.

Gráfico 42: Percentual de viagens por modal de acordo com o índice de inadequação em calçadas



Fonte: Autora

Não foi possível reconhecer nenhuma correlação entre o número de inadequações e o uso de modais ativos. É interessante notar que nos setores com os maiores índice de inadequações as viagens a pé são mais comuns, mas esse comportamento se relaciona provavelmente ao fato dessas áreas serem as de classe D/E, em que as pessoas são mais dependentes dos modais ativos.

Voltando à literatura revisada, Pan, Shen e Zhang (2009) afirmam que boas infraestruturas para os meios ativos incentivam o uso destes, assim como Holtzclaw (1994), Jacobs (1993), Ewing (2010), Gori, Nigro e Petrelli (2014) e ITDP (2016) dedicaram diversos estudos ao entendimento de quais características urbanas incentivariam o caminhar e o pedalar. Apesar disso, assim como indicado por Deus (2008), a análise das ciclovias, perímetro das quadras, sombreamento e calçadas não se mostraram correlacionadas ao modal escolhido nas viagens. Nesse sentido, percebe-se que esse resultado se alinha mais com as análises de Gehl (2013), que afirma que em países em desenvolvimento as pessoas usam os meios ativos pela necessidade, independente da qualidade da infraestrutura existente.

Diferente do encontrado por Deus (2008), a análise da relação entre as viagens e os parâmetros de forma urbana mostrou que o uso do solo e a conectividade têm

potencial para reduzir as distâncias deslocadas. Apesar disso, essa redução não incorre em uma mudança no comportamento de viagem no sentido de escolha de modais mais sustentáveis. O modal share, por sua vez, parece estar mais relacionado aos aspectos socioeconômicos, que serão melhor investigadas no próximo subcapítulo.

Chama-se atenção para o fato de que os parâmetros escolhidos para análise da eficiência tratam da energia e emissões por quilômetro, e por isso não inferem sobre consumo e emissões de uma área como um todo. É difícil construir tais análises visto que, ao tratarmos as viagens por montante mensal, desconsideramos que a frequência com que as viagens são feitas varia para cada indivíduo.

A condução das análises isolando a eficiência à escala do quilômetro fazem com que o ICE e IE se submetam primordialmente à composição do modal share da área. Apesar disso, é razoável pensar que, considerando que o tamanho da viagem não mudou o meio de transporte usado, áreas com PKMs menores consomem e emitem menos por viagem (para viagens feitas com mesmo modal). Nesse sentido, pode-se dizer que conectividade e uso do solo influenciam também as emissões e consumo energético, apesar dos métodos escolhidos para demonstrar eficiência não mostrarem essa relação.

O Quadro 5 sumariza os resultados apresentados no presente subcapítulo.

Quadro 5: Características urbanas e sua relação com os parâmetros de eficiência

	PKM	Modal share	ICE	IE
Densidade	Não foi verificada nenhuma relação	Não foi verificada nenhuma relação	Não foi verificada nenhuma relação	Não foi verificada nenhuma relação
EI	Área com EI muito baixo possuem PKMs maiores	Não foi verificada nenhuma relação	Não foi verificada nenhuma relação	Não foi verificada nenhuma relação
Conectividade	Quanto maior a conectividade, menor o PKM	Não foi verificada nenhuma relação	Não foi verificada nenhuma relação	Não foi verificada nenhuma relação
Distância do subcentro	Não foi verificada nenhuma relação	Não foi verificada nenhuma relação	Não foi verificada nenhuma relação	Não foi verificada nenhuma relação
Densidade de transporte público	-	Não foi verificada nenhuma relação	-	-

Densidade de ciclovias	-	Não foi verificada nenhuma relação	-	-
Perímetro da quadra típica	-	Não foi verificada nenhuma relação	-	-
Índice de sombreamento	-	Não foi verificada nenhuma relação	-	-
Índice de inadequação em calçadas	-	Não foi verificada nenhuma relação	-	-

Fonte: Autora

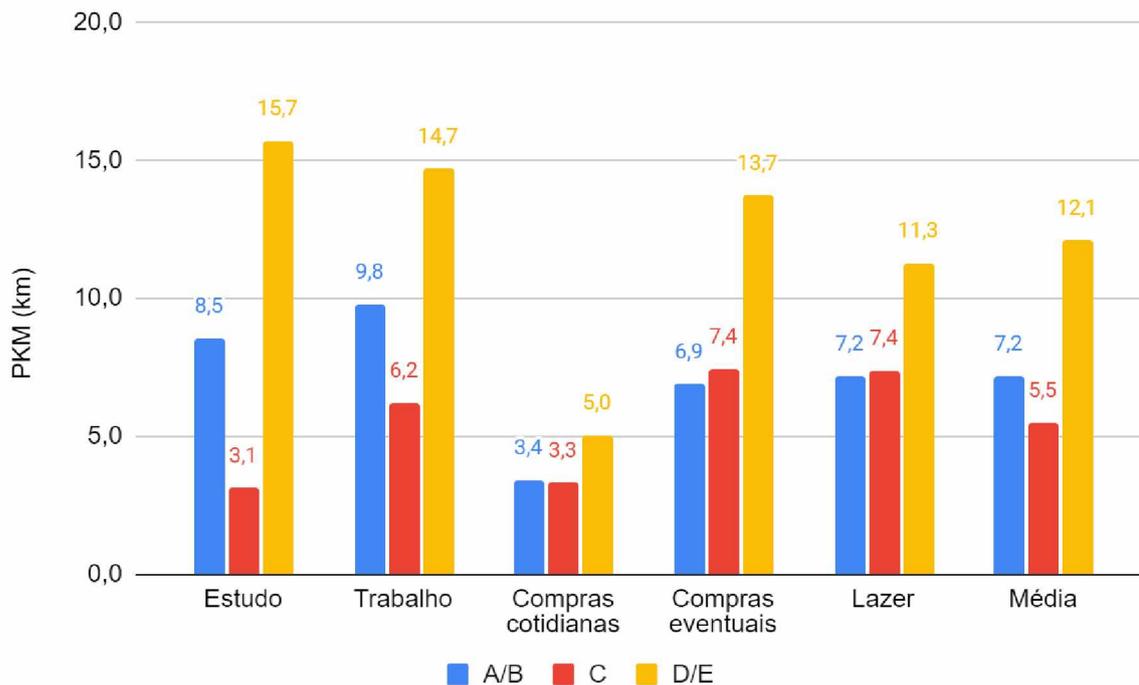
7.4 Análises por características socioeconômicas

Nesse subcapítulo a eficiência energética e de emissões será discutida utilizando os mesmos parâmetros das análises anteriores, no entanto, estes serão relacionados a características socioeconômicas. Para fins de comparação da participação de cada grupo na vida urbana, adicionou-se uma análise que infere sobre o percentual da população que se desloca para cada fim.

7.4.1 Classe

Iniciando as discussões entre viagens e características socioeconômicas, analisaremos o PKM médio das viagens para cada classe (Gráfico 43), segmentado por motivação e a média geral.

Gráfico 43: PKM das classes segmentado por motivação



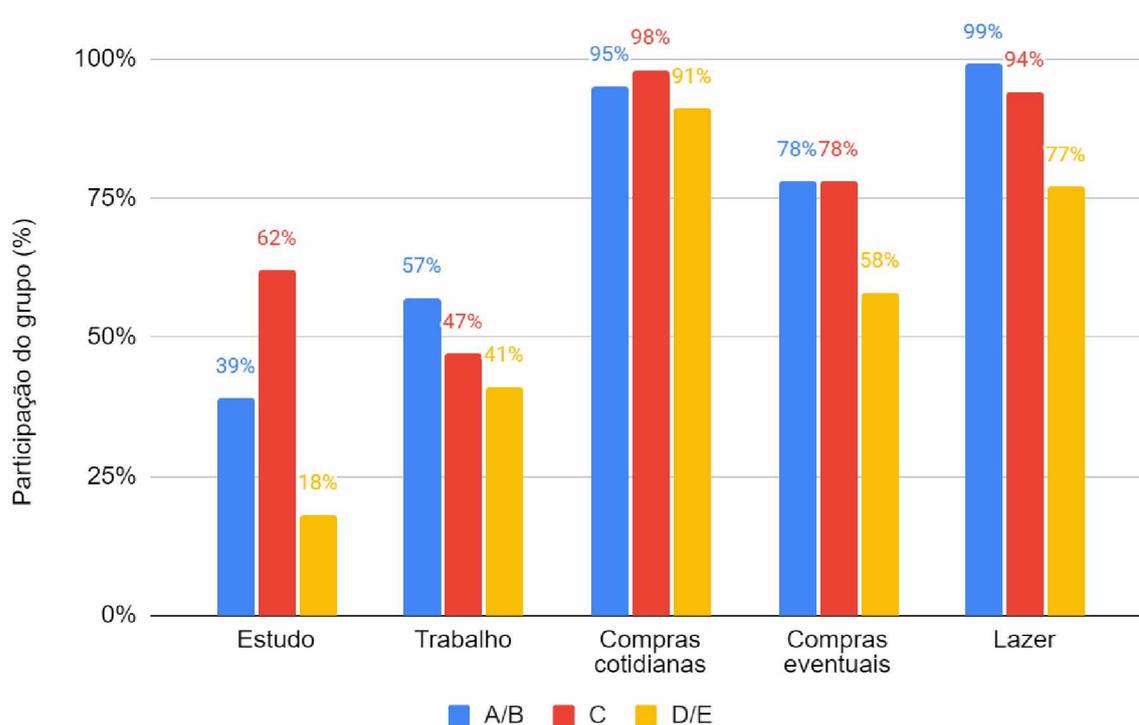
Fonte: Autora

A classe D/E apresentou deslocamentos muito maiores para todas as motivações, com exceção das compras cotidianas, em que as distâncias foram razoavelmente equiparadas. As classes A/B e C deslocam distâncias semelhantes para os dois tipos de compras e lazer, enquanto para estudos e trabalho os deslocamentos da classe C são consideravelmente menores.

É possível que a localização periférica dos loteamentos de classe D/E incorra em um aumento das distâncias para acessar os diversos destinos finais diários. A classe C, por outro lado, parece ter uma certa flexibilidade financeira para escolher um local de moradia mais bem localizado, de forma a economizar no preço da viagem. Já a classe A/B, por sua vez, parece alocar a residência nos loteamentos de alto padrão, independentemente do tamanho dos deslocamentos.

O Gráfico 44 mostra a participação nos deslocamentos para cada motivação por classe.

Gráfico 44: Percentual de respondentes por classe que declararam se deslocar para cada motivação



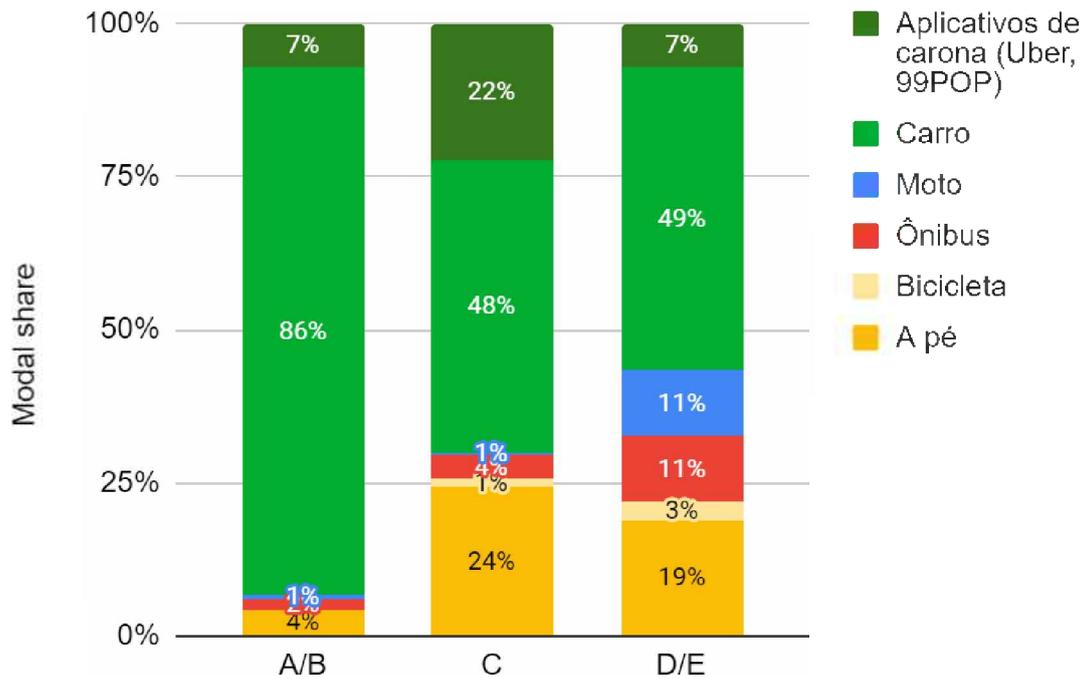
Fonte: Autora

A classe D/E apresenta a menor participação nos deslocamentos para todas as motivações, sendo que essa diferença se acentua para nos deslocamentos para estudo, compras eventuais e lazer. Essa diferença pode ser fruto dos PKMs maiores ou da limitação financeira por si só.

As classes A/B e C revezam o primeiro lugar de participação das diversas motivações e, em geral, não apresentam percentuais de participação muito discrepantes. A única exceção a esse padrão são os deslocamentos para estudos, em que a classe C é bem mais representativa, provavelmente porque ambas as áreas entrevistas se localizam próximas à universidade.

O Gráfico 45 apresenta o modal share das viagens por classe.

Gráfico 45: Percentual de viagens por modal de acordo com a classe

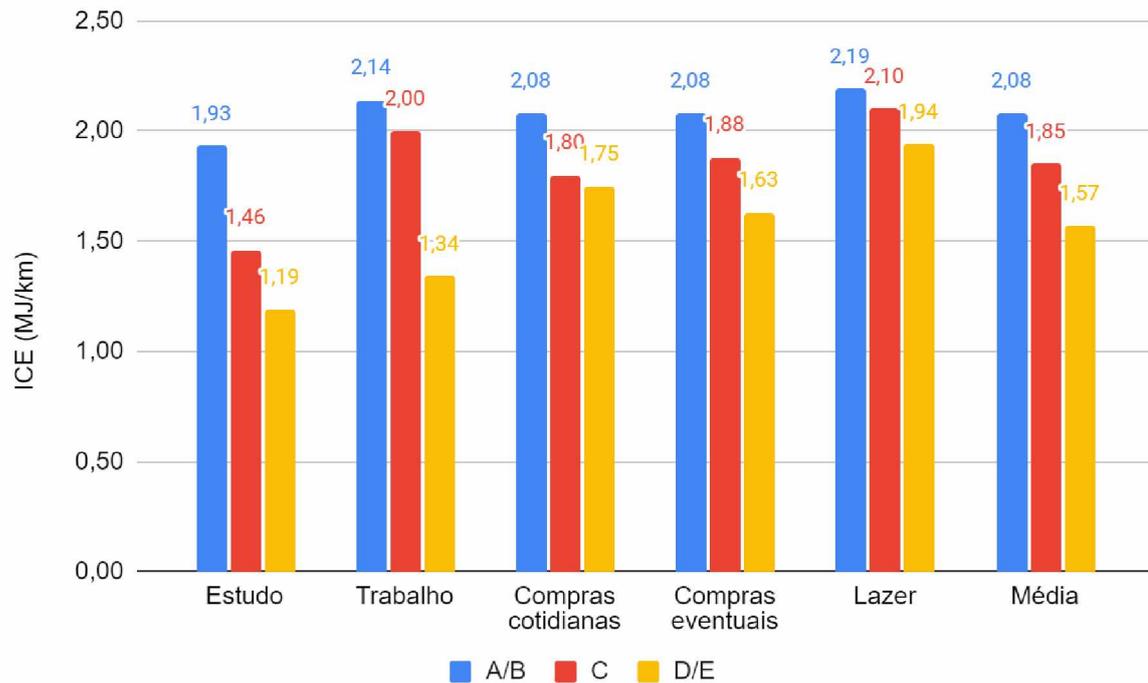


Fonte: Autora

É nítida a redução no uso de carro à medida que a renda diminui. Nota-se ainda que no caso da classe C a substituição do carro é feita quase que totalmente pelo modal a pé, enquanto a classe D/E recorre bastante ao transporte público e motocicletas. A classe C é ainda a que mais usa carro por aplicativo, provavelmente porque esse meio de transporte combina o conforto dos carros a um preço ainda razoavelmente acessível para viagens esporádicas.

Os Gráfico 46 e Gráfico 47 mostram o consumo de energia e emissões das classes por motivação.

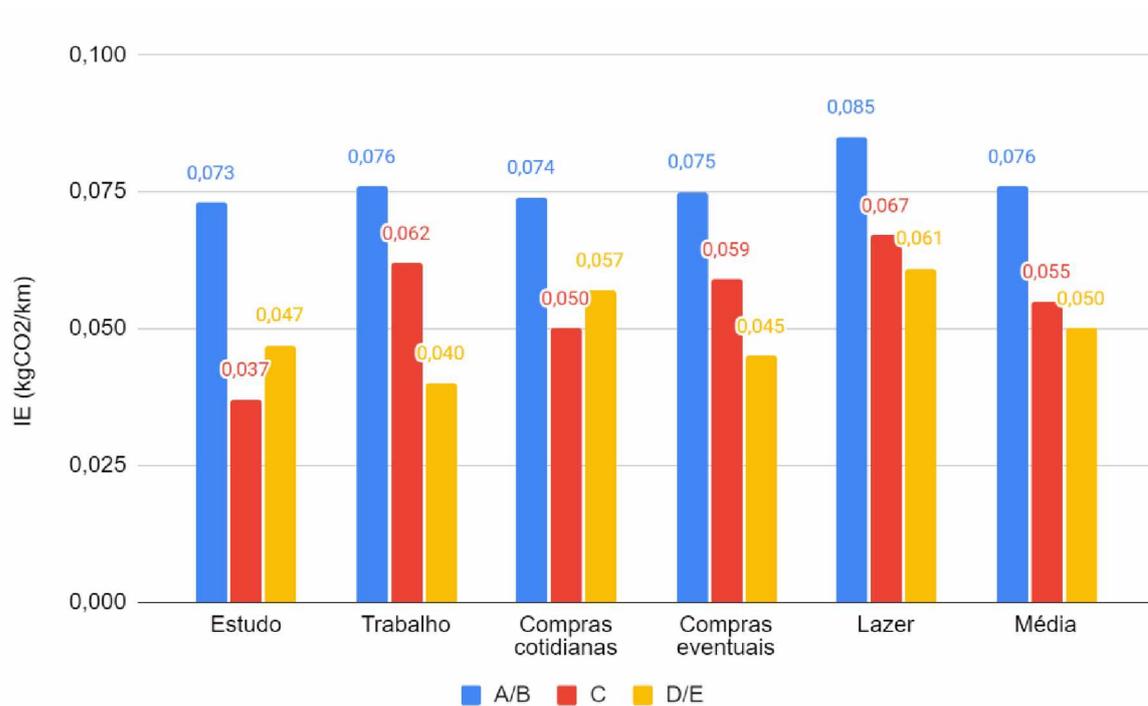
Gráfico 46: ICE de cada classe segmentado por motivação



Fonte: Autora

O padrão do ICE foi consistente para todas as motivações e na média, sendo que a classe com maior pegada energética foi a A/B, seguida da C e, por fim, D/E como mais eficiente. Esse comportamento do gráfico está de acordo com o modal share apresentado.

Gráfico 47: IE de cada classe segmentado por motivação



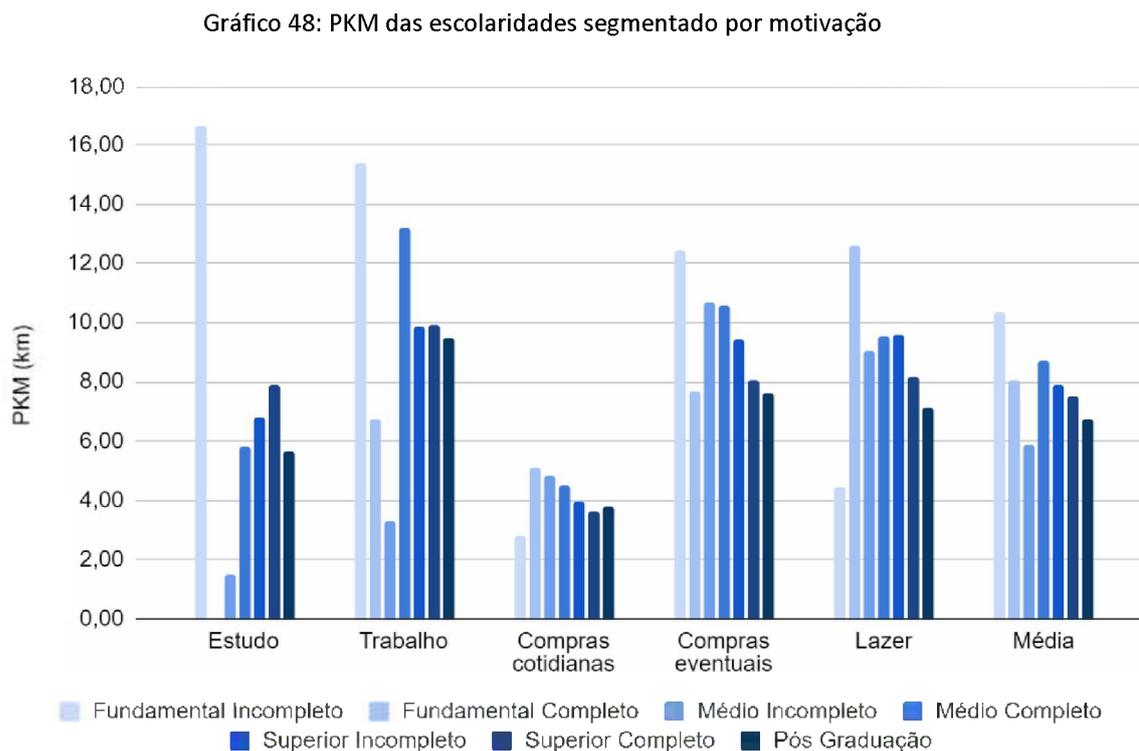
Fonte: Autora

No mesmo sentido do ICE, o IE também se relaciona ao modal share, mas de forma menos direta visto que nas motivações estudo e compras cotidianas, as emissões da classe D/E superam a classe C. Apesar disso a maioria dos deslocamentos e a média relatam uma densidade de emissões que diminui da classe A/B para classe D/E.

Os resultados apresentados estão de acordo com Ewing e Cervero (2001), Gomez-Ibanez (1991) Obregón-Biosca (2022), Vajjarapu e Verma (2022), Deus (2008) e Colesanti et al. (2014) ao passo que a renda afetou consistentemente o modal escolhido da forma esperada. Por outro lado, os comprimentos de viagem eram maiores na classe D/E, o que vai na contramão dos achados de Ewing e Cervero (2001), Manaugh, Miranda-Moreno e El-Geneidy (2010) e Vajjarapu e Verma (2022). O padrão de aumento do consumo de energia e emissões com a renda, por sua vez, está bastante alinhado com a literatura revisada (BÜCHS; SCHNEPF, 2013; O'NEILL; CHEN, 2002; OSWALD; OWEN; STEINBERGER, 2020; TEN DAM et al., 2022). Assim como no presente estudo, Colesanti et al. (2014) também identificou que a taxa de mobilidade é maior em rendas maiores.

7.4.2 Escolaridade

Para análise do PKM das viagens por escolaridade, o Gráfico 48 foi produzido. É importante contextualizar que a escolaridade é um bom parâmetro de inferência da renda, por isso, pode ser que as presentes análises estejam bastante alinhadas às feitas no item anterior.



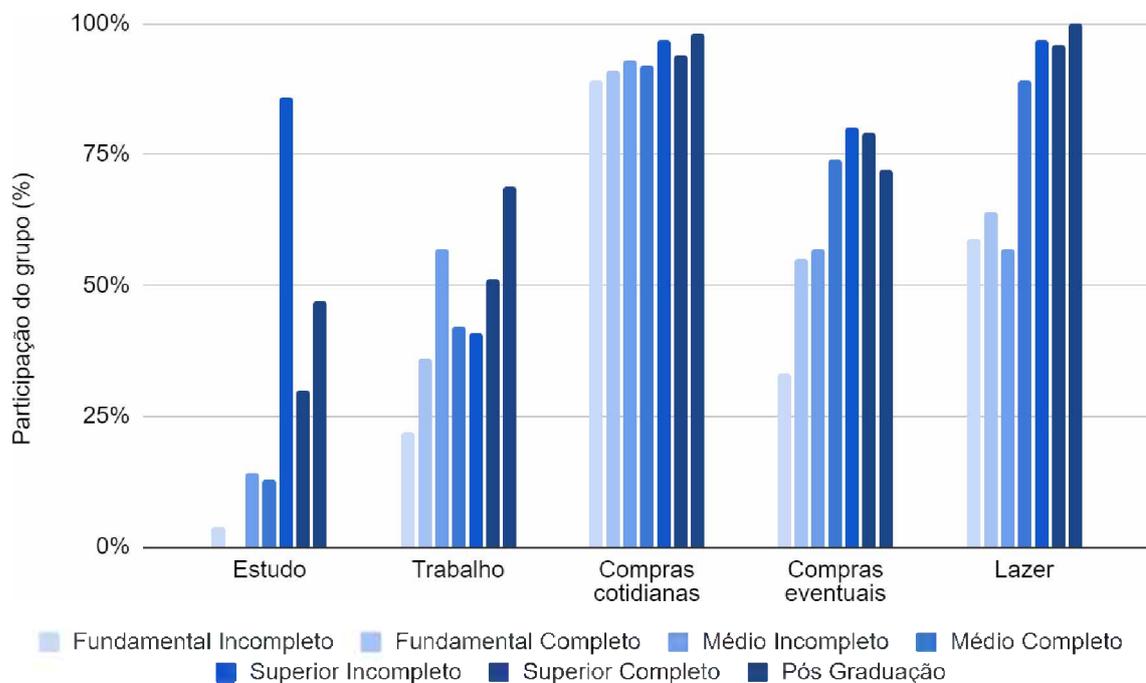
Fonte: Autora

Como mostra o gráfico, existe uma tendência geral de redução do PKM das viagens com o aumento da escolaridade, com pequenas exceções. Esse comportamento se alinha à análise de classe, ao passo que ambas mostram que as rendas/escolaridades mais baixas se deslocam mais para atender a maioria das demandas diárias. Esse resultado vem sumarizado na média dos PKMs, sendo que apenas os grupos “Médio Incompleto” e, por pouco, “Fundamental Completo”, fogem desse comportamento.

Essa conclusão ressalta a periferização das classes D/E e levanta questões de justiça social. Até agora, as análises parecem mostrar que, na cidade, quem tem menos acesso a mobilidade é também quem ocupa as zonas mais isoladas. Essas questões serão reforçadas nas análises posteriores.

O Gráfico 49 mostra a participação dos respondentes nos deslocamentos por motivação.

Gráfico 49: Percentual de respondentes por escolaridade que declararam se deslocar para cada motivação



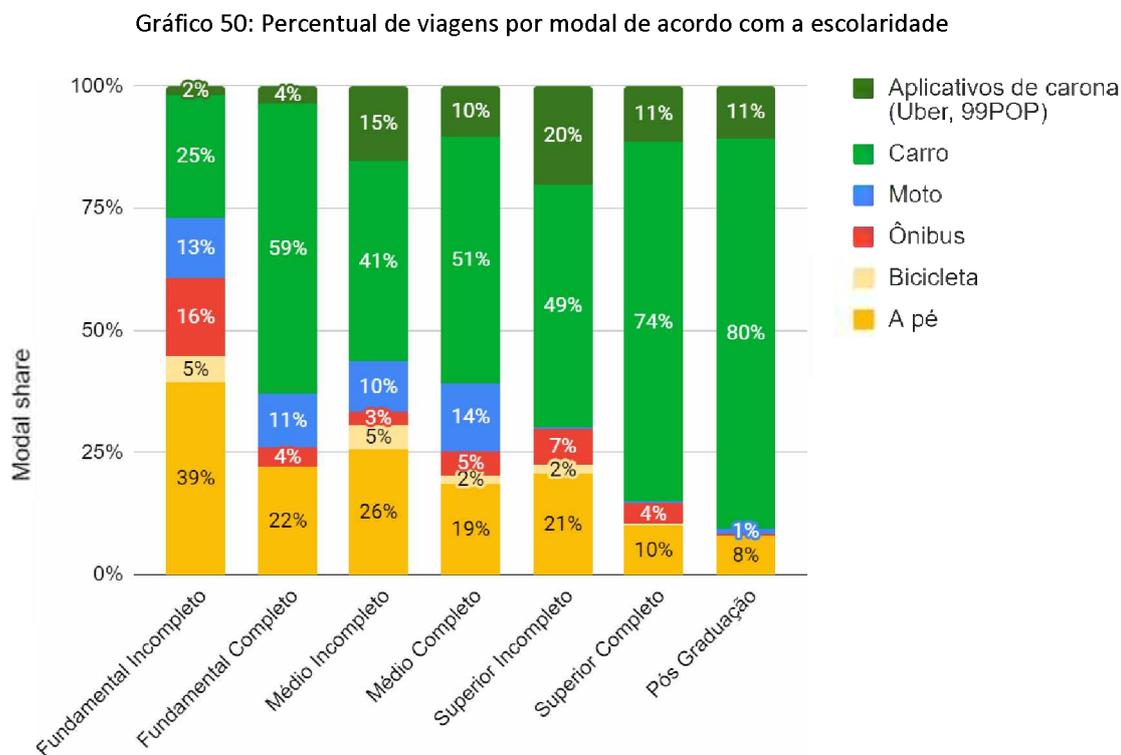
Fonte: Autora

A participação nas compras mostra um comportamento inverso ao PKM, em que os grupos de maior escolaridade participam mais, apesar desses deslocamentos serem menores. As compras cotidianas seguem essa mesma tendência, mas a diferença entre os grupos é bem pequena e, conseqüentemente, a participação é bem semelhante. Alguns comportamentos discrepantes são identificados, como a grande participação do grupo “Superior Incompleto” na motivação estudo, o que é esperado, considerando que o grupo ainda está em processo de finalização de graduação.

A análise do trabalho indica que as pessoas tendem a trabalhar mais antes ou depois de se formarem, visto que a participação nos deslocamentos para essa motivação diminui nos grupos “Médio Completo” e “Superior Incompleto”.

Além da questão da periferização, a presente análise mostrou que as classes/escolaridades mais baixas são menos ativas nos deslocamentos cotidianos, o que infere uma também menor participação na vida urbana.

O Gráfico 50 mostra como esses deslocamentos se distribuem em termos de modal share.

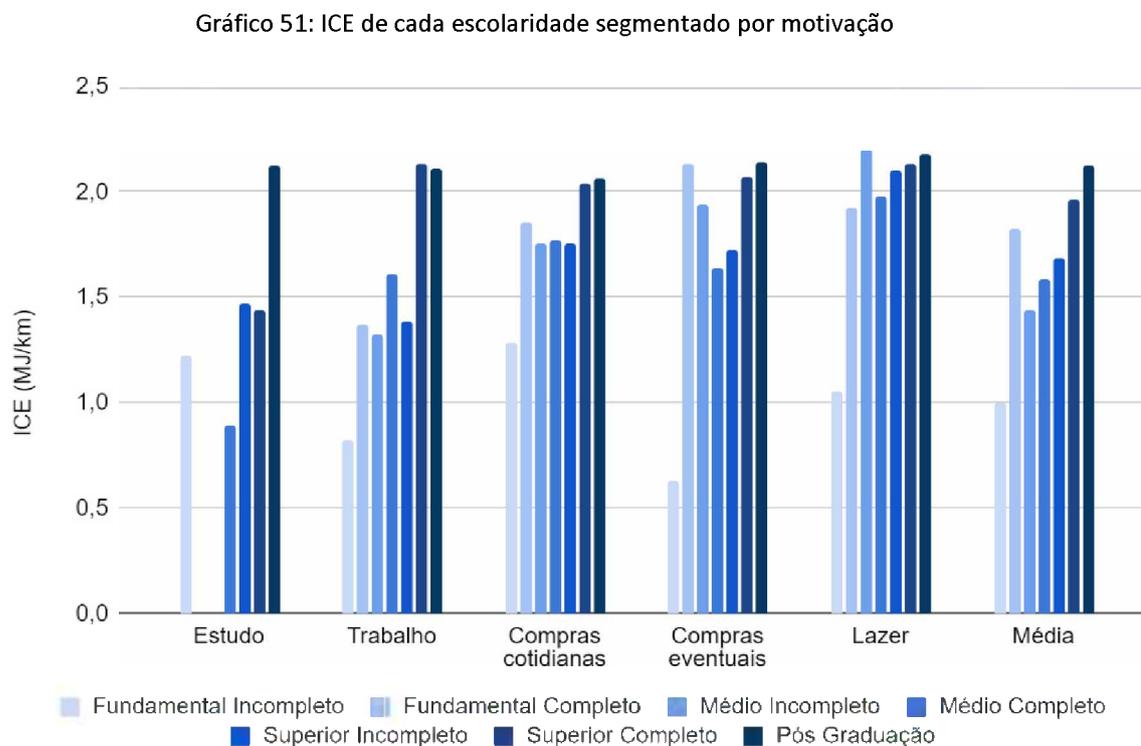


Fonte: Autora

É interessante notar o quão direta é a relação entre aumento da escolaridade (e consequentemente renda) e o uso de carro. Os grupos com escolaridades mais básicas são também os que apresentam modal share mais saudável, enquanto o uso de carro e APP aumenta com o grau de instrução. Chama-se atenção para o grupo “Superior Incompleto” que apresenta o maior uso de APP, esse comportamento pode indicar que os indivíduos em período de graduação aspiram a se deslocar como seus sucessores em escolaridade, ainda que boa parte do grupo não tenha carro.

A análise da escolaridade detalha a relação entre renda e uso de carro já identificada no Gráfico 45 e mostra uma relação mais direta. Isso provavelmente acontece porque os dados de classe foram retirados do censo IBGE 2010 e tratados como homogêneos para o setor, o que possivelmente coloca pessoas de rendas diferentes no mesmo grupo. Já a escolaridade foi obtida individualmente através dos questionários e por isso parece refletir a renda real de cada respondente.

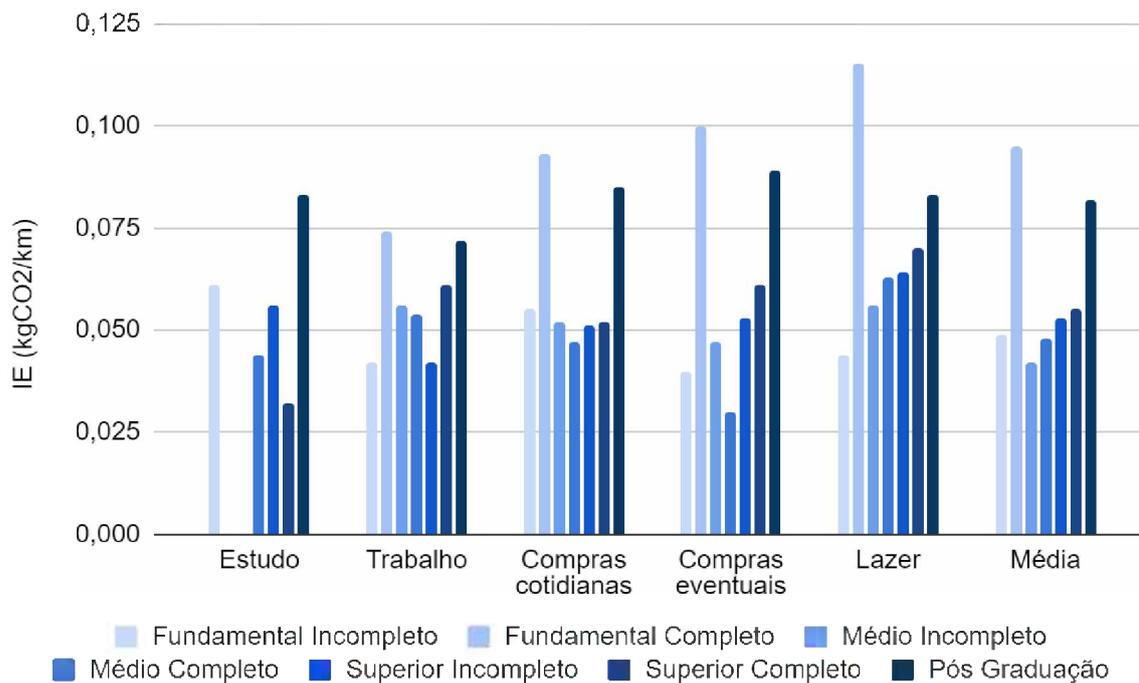
O ICE e IE dos grupos separados por escolaridade é tratado com o auxílio dos Gráfico 51 e Gráfico 52.



O comportamento do ICE segue uma lógica inversa ao comportamento do PKM, sendo que os grupos de escolaridade mais alta apresentam os maiores ICEs. Esse resultado mostra que, por maiores que sejam os deslocamentos dos grupos de menor instrução, estes ainda são feitos por modais sustentáveis, enquanto os grupos mais graduados possuem deslocamentos pequenos, mas ainda assim recorrem a modais de alta densidade energética.

Apenas o grupo “Fundamental Completo” foge a esse padrão apresentando consumo energético equiparável à grupos de escolaridades maiores. É interessante notar que esse mesmo grupo apresentava comportamento anômalo já no modal share, ao passo que usava mais carro do que seria o esperado segundo a tendência do gráfico. Nesse sentido, o alto consumo energético é explicado pelo maior uso de carro, mas não foi encontrada uma explicação lógica para anomalia desse segundo parâmetro.

Gráfico 52: IE de cada escolaridade segmentado por motivação



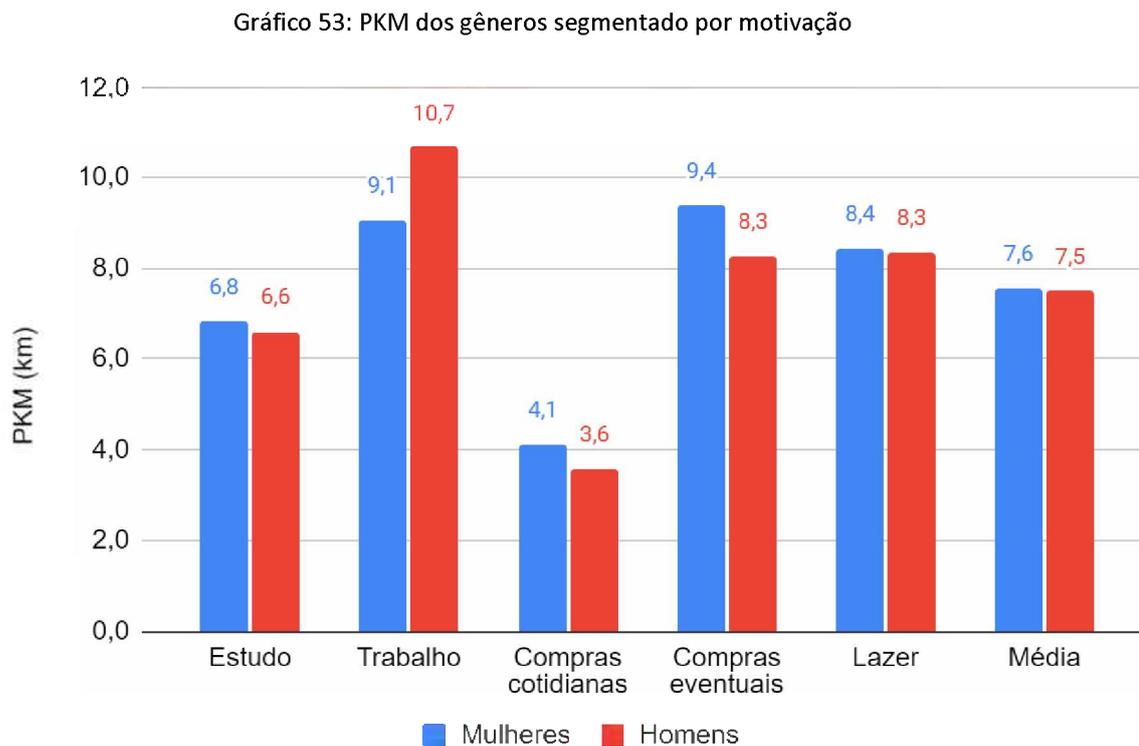
Fonte: Autora

O IE médio das viagens segmentadas por escolaridade apresentou comportamento bastante parecido com o ICE médio, o que indica que talvez essa organização dos dados seja a que mais obedece a uma organização lógica, em que indivíduos de mesmo comportamento são colocados nos mesmos grupos. Os grupos com viagens mais energeticamente densas foram também os que mais emitiram CO₂, ou seja, a tendência geral dos dois gráficos mostra que o ICE e IE aumentam com a escolaridade. O grupo “Fundamental Completo” novamente fugiu da linha de tendência do gráfico, apresentando emissões mais altas que o normal.

As análises segmentadas por escolaridade mostraram que quando maior a escolaridade, menor o PKM, porém maior o uso de carro. Essa dependência do carro aumenta o consumo energético e emissões de CO₂ das escolaridades mais altas. Nesse sentido, a análise do ICE e IE está de acordo com trabalhos de (BÜCHS; SCHNEPF, 2013; POORTINGA; STEG; VLEK, 2004; TEN DAM et al., 2022). Além disso, a taxa de mobilidade é maior em escolaridades maiores, o que vai de acordo com Colesanti et al. (2014).

7.4.3 Gênero

O Gráfico 53 apresenta o PKM de cada gênero nas viagens por motivação. É importante lembrar que nenhum participante se identificou com outro gênero que não “Masculino” e “Feminino”, embora fosse possível assinalar outras opções.

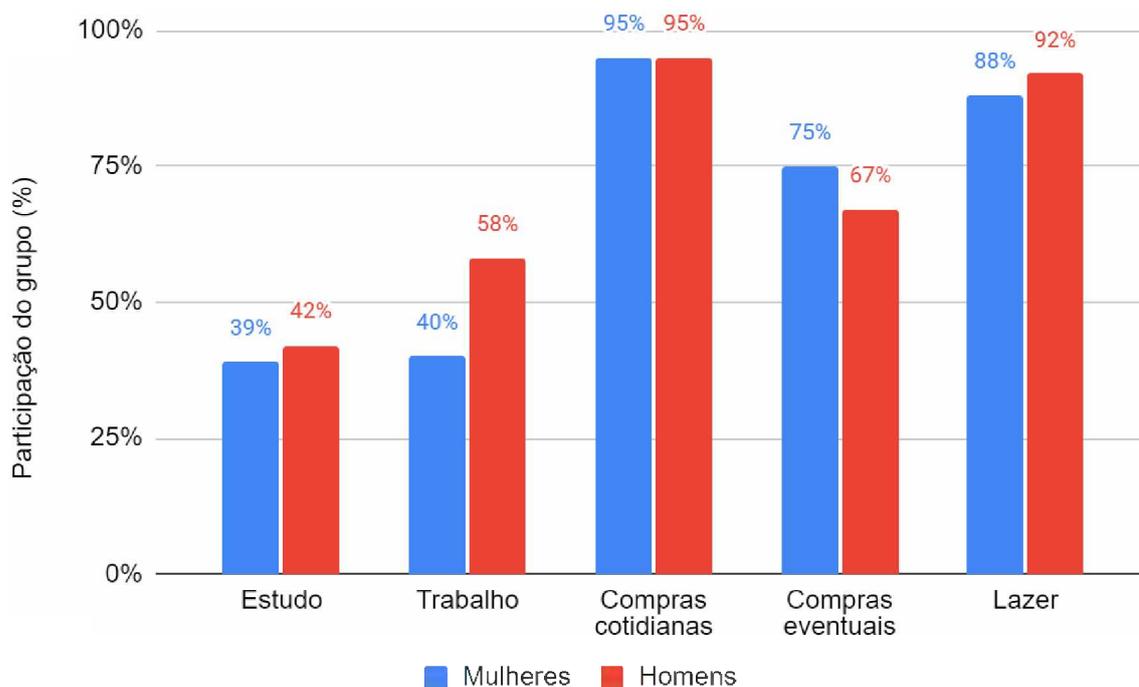


A análise do PKM mostra que, em geral, homens e mulheres se deslocam por distâncias muito parecidas para todas as motivações, fato evidenciado pela média. Uma diferença maior é notada nos deslocamentos para trabalho (homens se deslocam distâncias 17,6% maiores) e compras eventuais (mulheres se deslocam distâncias 13,2% maiores).

Quando a média dos deslocamentos mensais foi feita, os resultados foram bastante semelhantes, o que indica que a frequência dos deslocamentos entre os gêneros também é bem parecida. A única exceção a esse comportamento são os deslocamentos para compras eventuais, em que as distâncias aumentam em 32% no caso das mulheres, indicando que, apesar do PKM das viagens ser razoavelmente semelhante, elas fazem esse tipo de compra com mais frequência.

Todas as análises anteriores foram feitas com os dados de respondentes que afirmaram se deslocar para cada propósito, mas com o intuito de analisar qual percentual de respondentes de cada gênero se desloca para cada motivação, o Gráfico 54 foi produzido.

Gráfico 54: Percentual de respondentes por gênero que declararam se deslocar para cada motivação

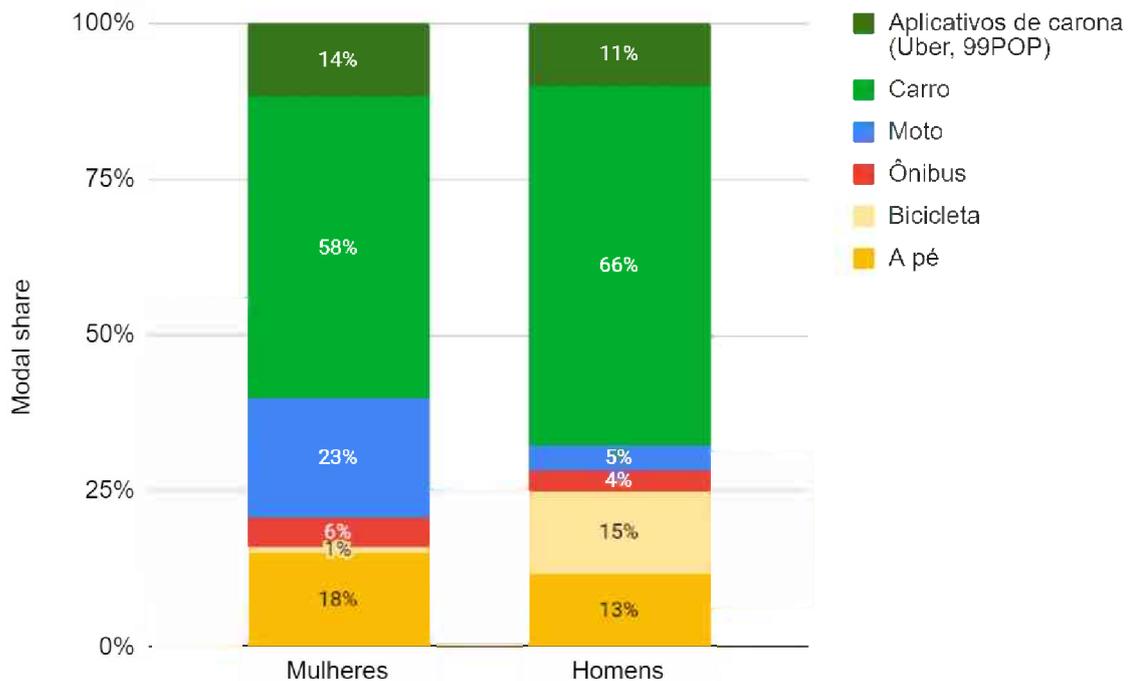


Fonte: Autora

Novamente, os homens e mulheres parecem se deslocar para cada motivação em proporção semelhante. Os propósitos que mais se diferenciaram foram “trabalho”, em que os homens saem de casa 18% mais, e compras eventuais, em que as mulheres saem de casa 8% mais. É interessante notar que essas discrepâncias convergem com as discrepâncias de PKM, ou seja, nessas motivações, cada gênero não só se desloca mais em distância, mas também tem um percentual maior do grupo realizando esses deslocamentos. Chama-se atenção para o fato que os homens ainda parecem ser mais responsáveis pela renda da família, ainda que as compras de “manutenção” da casa sejam igualmente divididas.

O Gráfico 55 mostra como esses deslocamentos são feitos em termos de modal.

Gráfico 55: Percentual de viagens por modal de acordo com o gênero



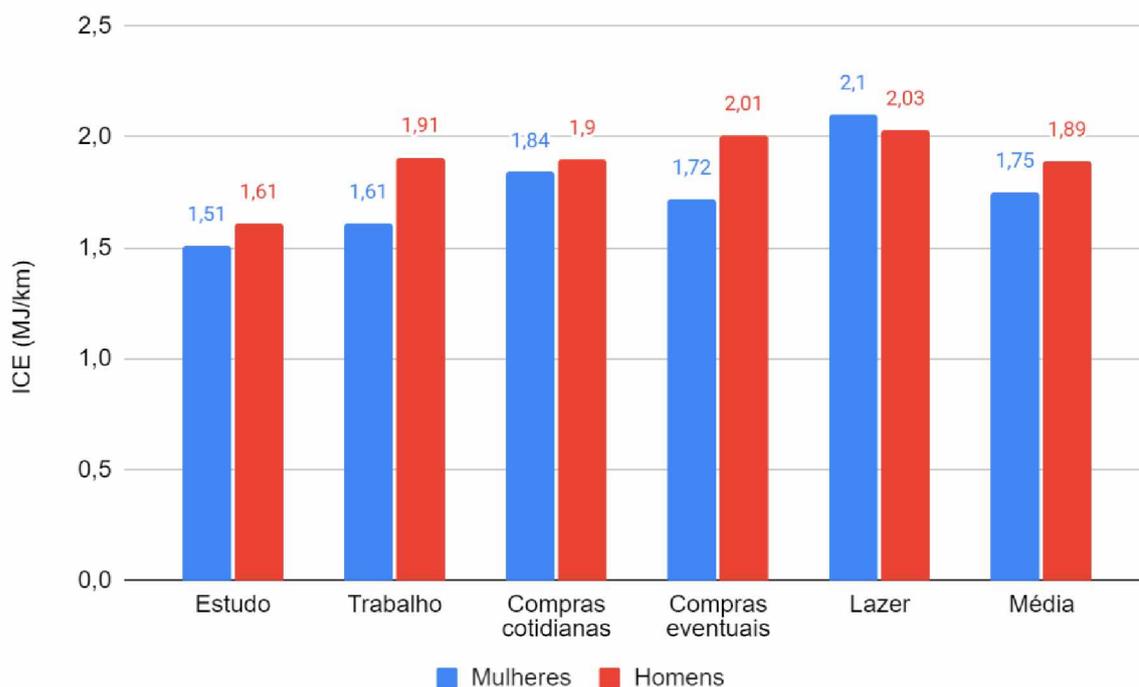
Fonte: Autora

Os homens se deslocam ativamente com mais frequência, o que parece estar relacionado à flexibilidade que esse grupo tem de usar bicicleta, enquanto as mulheres raramente usam esse modal. O uso de ônibus é bem parecido entre os gêneros, mas as motos são vastamente mais usadas pelas mulheres e acabam por roubar boa parte dos deslocamentos por carro desse grupo. Por fim, o maior uso de motos por parte das mulheres equilibra o uso de bicicletas dos homens fazendo com que o uso de carro (privado e APPs) se diferencie apenas 5% entre os grupos.

Esse comportamento parece refletir uma certa insegurança das mulheres para com os meios ativos de maior alcance. Para compensar esse déficit, o grupo recorre às motos, que são uma alternativa mais barata para os deslocamentos longos do que o carro e APP. Ressalta-se por fim que o carro privado ainda é um luxo razoavelmente mais presente na vida dos homens (8% a mais de uso).

O ICE e IE de cada gênero serão tratados com auxílio dos Gráfico 56 e Gráfico 57. As complexas relações entre PKM e modal share que explicam as diferenças no ICE e IE entre motivações e gêneros já foram contextualizadas no item anterior e por isso não serão detalhadas no presente item.

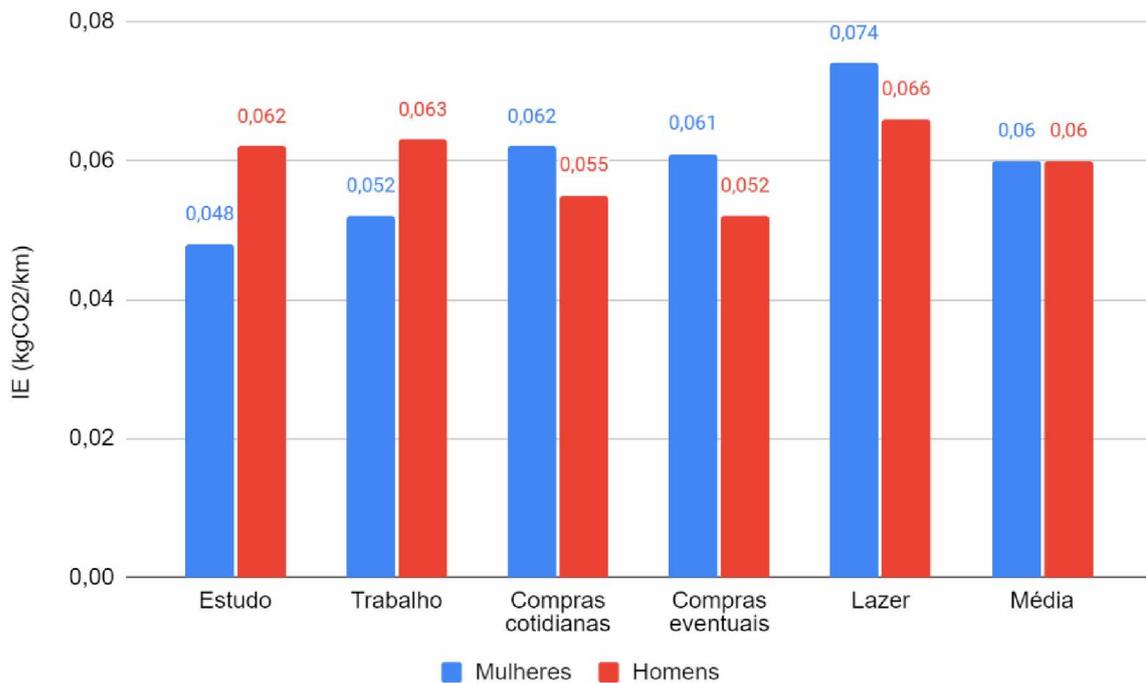
Gráfico 56: ICE de cada gênero segmentado por motivação



Fonte: Autora

Com exceção da motivação lazer, em todos outros casos os homens consomem mais energia do que as mulheres. Esse comportamento se alinha com o maior uso de carro geral desse grupo e explica a média de consumo dos homens ser maior. Nota-se ainda que nas motivações trabalho e compras eventuais a diferença de ICE se acentua, ressaltando o quanto as mulheres se deslocam de forma mais sustentável para esses fins. Por outro lado, na motivação lazer os homens parecem ser mais eficientes, o que pode estar ligado a uma maior sensação de segurança para usar modais que não o carro em deslocamentos noturnos.

Gráfico 57: IE de cada gênero segmentado por motivação



Fonte: Autora

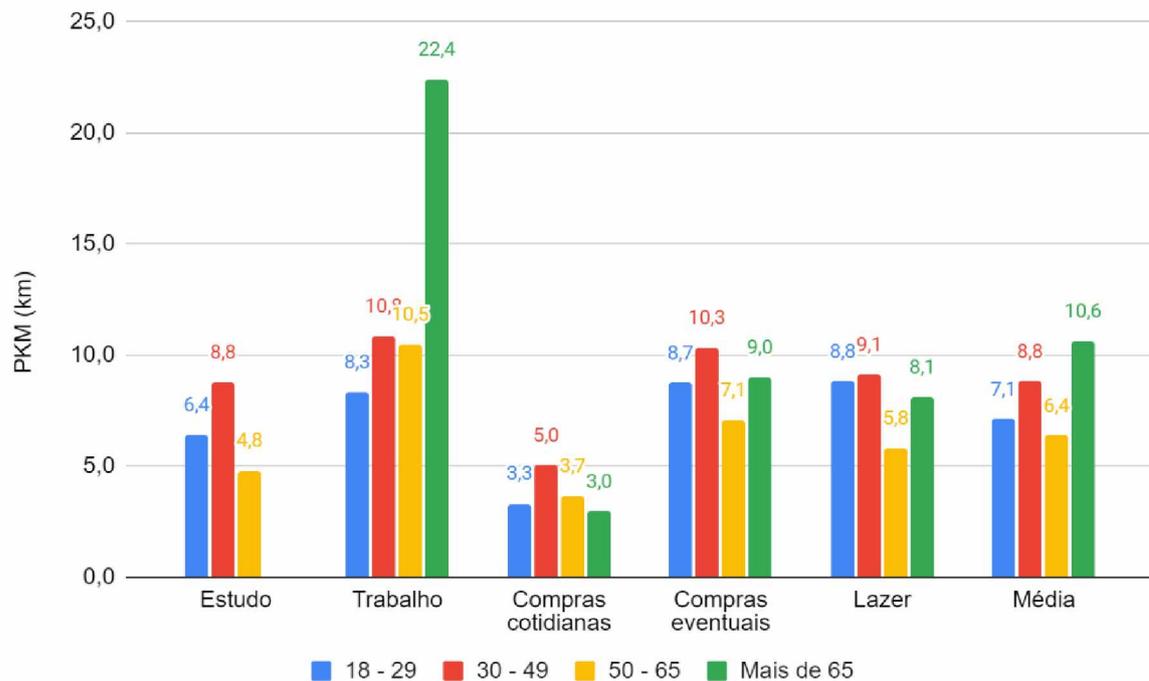
Como mostra o gráfico, o IE não seguiu a mesma lógica do ICE, fato também já relatado em várias análises anteriores. Nesse sentido, mulheres emitiram mais nas motivações trabalho e estudo, enquanto os homens emitiram mais nas duas compras e lazer. Apesar das diferenças, os valores se equilibraram e a média final foi a mesma para ambos os gêneros.

As análises corroboraram parcialmente com a literatura revisada. Corroborando com o encontrado por Peters (2002) e Vajjarapu e Verma (2022) as mulheres de fato caminham mais e têm menos acesso aos veículos particulares, porém não é possível dizer que o modal share delas é significativamente mais saudável. No mesmo sentido, mulheres consomem menos energia nos deslocamentos, corroborando com Raty e Carlsson-Kanyama (2010) e ten Dam et al. (2022), mas em termos de CO₂ os gêneros se equiparam.

7.4.4 Faixa etária

O Gráfico 58 mostra o PKM de cada faixa etária para as motivações estabelecidas.

Gráfico 58: PKM das faixas etárias segmentado por motivação



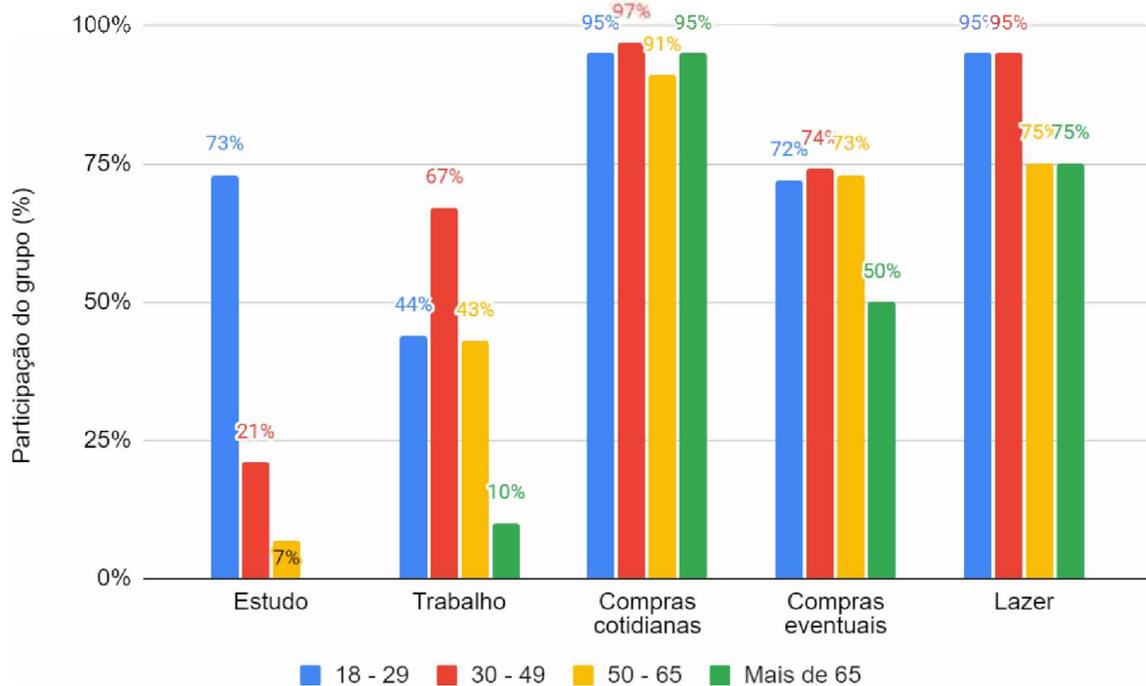
Fonte: Autora

Os PKMs por faixa etária mostraram que, em geral, a faixa dos 30 aos 49 anos é a que apresenta maiores deslocamentos. Esta foi superada apenas no caso dos deslocamentos para trabalho das pessoas com mais de 65 anos, porém, esse dado consiste em uma média composta por apenas dois dados com valores altos e por isso podem não ser muito confiáveis.

É interessante notar que os PKMs apresentam um comportamento de pirâmide em que a faixa dos 30 – 49 geralmente ocupa o primeiro lugar, seguida da faixa 18 – 29, que na maioria das vezes ganha da faixa 50 - 65. Portanto, era de se esperar um aumento das distâncias percorridas até os 30 - 49 anos, seguida de uma queda. Os respondentes com mais de 65 anos, no entanto, apresentaram deslocamentos muitas vezes mais altos que o esperado, comprometendo essa tendência. Assim como na análise por gênero, o comportamento dos deslocamentos mensais por faixa etária se mostrou semelhante à ao comportamento do PKM, indicando que a frequência destes é razoavelmente parecida entre os grupos.

Para analisar a participação de cada grupo nos deslocamentos, utilizaremos o Gráfico 59.

Gráfico 59: Percentual de respondentes por faixa etária que declararam se deslocar para cada motivação

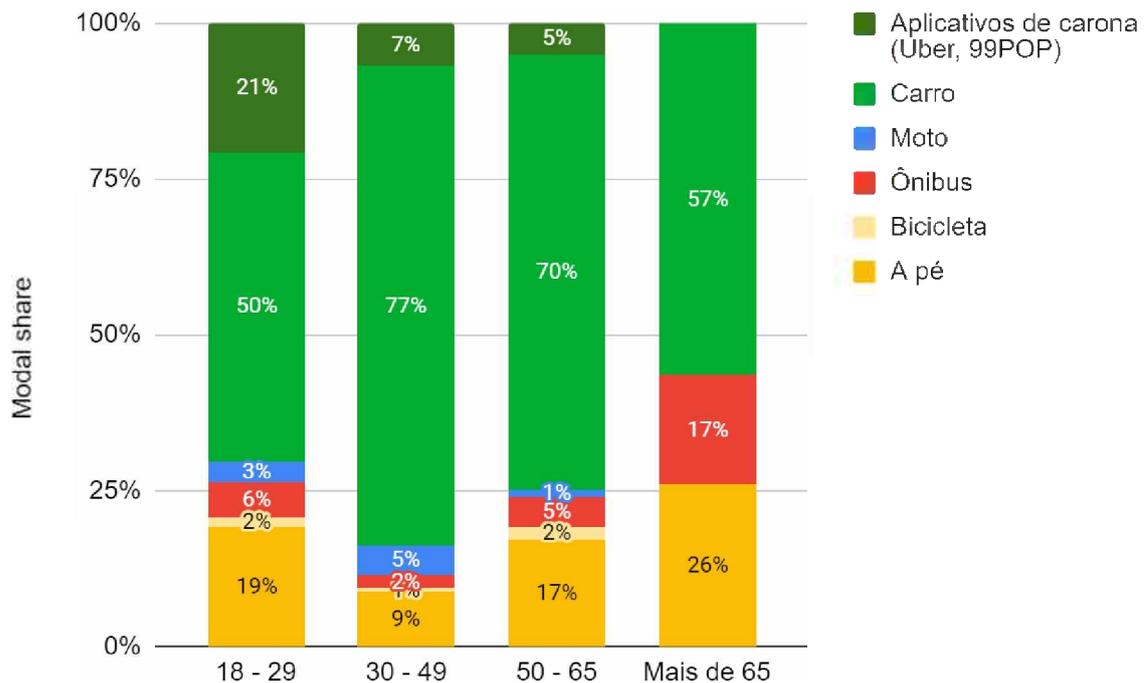


Fonte: Autora

Quando analisamos o percentual de pessoas de cada grupo que se desloca, o cenário muda no caso dos respondentes com mais de 65 anos. As informações dos gráficos apresentados mostram que o percentual de indivíduos que se deslocam nessa faixa é menor, mas que os que o fazem, se deslocam por grandes distâncias. As únicas motivações em que o grupo com mais de 65 anos se mostrou equiparável foram as compras cotidianas e o lazer.

A faixa de 30 – 49 anos é a mais presente nos deslocamentos para trabalho e a de 18 – 29 anos nos deslocamentos para estudo. Para as compras cotidianas os grupos mostraram resultados bastante parecidos, assim como nas compras eventuais (com exceção do grupo mais velho). No quesito lazer, a participação é alta para os dois primeiros grupos mais novos e diminui a partir dos 50 anos.

Gráfico 60: Percentual de viagens por modal de acordo com a faixa etária



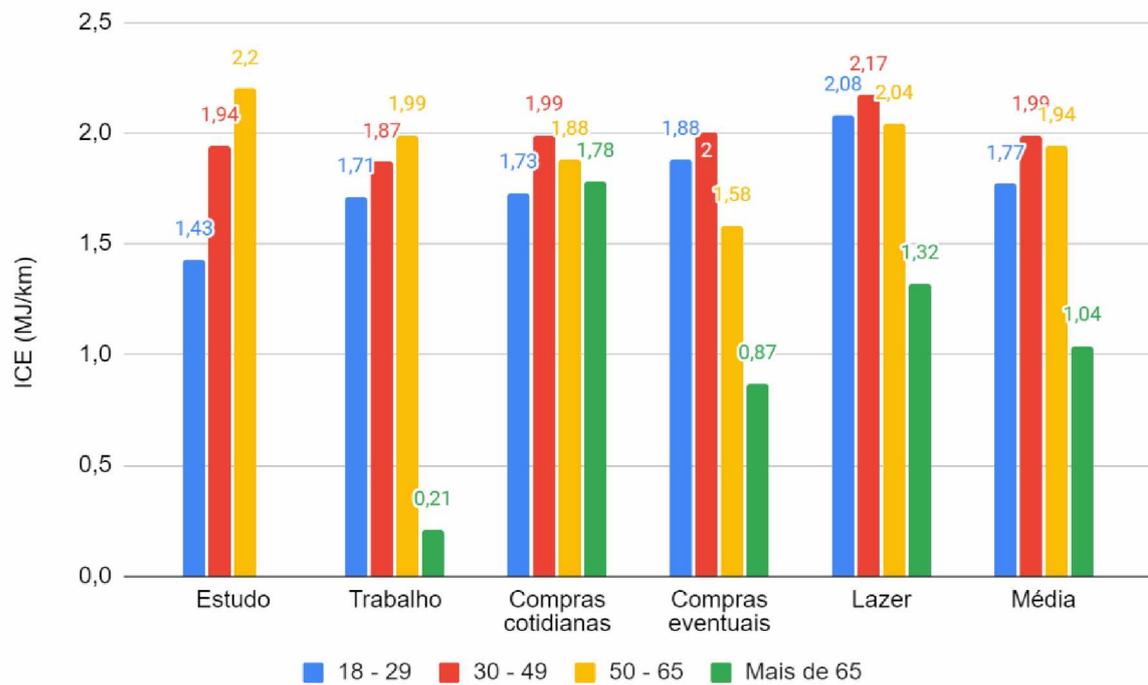
Fonte: Autora

O comportamento do modal share mostra a mesma tendência de pirâmide do PKM, em que o uso de carro aumenta até o segundo grupo e depois tende a diminuir. Esse comportamento infere que o uso do carro está ligado a uma estabilidade financeira mais presente nos dois grupos do meio. O grupo mais novo possivelmente possui baixa posse de carro (e por isso recorre tanto aos aplicativos), enquanto no caso do grupo mais velho, a habilidade de dirigir tende a ser perdida ao longo dos anos.

Nota-se que apesar do grupo mais velho muitas vezes apresentar longos PKMs, este demonstrou o modal share mais equilibrado entre modais ativos, coletivos e individuais.

Os Gráfico 61 e Gráfico 62 mostram o ICE e IE dos deslocamentos por faixa etária.

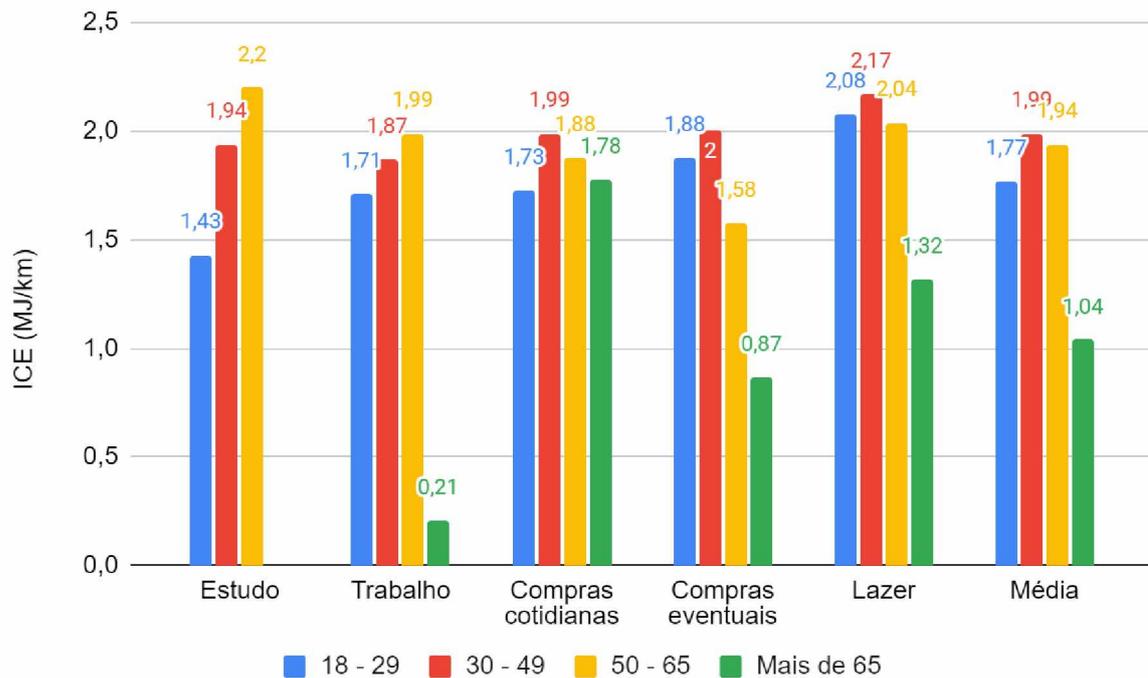
Gráfico 61: ICE de cada faixa etária segmentado por motivação



Fonte: Autora

Os maiores ICEs variam entre a faixa dos 30 – 49 e 50 – 65, condizente com o maior uso de carro dessa faixa etária. No mesmo sentido, a faixa etária que teve o modal share mais equilibrado (mais de 65) apresentou ICEs consideravelmente menores que as demais. A faixa etária mais nova se comportou como um intermediário, com exceção dos deslocamentos para lazer e compras eventuais, que se mostraram bastante semelhantes aos demais.

Gráfico 62: IE de cada faixa etária segmentado por motivação



Fonte: Autora

O IE mais uma vez apresentou um comportamento que foge da lógica do ICE e varia muito entre as motivações. No entanto, julgando o resultado pela média das motivações, identifica-se um padrão que se relaciona bastante ao modal share e ICE. Nesse sentido, as faixas etárias que mais emitem mais são também as que mais usam carro (30 – 49 e 50 – 65), seguidas pela faixa 18 – 29 como um intermediário e, por fim, a faixa mais velha sendo a mais eficiente em emissões graças ao equilíbrio entre os modais.

Portanto, controlando os outliers, a faixa etária que se desloca pelas maiores distâncias é a dos 30 – 49 e 18 – 29. O uso de carro é mais presente nas faixas 30 – 49 e 50 – 65, o que eleger esses grupos como, respectivamente, os que mais consomem energia e emitem CO₂. Esses resultados diferem parcialmente dos estudos de Manaugh, Miranda-Moreno e El-Geneidy (2010), Büchs e Schnepf (2013), O’Neill e Chen (2002) e Poortinga, Steg e Vlek (2004) que afirmam que as distâncias diminuem com a idade.

Os achados da sessão socioeconômica estão sumarizados no Quadro 6.

Quadro 6: Características socioeconômicas e sua relação com parâmetros de eficiência

PKM	Participação nos deslocamentos	Modal share	ICE	IE
-----	--------------------------------	-------------	-----	----

Classe	O PKM é maior para as classes D/E, seguido da classe A/B. A classe C apresenta os menores deslocamentos	As classes A/B e C participam nos deslocamentos de forma semelhante, enquanto a classe D/E é menos representativa para todos os casos	O uso de carro diminui com a renda. A classe C substitui o carro basicamente pelo modal a pé, enquanto a D/E recorre bastante às motos e transporte público	O ICE aumenta com o aumento da renda	O IE aumenta com o aumento da renda
Escolaridade	Diminui com o aumento da escolaridade	Aumenta com o aumento da escolaridade	O uso de carro aumenta com o aumento da escolaridade. À medida que a escolaridade diminui, o modal share fica mais equilibrado	Aumenta com o aumento da escolaridade	Aumenta com o aumento da escolaridade
Gênero	Semelhante na média entre os gêneros. Homens se deslocam um pouco mais a trabalho e mulheres um pouco mais para compras eventuais	Semelhante na média entre os gêneros. Homens são um pouco mais representativos nas viagens a trabalho e mulheres um pouco mais representativas nas compras eventuais	O uso de carro entre os grupos é semelhante, mas as mulheres recorrem mais aos APPs. Homens se deslocam mais ativamente e mulheres usam mais moto	Homens consomem mais energia na média e para todas as motivações, com exceção dos deslocamentos para lazer	Semelhante na média entre os gêneros. Mulheres emitem mais para trabalho e estudo, enquanto os homens emitem mais nas duas compras e lazer
Faixa etária	A faixa 30 – 49 anos apresenta maiores PKMs, seguida da 18 – 29 e 50 – 65	A faixa de 30 – 49 é a mais presente nos deslocamentos para trabalho e a de 18 – 29 nos estudos. Para ambas as compras, as participações foram semelhantes. No lazer, a participação é alta nos dois primeiros grupos mais novos e diminui nos dois mais velhos	A faixa 30 – 49 apresenta maior uso de carro, seguida da 50 – 65. Nas demais faixas (principalmente a mais velha) o modal share é levemente mais equilibrado	As faixas 30 – 49 e 50 – 65 tiveram maiores ICEs e a >65 o menor. A faixa 18 – 29 se comportou como intermediária	As faixas 30 – 49 e 50 – 65 tiveram maiores IEs e a >65 o menor. A faixa 18 – 29 se comportou como intermediária

Fonte: Autora

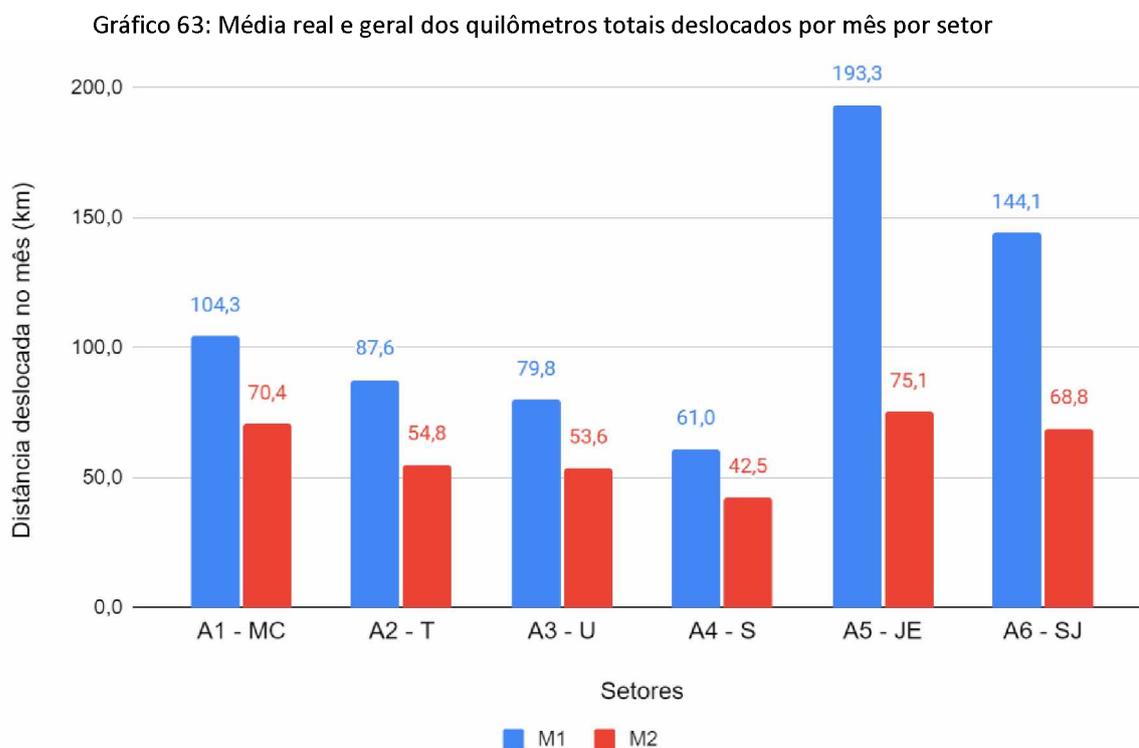
7.5 Comportamento de viagem por setor

7.5.1 Análises gerais

Nesse capítulo os dados serão apresentados em uma segmentação por setor, de forma a mesclar todas as características isoladas nos subcapítulos anteriores. Dessa

forma, será possível observar a composição das análises segmentadas anteriores e o peso que cada uma delas tem no comportamento final.

A primeira análise apresentada é a média total de deslocamentos por setor, independente de motivação (Gráfico 63). O parâmetro “média real” se refere à média da distância deslocada apenas entre os respondentes que afirmaram se deslocar, e dá uma ideia da distância real percorrida pelos viajantes daquele setor. O parâmetro “média geral” é uma média que considera também as pessoas que não se deslocam para aquela motivação, ou seja, considera os zeros, e dá uma ideia de como o setor se comporta como um todo. Ambas análises levam em consideração o montante deslocado no mês, sem considerar a frequência das viagens.



Primeiramente, é interessante contextualizar que, se considerada a distância média viajada entre as pessoas que se deslocam (média real), as áreas A5 e A6 apresentam valores muito maiores. Isso indica que as viagens dos moradores desses bairros são, em média, mais compridas. Por outro lado, a média geral é “reduzida” pelas pessoas que não se deslocam, o que confere a ela um poder de inferir sobre o quanto um bairro se desloca como um todo. Nesse sentido, é interessante notar que as áreas

que tem maiores médias reais também são as que mostram a maior diferença entre médias, o que indica que, apesar (ou pelo fato de) dos deslocamentos reais serem longos, poucas pessoas os fazem. Corroborando com o trabalho, Colesanti et al. (2014) já havia relatado em seu estudo uma mobilidade menor entre pessoas de baixa renda.

Contextualizado esse fato, as demais análises serão todas feitas com base na média real, parâmetro que tem poder de inferir sobre a relação entre a forma urbana e os deslocamentos. Todos os padrões observados serão validados pela comparação com os subcapítulos anteriores, onde cada uma das variáveis foi analisada de forma isolada.

A análise da média real indica uma certa tendência de redução dos quilômetros viajados por pessoa proporcional à redução na renda. Esse achado convergiria totalmente com a literatura revisada (EWING; CERVERO, 2001; MANAUGH; MIRANDA-MORENO; EL-GENEIDY, 2010; VAJJARAPU; VERMA, 2022) se não fosse pelo comportamento divergente da classe D/E, que tem deslocamentos vertiginosamente maiores do que as demais classes. Essa condição pode estar ligada a uma característica brasileira de alocação de loteamentos de classe baixa nas bordas da cidade, o que obriga os residentes a se deslocarem grandes distâncias para acessar equipamentos urbanos e polos de comércio, trabalho, lazer e estudo.

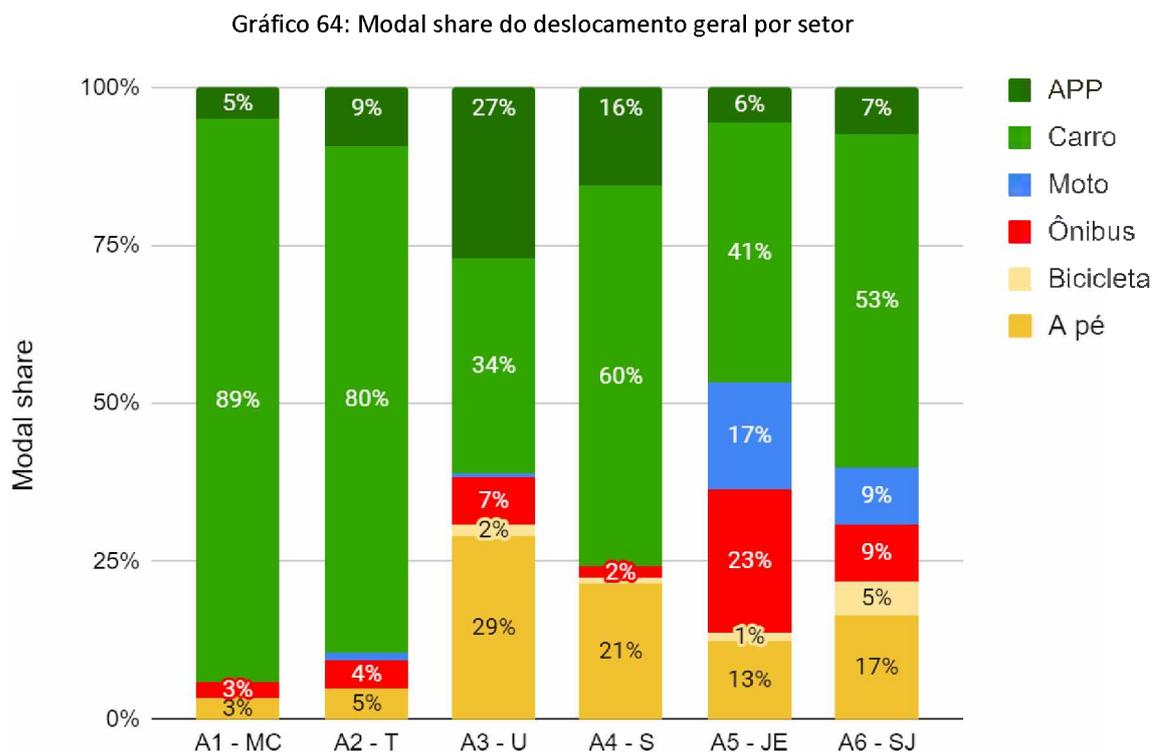
A densidade parece influenciar no deslocamento total, visto que em todas as áreas densas (A2, A4 e A6) o deslocamento mensal foi menor em relação ao seu homólogo em classe. Por outro lado, o item 7.3.1 que isola a variável densidade não mostrou essa relação, o que infere que esse comportamento do gráfico pode ser atribuído à outros fatores que não a densidade em si (como a frequência de deslocamentos, por exemplo).

A entropia do uso do solo também se correlacionou aos deslocamentos totais, visto que as três áreas com menor volume de deslocamentos também são as que possuem o uso mais misto (A3, A2 e A4). Além desses fatores, a área com melhor conectividade geral (A4) foi a que menos se deslocou, enquanto nas áreas com pior conectividade (A5 e A6) os deslocamentos foram bem maiores. Ao contrário da densidade, essas análises estão de acordo com o observado no item 7.3.

A presente análise dá uma ideia de que o deslocamento mensal é primordialmente ditado pela renda e a forma urbana (em termos de uso do solo e

conectividade) tem uma importância secundária. Nesse sentido, o estudo corrobora com a extensa literatura revisada.

Para que se discuta sobre a qualidade desses deslocamentos, utilizaremos os gráficos de modal share (Gráfico 64), energia consumida e CO₂ emitido para cada setor (Gráfico 65).



Fonte: Autora

As análises do item 7.4.1 mostraram que o modal share se relaciona primordialmente com a classe, mas quando analisado por setor, esses parâmetros se relacionaram de forma menos direta, apesar da tendência ainda ser identificada. Isso acontece provavelmente porque apesar da renda ser de fato o parâmetro mandatório na distribuição do modal share, ainda se verifica uma influência das questões de forma urbana. Os seguintes parágrafos serão dedicados ao trato dessas divergências.

O primeiro comportamento anômalo é o da área 3, que apresenta o maior índice de deslocamentos ativos e coletivos de todas as áreas, fugindo do padrão de comportamento esperado para sua classe. Esse fato pode estar relacionado à característica universitária da maior parte do público respondente da pesquisa, que provavelmente tem renda menor do que a média do setor. Além disso, a proximidade

entre a área e a Universidade Federal de Uberlândia pode explicar um comportamento de “self-selection” dos alunos, que muitas vezes escolheram morar perto da universidade para ir até ela a pé, o que é diferente da cidade em si induzir esse comportamento. Essa análise dá a entender que, além da renda, existem questões específicas do bairro que atraem um certo público e acabam por influenciar o modal share.

A segunda análise que chama atenção é o fato da área 5 recorrer muito mais ao transporte coletivo e às motos do que a área 6, que tende a recorrer mais aos meios ativos. Esse comportamento pode estar relacionado à várias questões. Primeiramente, especula-se que a conformação mais mista da A6 em comparação com a A5 reflete no menor PKM médio das viagens (9,99 km contra 12,95 km) e acabar por prover mais condições para que seus residentes caminhem. Essa análise também se aplica às áreas A1 e A2, ainda que em menor proporção.

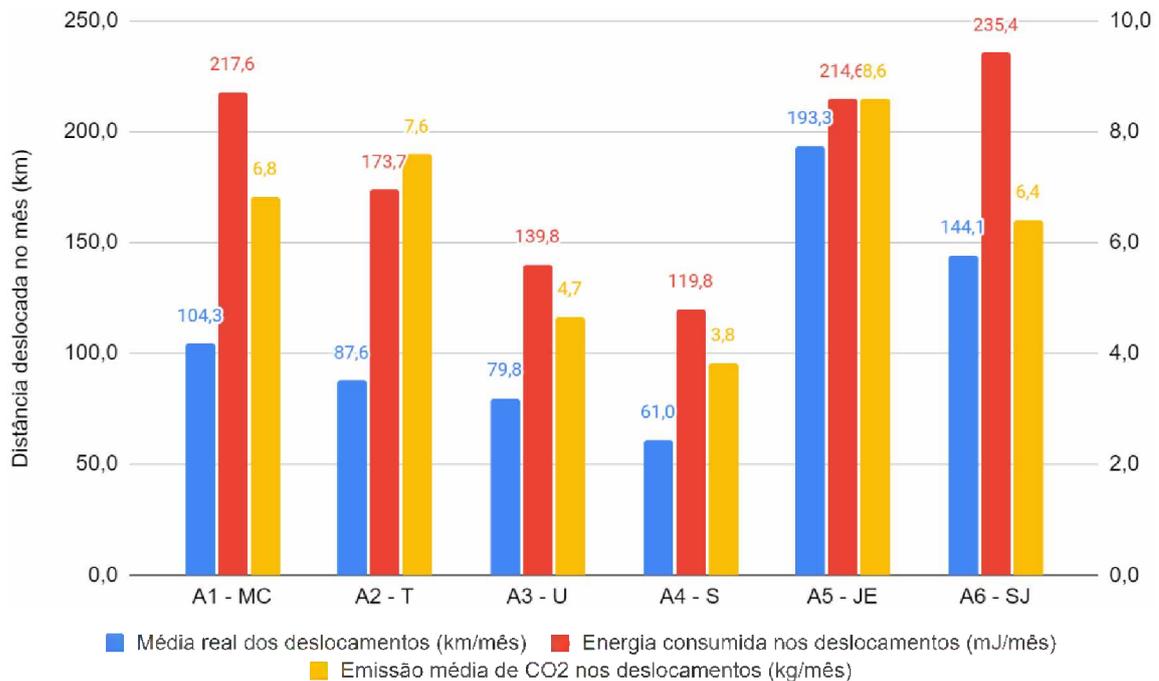
No mesmo sentido, o PKM da área 6 faz com que seus residentes tenham de recorrer mais aos modais de longo alcance (como motos e ônibus) para atender seus deslocamentos. Chama-se atenção ainda ao fato de que a área 5 é a que tem, por uma grande diferença, a maior DTP (37,7 pontos por km² contra 21,3 do segundo maior), o que pode incentivar ainda mais o uso do modal coletivo.

Os deslocamentos de moto aparecem de forma expressiva apenas nas áreas A5 e A6, em que parecem fazer as vezes do carro em boa parte dos deslocamentos (como previsto no item 7.2.3). De fato, as motocicletas oferecem um certo conforto e independência por um preço muito mais acessível que os carros, o que explica sua popularidade entre o público de rendas menores. Por outro lado, os estudos indicam que as motocicletas são intermediários que tendem a ser substituídas pelos carros assim que a renda do usuário permitir.

Por fim, ressalta-se que Deus (2008) encontrou um maior índice de deslocamentos a pé na A2, fato que divergiu dos achados de presente trabalho.

O Gráfico 65 dá uma ideia de como a representatividade do modal se relaciona com a energia gasta e CO₂ emitido nos deslocamentos.

Gráfico 65: Relação entre quilômetros viajados, energia gasta e CO₂ emitido por setor

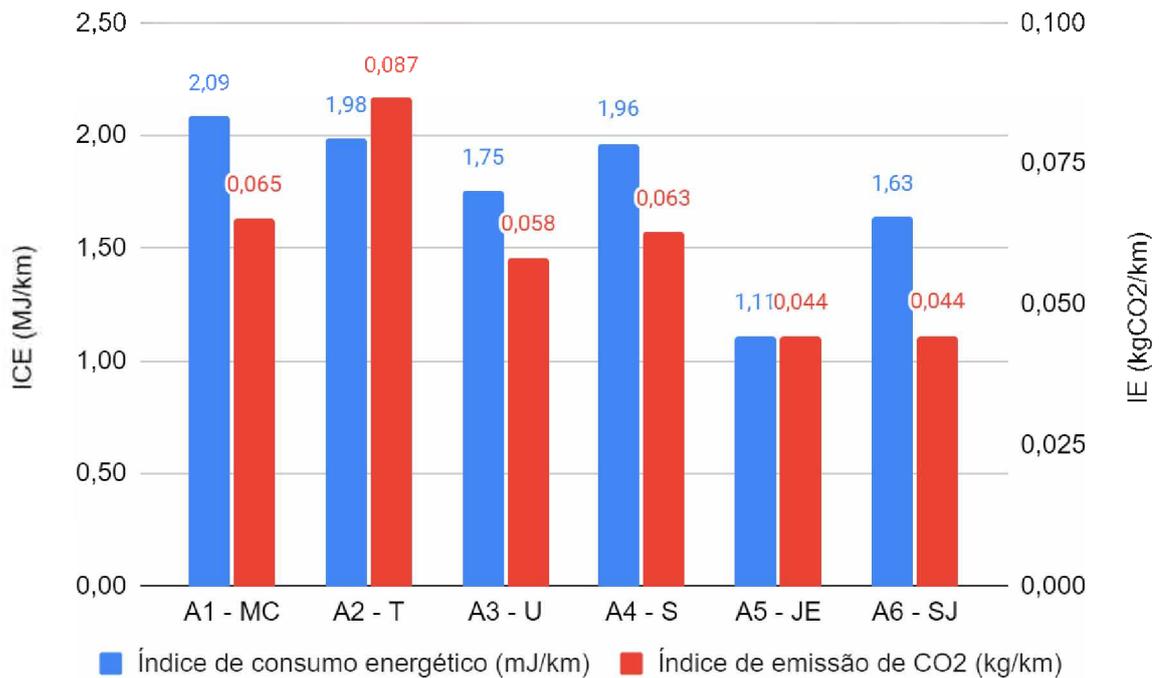


Fonte: Autora

O gráfico mostra que a os setores com maiores deslocamentos, naturalmente, também são os que consomem mais energia no transporte, mas essa relação entre tamanho do deslocamento e energia muda significativamente de proporção entre as áreas.

A análise da eficiência energética e de emissões é uma variável complexa porque depende dos quilômetros viajados, do modal utilizado e do combustível utilizado para abastecer os veículos, como explicado no item 7.2. Apesar disso, a análise do gráfico por si só já deixa claro como a prevalência de certos modais aumentam ou diminuem a energia e emissões da viagem, no entanto, como cada setor possui distâncias deslocadas diferentes, criou-se um índice que relaciona essas variáveis para que a comparação fique mais clara (Gráfico 66).

Gráfico 66: Índice de consumo energético e de emissão de CO₂ por setor



Fonte: Autora

O índice de consumo energético (ICE) infere sobre quantos MJ são gastos por quilômetro rodado, enquanto o índice de emissões de CO₂ (IE) avalia quantos quilos de CO₂ são emitidos também por quilômetro rodado. Chama-se atenção para o fato de que apesar da diferença entre os setores não parecer significativa, é importante lembrar que essa variação no consumo energético se dá por quilômetro e que ao considerarmos o volume rodado por mês mesmo as menores diferenças causam um grande impacto.

Os setores com maior índice de uso de modais coletivos, ativos e motocicletas (A3, A5 e A6) apresentaram os menores índices de uso de consumo de energia por quilômetro, enquanto os setores com mais presença de carros e apps (A1, A2 e A4) mostraram uma pegada energética maior. Assim como na análise dos comprimentos, é interessante notar que o ICE tende a diminuir com a renda (apesar da anomalia da área 3 contextualizada anteriormente) o que reforça a ideia de que a classe tem muita influência sobre o modal utilizado.

Nota-se ainda que os menores ICEs se concentram nas áreas com os maiores deslocamentos (A5 e A6), enquanto o menor deslocamento (A4) apresentou um dos maiores ICEs. Essa relação sugere duas situações: pode ser que o tamanho do deslocamento tenha uma importância secundária no modal utilizado, ou que os

deslocamentos maiores sejam feitos por modais rápidos de baixo impacto energético (como os ônibus). Ambos cenários sugeririam uma importância da renda na escolha do modal. Ressalta-se ainda a questão da área 5, que concentra ao mesmo tempo o posto de maiores deslocamentos, porém menor ICE. Esse comportamento apoia a ideia de que, apesar da distância da viagem ser uma variável importante a ser controlada, esta pode ter uma importância secundária na questão da eficiência energética desde que o modal share da área seja saudável.

Em uma análise geral, é possível dizer que a distribuição do IE parece estar associada ao modal share, e, conseqüentemente, à renda, sendo que as classes mais altas emitem mais, a classe média é um intermediário e as classes baixas são as que menos emitem. Apesar dessa tendência, as áreas A1 e A3 emitiram bem menos do que seus homólogos em classe. Para a A3 é notável que esse fato se relaciona a um maior índice de deslocamentos ativos e coletivos do que a A4, enquanto na A1 o uso de carro é praticamente idêntico a A2, o que leva a crer que essa diferença esteja relacionada ao combustível usado.

Nesse sentido, conclui-se que a análise dos comprimentos de viagem se relaciona com a renda, uso do solo e com a conectividade. A análise do modal share se relaciona com a renda e disponibilidade de transporte público. O ICE se relaciona ao modal share (e conseqüentemente à renda) e não tem nenhuma relação com o tamanho do deslocamento. Assim como o ICE, o IE se relaciona à renda e ao modal share, porém de forma menos direta. Isso acontece porque é possível que setores com alto índice de carro tenham emissões controladas pela escolha do combustível.

Devido às limitações metodológicas, as presentes correlações não tiveram sua significância estatística testada. Todas as demais análises que serão apresentadas abaixo foram verificadas pelo teste de kruskal-wallis para dados não paramétricos, como detalhado na metodologia.

Quadro 7: Características que influenciam os parâmetros de eficiência nos deslocamentos gerais

	Deslocamento mensal	Modal share	ICE	IE
Influência primária	Renda	Renda	Modal share	Modal share

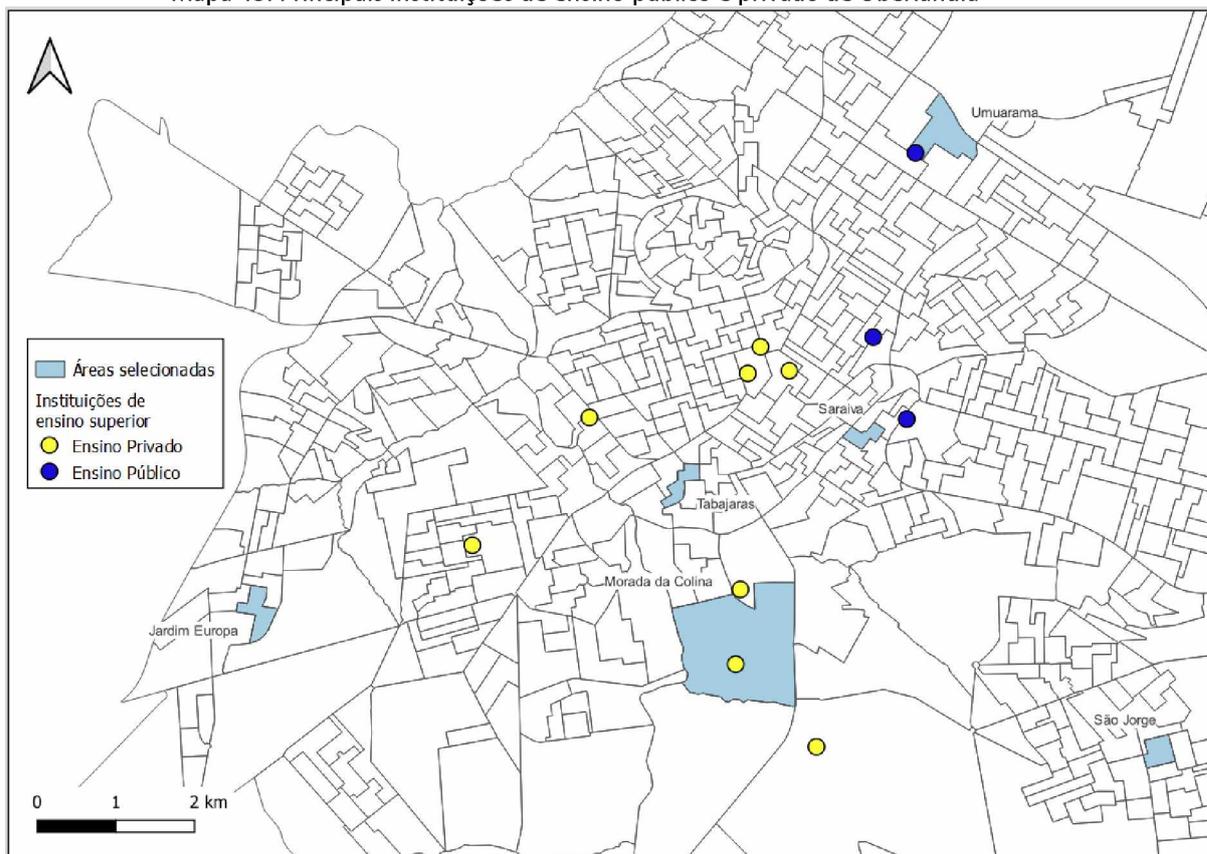
Influência secundária	Uso do solo Conectividade	Self-selection Uso do solo	Renda	Renda
Influência terciária	-	-	Self-selection Uso do solo	Self-selection Uso do solo
Observações	É possível que a partir de um valor mínimo, a DTP incentive o uso de ônibus		-	-

Fonte: Autora

7.5.2 Estudo

Para entender os deslocamentos para estudo, é importante contextualizar onde se encontram os polos universitários da cidade. Nesse sentido, produziu-se o Mapa 43.

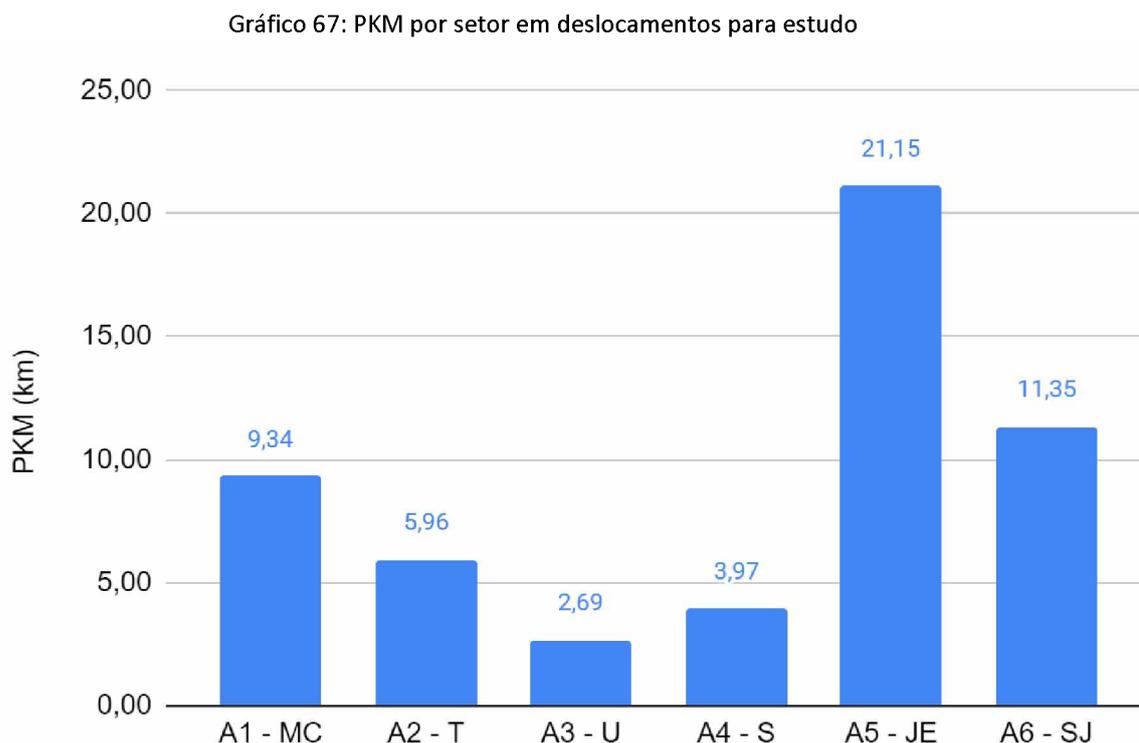
Mapa 43: Principais instituições de ensino público e privado de Uberlândia



Fonte: Google Earth (2022), organizado pela autora

O mapa mostra que as instituições de ensino superior se concentram no corredor centro-sul, que abriga a maior parte das faculdades particulares. A Universidade Federal de Uberlândia foge um pouco dessa regra ao ter seus campi situados na zona leste.

A distância média de ida e volta das viagens para estudo são apresentadas por setor no Gráfico 67.



Fonte: Autora

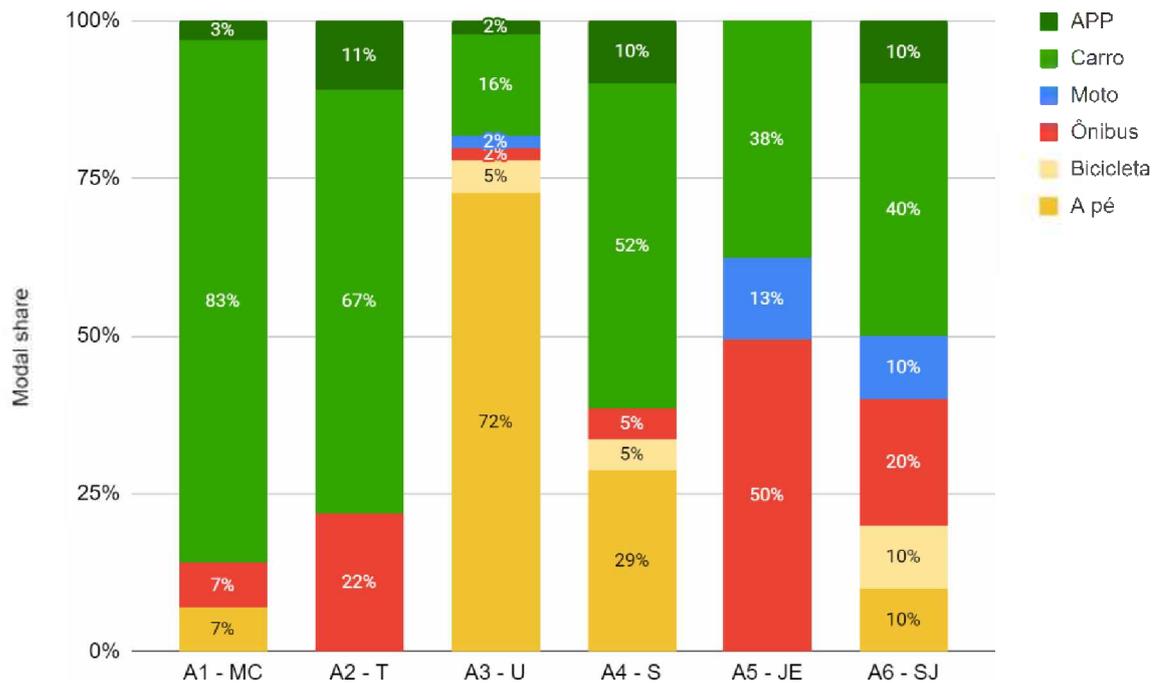
O gráfico mostra que os setores com menores deslocamentos para estudos (A3 e A4) são justamente os mais próximos dos campi da Universidade Federal de Uberlândia. Em seguida, tem-se a A2 com o terceiro menor valor provavelmente por se situar na região central da cidade e também estar cercada por instituições de ensino. A A1 apresenta deslocamentos relativamente maiores apesar de ser um polo de estudo, o que leva a crer que as pessoas nessa região frequentam outras instituições ou que o tamanho do bairro aumenta as distâncias faculdade - casa. A A6 também apresenta um PKM elevado, mas condizente com a distância entre o setor e os polos de estudo, que também é elevada. Por fim, apesar de ser a mais afastada dos polos de estudo dentre todas as áreas, a A5 surpreende com um PKM muito elevado, quase duas vezes maior do que o penúltimo mais alto.

Essa análise mostra uma relação entre as variáveis semelhante à média geral dos deslocamentos, em que existe uma tendência de redução do PKM de acordo com a renda que é interrompido na classe D/E, provavelmente devido à falta de equipamentos mais complexos - como universidades - no entorno dessas áreas. É possível ainda que a renda regule a escolha do local de moradia para que este seja perto do local de estudo, em uma espécie de self-selection. Nesse sentido, a classe C tem uma certa flexibilidade para morar em regiões relativamente caras e reduzir custos com transporte, enquanto a classe D/E é obrigada a escolher sua moradia condicionada ao preço da terra. A classe A/B, por outro lado, escolhe as partes mais nobres da cidade para morar, independente da proximidade com as demandas diárias por uma despreocupação com o preço do deslocamento.

Essa questão da existência de equipamentos vem refletida no uso do solo, visto que as áreas que menos se deslocam possuem EI entre 0,7 e 0,5, enquanto nas que mais se deslocam o EI é entre 0,1 e 0,3. Ainda na questão da forma urbana, as áreas com maiores deslocamentos possuem a pior conectividade total. Todas essas observações foram apoiadas pela significância das análises estatísticas.

O Gráfico 68 mostra o modal share de cada setor para os estudos e ajuda a explicar o gráfico anterior.

Gráfico 68: Modal share do deslocamento para estudos por setor



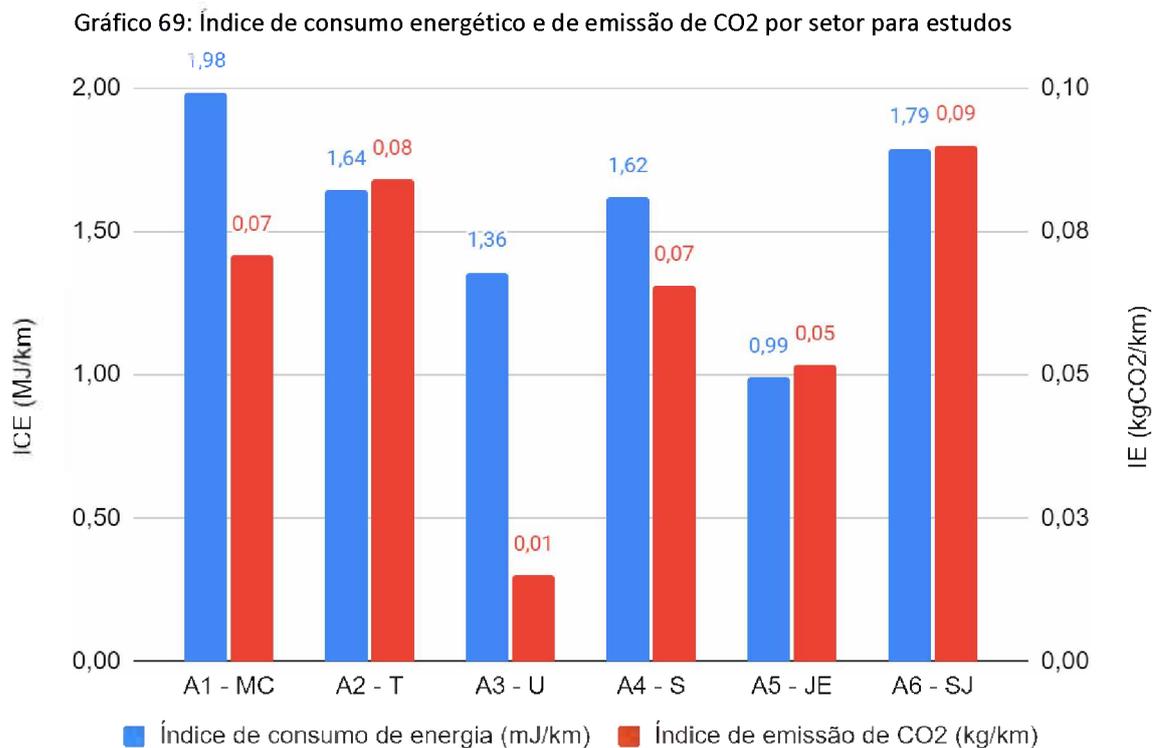
Fonte: Autora

Corroborando com uma das teorias lapidadas pela análise dos deslocamentos gerais, foi encontrado que o tamanho médio da viagem influencia significativamente o modal utilizado nos deslocamentos para estudo para os pares a pé com carro e ônibus. Nesse sentido, os setores A3 e A4 que são bem próximos aos seus locais de destino para estudo, os modais ativos são bastante utilizados. Ressalta-se ainda o grande percentual de viagens a pé na área 3, que também é a única que possui PQT adequado.

Já para distâncias médias maiores como na A5, o ônibus parece se fazer bem presente ao representar metade das viagens, o que pode também se relacionar com a disponibilidade de TP no setor e com a renda. Ressalta-se ainda que nesse setor não foi verificada a presença de nenhum deslocamento não motorizado, o que reforça a ideia de que deslocamentos grandes repelem modais ativos.

Os deslocamentos de carro e APP ainda são muito presentes nas classes A/B, ainda que outros modais mais sustentáveis tenham mais representatividade do que na análise geral. As motos novamente fazem um importante papel na mobilidade das classes D/E.

A relação entre o modal share, ICE e IE será discutida a partir do Gráfico 69.



a A1 possui a maior representatividade dos carros no modal share é também é, de longe, a que tem maior ICE. Em seguida, temos A2 e A4 com o maior uso de veículos, apresentando ICEs consideravelmente altos. Essas duas últimas áreas ficam atrás da A6 apesar desta apresentar um modal share parecido com a A4 e bem mais saudável que a A2. Isso pode ser explicado pelo altíssimo PKM das viagens de carro nessa área, que é 13,1 km contra 5,5 km e 4,66 km das áreas A2 e A4, respectivamente.

Esse fenômeno acontece porque o modal share trabalha com número de viagens, enquanto o ICE e IE levam em conta no cálculo os quilômetros deslocados. Nesse sentido, muitas vezes os modais ativos podem até representar um grande percentual de viagens, mas essa representatividade tem o peso consideravelmente reduzido no cálculo do ICE e IE ao passo que o PKM das viagens a pé é, em geral, muito menor do que os de carro, ônibus e moto. Os modais carro, moto e ônibus, portanto, modificam essas variáveis com um peso muito maior porque uma viagem feita por eles contribui pouco ao modal share, mas se potencializa ao possuir um PKM grande.

Apesar disso, os ônibus e motos têm uma carga energética razoavelmente controlada, enquanto os carros consomem valores vertiginosamente mais altos. Portanto, é possível dizer que mesmo a menor representatividade de uso de carro no

modal share pode refletir em altos valores de ICE e IE, a depender do PKM médio das viagens feitas por esse modal, enquanto a pegada das motos e principalmente ônibus é menos imponente. Essas relações também foram explicadas no Gráfico 19 do item 7.2.

Nesse sentido, o vasto uso de ônibus da A5 vem expresso no ICE dos deslocamentos no setor, que é o menor (por uma grande margem) entre todas as áreas. Já o seu homólogo em classe (A6) já não demonstra tanta eficiência energética ao passo que troca o uso do ônibus por uma representatividade maior dos carros e aplicativos. Enquanto no primeiro 50% dos deslocamentos são coletivos, no segundo 50% dos deslocamentos são feitos por carros. É interessante notar que a A5 tem um PKM médio altíssimo e uma representatividade zero dos modais ativos, mas mesmo assim acabou apresentando a menor pegada energética das áreas. Isso acontece porque o tamanho da viagem somado à baixa renda obriga os moradores desse setor a utilizarem o ônibus no lugar no carro, considerando o preço das viagens.

Depois da área 5, temos a área 3 como mais eficiente em termos de ICE. Era esperado que a considerável representatividade dos modais ativos na A3 resultasse em um ICE baixo, no entanto, o vasto uso desses modais não foi suficiente para diluir a pegada energética causada pelos veículos. Ao voltarmos na base de dados para entender esse comportamento, vemos que a mesma situação descrita acima acontece. Apesar dos deslocamentos de carro não serem tão frequentes, as poucas viagens feitas com esse modal são bastante longas, com um PKM médio de 9,83 km. Isso acontece porque, com exceção da UFU, as opções de estudo no bairro são praticamente inexistentes, o que leva os estudantes a procurarem as outras faculdades no centro e zona sul, áreas consideravelmente distantes do bairro Umuarama.

A escolha de modal para viagens longas constitui a principal diferença entre a A5 e A3: enquanto uma utiliza majoritariamente o ônibus para esse tipo de deslocamento, a outra tende a recorrer ao carro. Isso provavelmente acontece por questões de renda e reforça a ideia de que quanto mais alta a classe, maior a densidade energética dos deslocamentos.

A análise do IE, por outro lado, responde relativamente melhor ao modal share do que o ICE. Nesse sentido, o vasto uso de modais ativos veio refletido nas emissões da A3, que foram as menores. Em seguida, tem-se a área 5 com o segundo menor patamar de emissões graças à grande representatividade dos ônibus no modal share.

Apesar da grande diferença no modal share das áreas A1 e A4, elas possuem o mesmo valor de IE. Essas anomalias observadas no campo das emissões geralmente estão relacionadas ao combustível usado, portanto, pode-se dizer que um maior uso de etanol na A1 compensou em partes seu também grande uso de carros.

Por fim, temos a área A2 e A6 com as maiores emissões, mas por motivos diferentes. A A2 emite muito pelo intenso uso de carro, enquanto na área A6 percebe-se novamente a influência da questão do PKM das viagens de carro.

Portanto, para a motivação estudo, conclui-se que o PKM está ligado à existência de equipamentos de ensino no local, o que, por sua vez, se relaciona indiretamente com questões de forma urbana. Nesse sentido, as variáveis IE e conectividade, apesar de secundárias, se mostraram estatisticamente significantes na redução do tamanho dos deslocamentos.

O modal share para estudo se relaciona significativamente com a tamanho do deslocamento (PKM) e com a renda. Os deslocamentos maiores tendem a ser feitos de carro ou ônibus, a depender da classe, enquanto os deslocamentos menores, têm uma chance maior de serem atendidos pelos modais ativos.

O ICE se mostrou a análise mais interessante desse capítulo ao passo que demonstra o potencial dos carros em aumentar a pegada energética dos deslocamentos, mesmo quando utilizados por uma pequena parcela da amostra. O modal share parece ter uma importância consideravelmente menor, visto que mesmo em áreas em que 50% dos deslocamentos são ativos e coletivos, o ICE foi maior do que em áreas em que os carros representam 83% das viagens. Nesse sentido, pode-se dizer que o parâmetro mais importante na análise do ICE é o PKM das viagens de carro, que devem ser desincentivadas ao máximo. Contida essa variável, o modal share começa a ter importância.

Ressalta-se que o mesmo ocorrido com o ICE da área A6 se repetiu para a análise do IE, que também foi o maior entre as 6 áreas apesar do modal share relativamente saudável. Apesar desse fato, o IE se mostrou mais associado ao modal share e foi capaz de representar o equilíbrio (ou desequilíbrio) dos modais em cada área com um pouco mais precisão, apesar de ainda ser influenciado em menor escala pelo PKM e combustível usado.

Considerando, portanto, que o PKM interfere em todas as análises, afirma-se que o EI e conectividade das áreas é importante no controle da energia consumida e das emissões.

O PKM, ICE e IE se relacionam com a classe e produzem insights valiosos. Para alguns pares de classes diferentes (como as A1 e A2 com A6), a estatística não encontra diferença significativa entre o PKM, o que dá uma ideia de que ambas se deslocam por grandes distâncias, mas por motivos diferentes. No primeiro caso, é possível que a alta renda aumente a mobilidade das classes A/B ao passo que o custo do transporte não é um fator limitante. Já no segundo caso, os altos deslocamentos das classes de baixa renda provavelmente são impostos pela segregação social dos loteamentos para esse público. A classe C funciona possivelmente como um intermediário entre elas, que se importa com a distância (e preço) do deslocamento, mas tem flexibilidade financeira para morar perto do local de estudo.

Já na relação classe e ICE/IE, ao tratarmos qualitativamente os dados de energia e emissões como índices, eles se diferenciam entre as classes, mas quando o dado bruto é analisado pelo teste de médias e medianas, os pares A/B e D/E não se diferem significativamente. Esse dado dá uma ideia de que ambas as classes consomem a mesma quantidade de energia e emitem a mesma quantidade de CO₂, mas a classe D/E incorpora uma quilometragem bem maior a esse volume porque possuem um modal share muito mais equilibrado.

As análises para estudo estão sumarizadas no Quadro 8.

Quadro 8: Características que influenciam os parâmetros de eficiência nos deslocamentos para estudo

	PKM	Modal share	ICE	IE
Influência primária	Existência de equipamentos de estudo no local Renda	PKM Renda	PKM, principalmente dos modais de alto impacto (carro) Modal share	Modal share PKM de modais de alto impacto (carro) Tipo de combustível
Influência secundária	Uso do solo Conectividade	-	Renda	Renda
Influência terciária	-	Uso do solo Conectividade	Uso do solo Conectividade	Uso do solo Conectividade
Observações	A densidade parece ter influência no PKM, mas não foi	O PQT e DTP se relacionaram a alguns	-	-

considerada significativa porque a relação não se manteve na classe C, provavelmente por causa de características da amostra

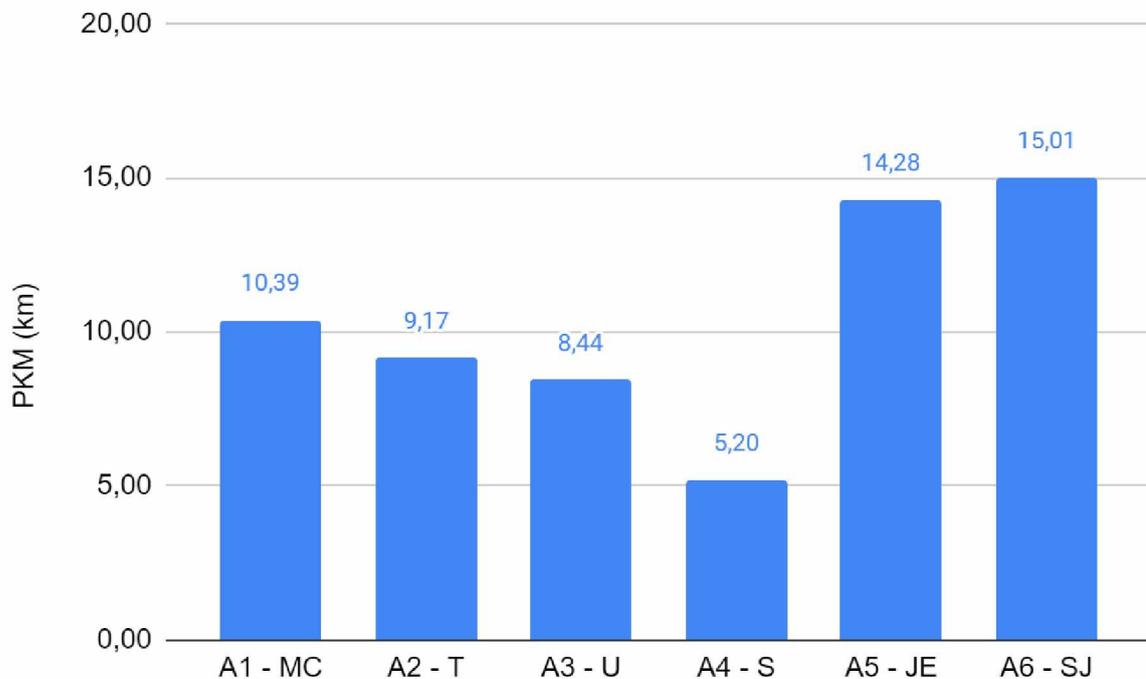
comportamentos pontuais

Fonte: Autora

7.5.3 Trabalho

O Gráfico 70 mostra como o PKM das viagens se comportam por setor para trabalho.

Gráfico 70: PKM por setor em deslocamentos para trabalho



Fonte: Autora

Os deslocamentos para trabalho se mostraram levemente maiores do que os deslocamentos para estudo em todas as áreas, com exceção da A5. Novamente percebe-se que o PKM tende a reduzir com a renda (entre as classes A/B para C), mas a classe D/E apresenta comprimentos de viagem muito maiores que as demais. Apesar disso, quando comparado com os deslocamentos para estudo, as diferenças de PKM

entre setores se suavizaram, especialmente a da A5, que agora já não apresenta deslocamentos tão discrepantes.

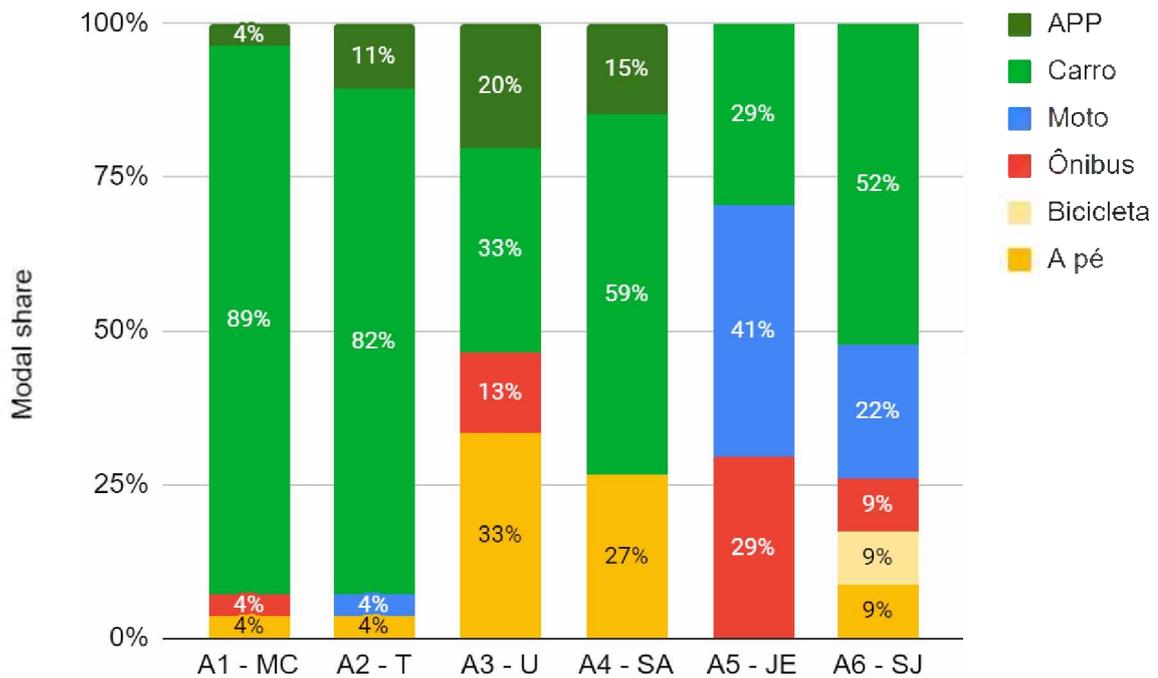
Diferente das instituições de ensino que são de fácil mapeamento, a distribuição dos trabalhos na cidade é muito mais diversa, o que pode explicar essa suavização visto que desconcentra os pontos de destino de alguns polos específicos. Apesar disso, é esperado que a região central da cidade aglomere boa parte dos postos de trabalho, o que pode explicar o PKM consideravelmente menor da A4, visto que essa se encontra a apenas 700 metros do centro.

A análise estatística da influência dos parâmetros de forma urbana no PKM mostra que o EI parece ter importância significativa, assim como a conectividade. Para os dois casos, os setores com os piores índices tiveram PKMs maiores e os com os melhores tenderam a se deslocar menos. É possível que essa relação não seja direta e que a baixa conectividade e EI sejam apenas características intrínsecas a áreas segregadas, que apresentam PKMs maiores por outros motivos que não a conectividade e EI em si. Por outro lado, apesar dos postos de trabalho se reunirem majoritariamente no centro, um uso misto do solo aumenta a chance de que mais indivíduos morem e trabalhem na mesma região e a conectividade reduz as distâncias, fazendo com que ambas tenham poder de contribuir na redução média do PKM.

Nenhum outro parâmetro de forma urbana parece se relacionar ao PKM para trabalho. A distância do subcentro só se faz significativa nos pares que incluem a área 4, portanto o fato da distância entre o setor e um subcentro não interferir significativamente no comprimento das viagens infere que essa medida não é tão importante, a não ser que esse centro seja o centro principal da cidade. Nesse sentido, é possível dizer que existe um conjunto de fatores urbanísticos que tornam a A4 área eficiente na redução das distâncias, mas que o mais importante deles parece ser a proximidade de um forte polo trabalhista.

O modal share para trabalho será analisado com base Gráfico 71.

Gráfico 71: Modal share do deslocamento para trabalho por setor



Fonte: Autora

O modal share para trabalho segue uma lógica semelhante do analisado para os estudos, em que a classe A/B anda basicamente de carro e os modais ativos e coletivos aparecem de forma representativa nas classes C e D/E. É interessante notar que boa parte dos deslocamentos da classe D/E são atendidos por moto, enquanto a classe média ainda recorre mais aos carros.

A principal diferença na análise dos deslocamentos para estudo e trabalho é que os modais ditos sustentáveis são bem menos presentes no segundo caso. Pode ser que o público que trabalha tenha uma flexibilidade financeira maior para adotar outros modais mais “confortáveis”, o que explica o fato de boa parte dos modos ativos e coletivos terem sido substituídos por motos ou carros, a depender da classe. Esse fato reforça a ideia de que o modal share se relaciona intimamente à renda.

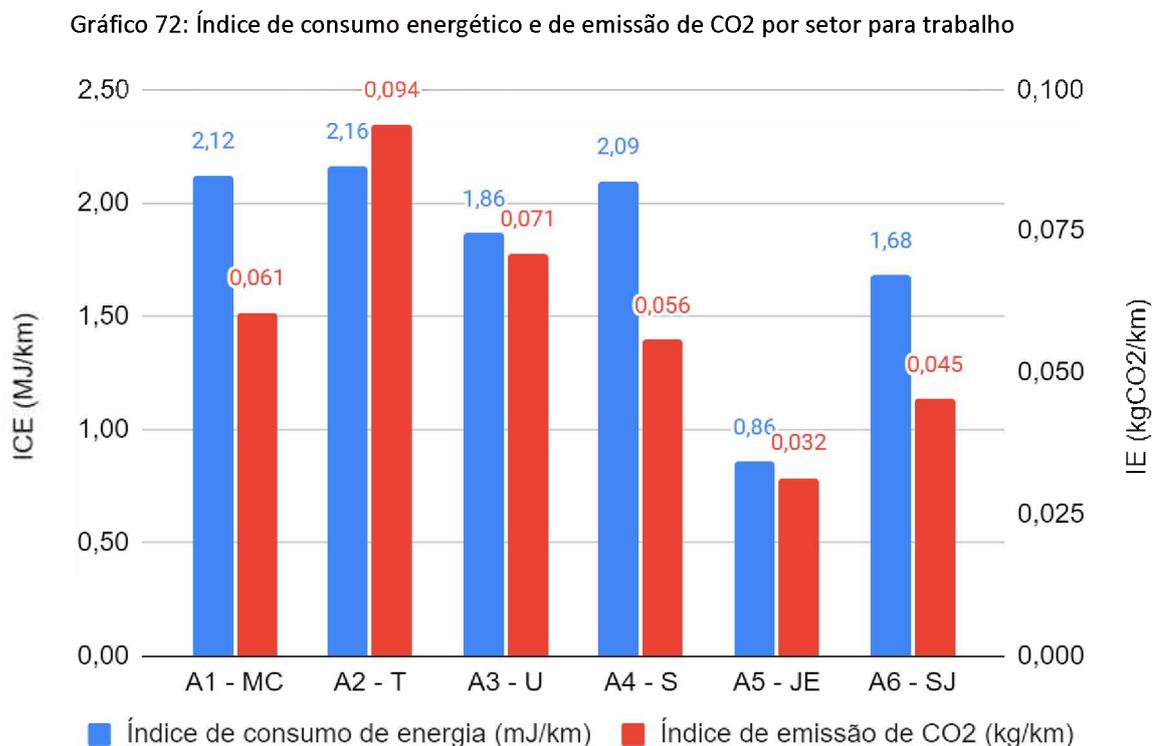
Além disso, a estatística mostra que, assim como nos deslocamentos para estudo, a distância do deslocamento interfere significativamente na escolha do modal para os pares a pé com carro, moto, APP e ônibus. Esse dado dá uma ideia de que os deslocamentos a pé são, em geral, menores, e que os deslocamentos maiores são atendidos pelos demais meios mais rápidos, a depender da renda. Nesse sentido, a redução na representatividade dos modais ativos era esperada, visto que os

deslocamentos para trabalho são levemente maiores, mas essa observação não resolve a questão da redução nos deslocamentos de ônibus, que deve estar ligada a questão financeira mencionada anteriormente.

Novamente a A3 aparece como um certo outlier nos deslocamentos a pé e de ônibus, o que pode ser explicado, novamente, pela presença dos universitários. Voltando à base em busca de respostas, percebeu-se que boa parte dos trabalhos desse público parecem ser temporários, estágios ou “bicos” em bares, que garantem uma estabilidade financeira menor e restringem a mudança e modal.

Portanto, pode-se dizer que o modal share para trabalho é uma função primeiramente da renda e secundariamente do comprimento das viagens (PKM). Nenhuma variável de forma urbana parece influenciar na escolha do modal além das relacionadas ao comprimento dos deslocamentos (de forma indireta).

As análises da densidade energética e emissões de CO₂ serão feitas com o auxílio do Gráfico 72.



Fonte: Autora

Diferente dos deslocamentos para estudo, o ICE do trabalho respondeu bem melhor ao modal share, provavelmente pelo fato das viagens serem mais niveladas em

termos de PKM. Os dois maiores ICEs são os das áreas A1 e A2, de classe A/B, sendo que ambas possuem 93% das viagens feitas por carros. A partir dessas áreas, o ICE declina com a redução da representatividade dos carros no modal share, de forma que a A4 tem o terceiro maior ICE, seguida pelas áreas A3 e A6. Por fim, a A5 é novamente a mais eficiente por uma grande margem ao passo que apresenta um uso de carro baixíssimo quando comparada às demais áreas.

É possível notar que o ICE se divide em três grandes grupos, sendo que no primeiro e mais alto (por volta de 2,1) as áreas têm em comum o grande uso de carro (A1, A2 e A4). No entanto, a A4 possui uma representatividade muito maior do modal a pé e ao mesmo tempo é bastante equiparável em ICE às áreas A1 e A2. Isso provavelmente acontece porque apesar das viagens a pé serem frequentes, o PKM destas é consideravelmente baixo (0,95 km). A baixa extensão implica em uma maior dificuldade de diluir a densidade energética das viagens de carro, que são bem maiores (por volta de 7,43 km). Esses PKMs inferem que uma viagem de carro e uma viagem a pé tem o mesmo peso na análise do modal share, mas na análise do ICE a viagem de carro pesa por volta de 7 vezes mais.

O segundo grupo apresenta um ICE mais controlado (1,86 e 1,68) e as áreas que o compõe (A3 e A6) têm em comum um uso bem mais representativo de meios ativos e coletivos. É interessante notar ainda que em ambos os casos, por volta de 50% dos deslocamentos não são feitos de carro, sendo que na A3 esse percentual é preenchido por meios ativos e coletivos, e na A6, além desses modais, tem-se um grande uso de moto contribuindo nessa outra metade do modal share. Considerando que o PKM da moto na A6 é bastante alto (18,64 km), essa análise dá uma ideia de que a moto pode ser uma boa solução para o problema mencionado no item anterior, relacionado a densidade energética de deslocamentos longos. No entanto, é importante lembrar que este ainda é um tipo de deslocamento individual, que carrega consigo vários inconvenientes ambientais e de segurança.

A moto também é muito representativa na A5 e, somada ao grande uso de transporte público, elegeu os deslocamentos dessa área como os de menor densidade energética por uma grande margem, apesar do tamanho dos deslocamentos. Nesse sentido, novamente percebe-se a importância do transporte público na promoção de

deslocamentos mais eficientes energeticamente, independente do comprimento destes.

Além do ICE, essa combinação resultou também no menor IE dentre as 6 áreas analisadas, seguida pela A6 que também mostra um pouco dessa combinação. O grande uso de carro, por outro lado, elege a área A2 como, de longe, a maior emissora dentre todas analisadas. Era esperado que as áreas A1 e A2, homólogas em modal share e ICE, também tivessem emissões parecidas, o que não acontece.

A A1 se encontra em um grupo de emissões médias, junto com as áreas A3 e A4. Esse resultado causa estranheza, visto que o modal share dessas 4 áreas é consideravelmente diferente. Esse fato pode ser parcialmente explicado pelo PKM das viagens de carro na área A3 ser consideravelmente maior do que da área 4 (11,93 km e 7,43), o que provavelmente as coloca no mesmo patamar de emissão. Por fim, a única área que não apoia explicação no PKM é a A1, e, portanto, a única explicação plausível para esse comportamento é que boa parte dos carros sejam abastecidos com etanol de modo que as emissões se equiparem às demais. Esse padrão de uso de etanol na A1 já havia sido verificado na análise para estudo.

Conclui-se então que, assim como nos deslocamentos para estudo, o PKM se relaciona à renda e à distância dos polos de trabalho. Secundariamente, ressalta-se a importância do EI e conectividade como variáveis que se relacionam de forma indireta com o PKM à medida que têm o potencial de regular a densidade de postos e distância até eles. O modal share para trabalho, por sua vez, mostrou componentes ativos e coletivos bem menores do que para estudo. Essa distribuição parece se relacionar primeiramente à renda, e secundariamente ao comprimento da viagem, constituindo uma combinação dos dois fatores.

O ICE parece se relacionar diretamente com o modal share e ao PKM. Ressalta-se ainda o potencial dos ônibus e motos na redução da densidade energética de viagens longas. Já o IE respondeu ao modal share apenas quando a presença de carro foi menor de que 30%, enquanto nos demais casos o combustível usado e o PKM parecem regular melhor as emissões. Esse resultado infere que a questão dos combustíveis pode ser bastante eficiente no controle das emissões de CO₂, enquanto o ICE exige mudanças mais profundas de modal share, e, conseqüentemente, forma urbana.

Novamente, é interessante notar que, apesar da forma urbana influenciar de forma direta apenas o primeiro item da análise (PKM), ela permeia todas as demais análises de forma indireta. Era esperado, porém, que o modal share também fosse influenciado por tais parâmetros, o que aparentemente não acontece de forma tão direta. Essas relações de influência foram sumarizadas no Quadro 9.

Quadro 9: Características que influenciam os parâmetros de eficiência nos deslocamentos para trabalho

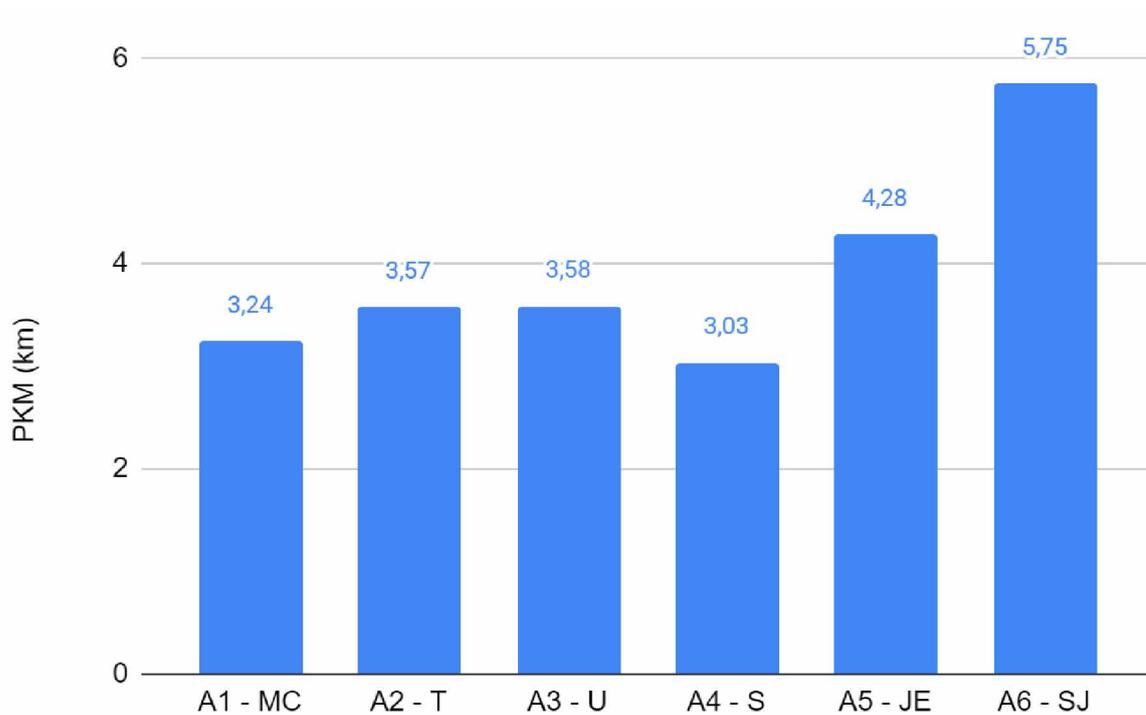
	PKM	Modal share	ICE	IE
Influência primária	Distância dos polos de trabalho Renda	PKM Renda	Modal share Relação entre o PKM dos modais de alto e baixo impacto	PKM Combustível Modal share
Influência secundária	Uso do solo Conectividade	-	Renda	Renda
Influência terciária	-	Uso do solo Conectividade	Uso do solo Conectividade	Uso do solo Conectividade
Observações	A distância do subcentro só importa se o subcentro em questão for o centro da cidade	-	-	-

Fonte: Autora

7.5.4 Compras Cotidianas

A análise do PKM para as compras cotidianas foi feita como base no Gráfico 73.

Gráfico 73: PKM por setor em deslocamentos para compras cotidianas



Fonte: Autora

Os quilômetros deslocados para compras cotidianas foram muito menores do que os para trabalho e estudo, o que indica um atendimento dessa demanda de uma forma mais local. A primeira análise, o gráfico mostra que, diferentemente das demais motivações, as classes A/B e C praticamente não se diferem no PKM. As classes D/E continuaram se deslocando mais, apesar dessa diferença ter se mostrado bem menos imponente do que nos outros casos estudados previamente. Esse achado reflete uma maior flexibilidade na escolha do destino final: enquanto o trabalho e os estudos possuem localizações relativamente impostas, as compras dão um grau de liberdade maior para que destinos finais menos distantes sejam escolhidos.

A discrepância da classe D/E pode ser explicada se analisarmos a base de respostas e os dados de campo para esses setores, onde verifica-se que as viagens para compras são feitas de duas formas diferentes, a depender da compra. Para compras diárias, as demandas são atendidas localmente em supermercados de bairro, que tem preço final mais caro. Já para as compras do mês, esse público tende a comprar em hipermercados (atacadões), na busca por preços melhores. Ambas áreas de classe D/E são relativamente bem atendidas por mercados de bairro, mas os principais

hipermercados se localizam em regiões relativamente distantes dos pontos de partida

Mapa 44.

Mapa 44: Principais hipermercados de Uberlândia



Fonte: Google Earth (2022), organizado pela autora

O balanço entre esses dois tipos de viagem na busca da redução dos custos com mercado acaba por aumentar o PKM das classes D/E. As demais classes, por outro lado, procuram esse tipo de estabelecimento com bem menos frequência, e, quando procuram, estes estão relativamente mais próximos de seus pontos de partida. É possível, portanto, que essa flexibilidade financeira e localização estratégica das áreas A1, A2, A3 e A4 culminem em uma redução do tamanho dos deslocamentos totais.

Esse resultado vem expresso em uma complexa análise estatística da relação classe- PKM, que será aqui explicada. Quando a amostra é submetida ao teste de medianas (Kruskal-Wallis), nenhum dos pares se diferencia significativamente. Em outras palavras, o teste infere que as medianas das classes não se diferem, o que contradiz em partes a informação do gráfico. Isso acontece porque o gráfico mostra uma análise das médias, que devem ser comparadas com auxílio de outro teste. Quando o

teste de médias (análise de variância) é imposto sobre a amostra, verifica-se uma diferença significativa entre do setor A6 com os setores A1, A2, A3 e A4, corroborando com a análise qualitativa do gráfico.

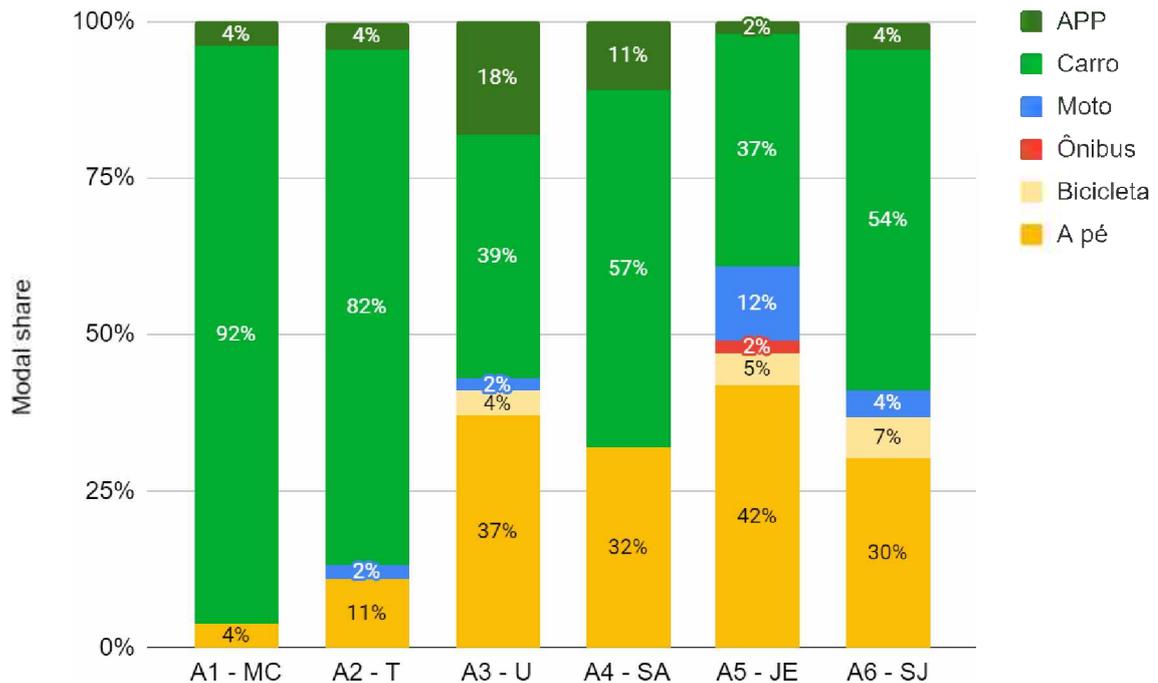
Em geral, não é um problema usar o teste de medianas para inferir sobre a validade das médias em amostras grandes, visto que esses dados convergem na maioria das amostras. No entanto, nesse caso específico, a classe D/E apresenta dois padrões de deslocamento, sendo um menor e mais frequente e outro maior e menos frequente. Nesse sentido, a mediana da classe D/E não se difere das classes com deslocamentos menores porque vem representando o primeiro padrão de viagem (que converge com o das demais classes). A média, por outro lado, considera em seu valor os deslocamentos longos (segundo padrão de viagens), e, por isso, reflete a diferença entre as classes.

Em termos de parâmetros de forma urbana, ao analisarmos a área que se diferenciou significativamente (A6), encontramos que esta possui o pior EI (0,14) e uma conectividade geral muito ruim. Ambas análises foram submetidas à análise estatística e apenas os pares que incluíam a A6 se diferenciaram com significância, o que corrobora e valida a importância qualitativa desses parâmetros. Nesse sentido, é possível dizer que, além da renda, o uso do solo e conectividade possuem uma importância porque podem influenciar a presença e distância dos hipermercados, que é a variável primária na determinação do PKM.

Todas análises até agora todas parecem esbarrar na questão da localização periférica de loteamentos de classe baixa e seu afastamento dos equipamentos da cidade de forma a aumentar os quilômetros viajados.

O Gráfico 74 detalha como se dá o modal share por setor para as compras cotidianas.

Gráfico 74: Modal share do deslocamento para compras cotidianas por setor



Fonte: Autora

O modal share dos deslocamentos para compras se divide majoritariamente entre carro e a pé, ainda que poucas viagens de moto e bicicleta também apareçam. Esse dois modais roubam boa parte do modal share dos demais e parecem estar ligados ao tipo de compra, ao PKM e a classe.

Para analisar o modal share das compras cotidianas é preciso ter em mente os dois padrões de compra contextualizados no gráfico anterior. Durante as visitas de campo, os respondentes se mostraram mais inclinados a usar o modal a pé para compras do dia a dia (mais frequentes e com PKM menor), em que a quantidade de itens é geralmente menor. Já para compras mais robustas como compra do mês (menos frequentes e com PKM maior), as pessoas tendiam a ir mais de carro ou APP dada a dificuldade de carregar os itens.

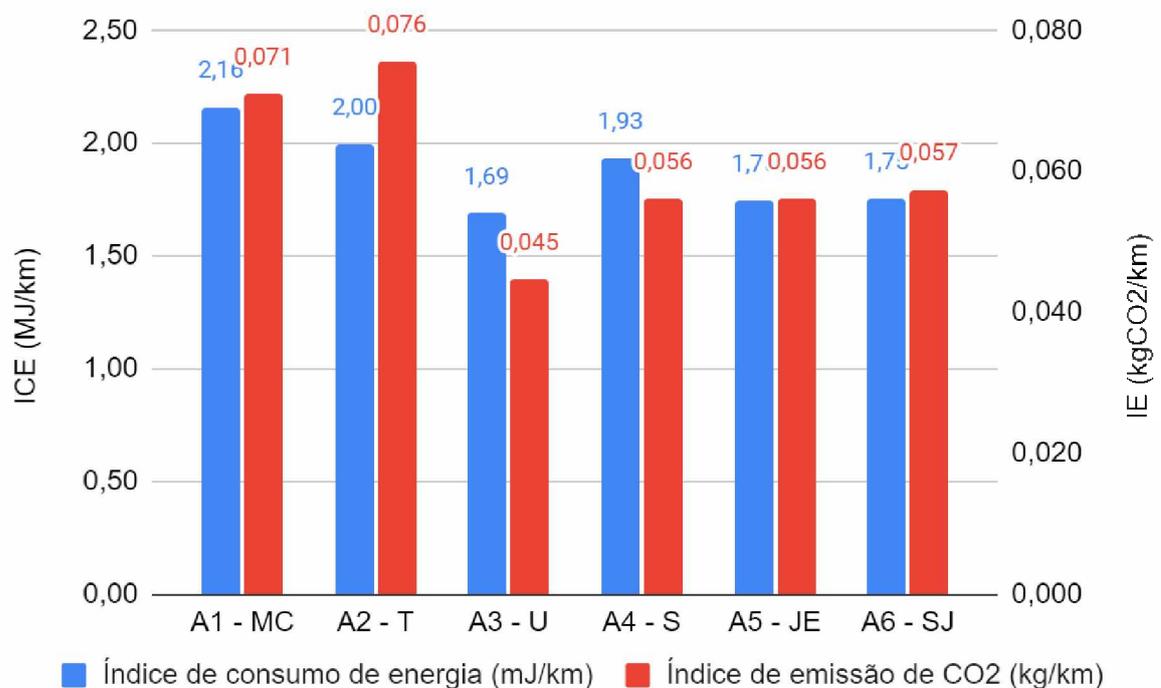
Nesse mesmo sentido, verifica-se novamente uma influência do PKM no modal: a análise estatística aponta diferença significativa entre os pares a pé com APP, carro e moto, o que indica que, mais uma vez, os deslocamentos ativos se fazem mais presentes nas distâncias menores. A grande diferença entre as compras cotidianas e as demais motivações é que no presente caso as viagens longas são majoritariamente atendidas

por carro, enquanto as análises anteriores mostravam que as classes D/E recorriam bastante às motos e transporte público para esse padrão de deslocamento.

Ao tratarmos da classe, verifica-se que o uso de carro continuou maior nas áreas de renda alta, mas é interessante notar que entre os setores de classe C e D/E o modal share não teve diferença estatística significativa. Assim como nas outras análises, o uso dos modais ativos é consideravelmente mais presente nessas classes, se mantendo entre 30% e 42%, apesar do uso de carro ainda ser bastante expressivo. Os parâmetros de forma urbana não se relacionaram ao modal share com significância.

Para analisar a pegada energética e de emissões, utilizaremos o Gráfico 75.

Gráfico 75: Índice de consumo energético e de emissão de CO₂ por setor para compras cotidianas



Fonte: Autora

Conforme esperado, a A1 apresentou o maior ICE dentre todas as áreas, condizente com a significativamente maior representatividade dos carros. Em seguida temos as áreas A2 e A4, que apesar de apresentarem modal share diferentes, se diferenciam pouco em termos de ICE. Essa diferença se relaciona às questões já explicadas nos itens anteriores

A A3 se mostrou novamente a mais eficiente pela alta representatividade dos meios ativos no modal share, que, apesar de ser menor ou igual do que na A5 e A6, foi

compensada pela grande diferença do PKM médio das viagens de carro dessas áreas (4,64 km contra 8,04 km e 7,46 km).

Como discutido anteriormente, esses resultados reforçam a ideia de que o ICE responde relativamente bem ao modal share, mas é fortemente impactado pelo tamanho das viagens de carro, que tem o poder de distorcer o ICE até das áreas com modal share mais saudável.

O IE das áreas A1 e A2 foram os maiores, como esperado, considerando que estas são as áreas que mais usam carro. Chama-se atenção novamente para o IE da A1 ser menor do que o esperado, provavelmente pelo já relatado uso de etanol. Depois desses setores, tem-se o grupo das emissões intermediárias que engloba as áreas A4, A5 e A6. Esse empate era relativamente esperado, considerando que o IE se mostrou fortemente relacionado ao modal share e que essas áreas possuem distribuição de viagens relativamente semelhante. Percebe-se a importância do PKM ao analisarmos que a A4 se coloca no mesmo patamar de emissões do que as áreas A5 e A6 apesar do maior uso de carro. Esse comportamento pode ser explicado pelo valor PKM dos carros nesse setor, que é menos que a metade do mesmo parâmetro para os demais setores do grupo. Por fim, a A3 mostrou o menor IE porque é a área que equilibra melhor um bom percentual das viagens ativas com um comprimento razoável (4,64 km) das viagens de carro.

Portanto, conclui-se que as viagens de compras cotidianas possuem dois padrões (curtas e mais frequentes ou longas e menos frequentes) que ditam o PKM e modal share destas. O PKM para compras cotidianas foi consideravelmente menor e mais equiparável entre as classes do que os demais, o que reflete a flexibilidade dessa modalidade. O PKM levemente maior das classes D/E reflete uma maior dependência desse público da economia gerada pelas compras em hipermercado e a ausência desse equipamento nos loteamentos de baixa renda. Portanto, o PKM é uma função da distância dos mercados e da renda. O uso do solo e conectividade parecem importar à medida que influenciam a presença e distância dos mercados.

O modal share se divide basicamente entre carro e a pé, e é uma função do PKM e da renda. Os modais ativos são mais frequentes em PKMs pequenos, enquanto os maiores são atendidos basicamente por carros. Essa é uma tendência que foge às classes A/B, que praticamente não se deslocam a pé para essa modalidade.

O ICE e o IE mostraram ser influenciados pela complexa relação PKM - modal share, assim como nas demais análises. No caso do IE, no entanto, além desses dois fatores tem-se a questão do combustível utilizado.

Quadro 10: Características que influenciam os parâmetros de eficiência nos deslocamentos para compras cotidianas

	PKM	Modal share	ICE	IE
Influência primária	Existência de mercados e hipermercados no local Renda	PKM Renda	Relação entre o PKM dos modais de alto e baixo impacto Modal share	Relação entre o PKM dos modais de alto e baixo impacto Modal share Tipo de combustível
Influência secundária	Uso do solo Conectividade	-	Renda	Renda
Influência terciária	-	Uso do solo Conectividade	Uso do solo Conectividade	Uso do solo Conectividade
Observações	O tipo de compra também é um parâmetro muito importante na determinação do PKM e modal share apesar de não se relacionar com a forma urbana		-	-

Fonte: Autora

7.5.5 Compras Eventuais

Para falarmos sobre compras eventuais e seus aspectos, é preciso contextualizar que mais de 90% das pessoas que responderam onde fazem esse tipo de compra mencionaram alguns dos dois shoppings da cidade ou o centro. Nesse sentido, produziu-se o Mapa 45 situando esses locais e as áreas estudadas.

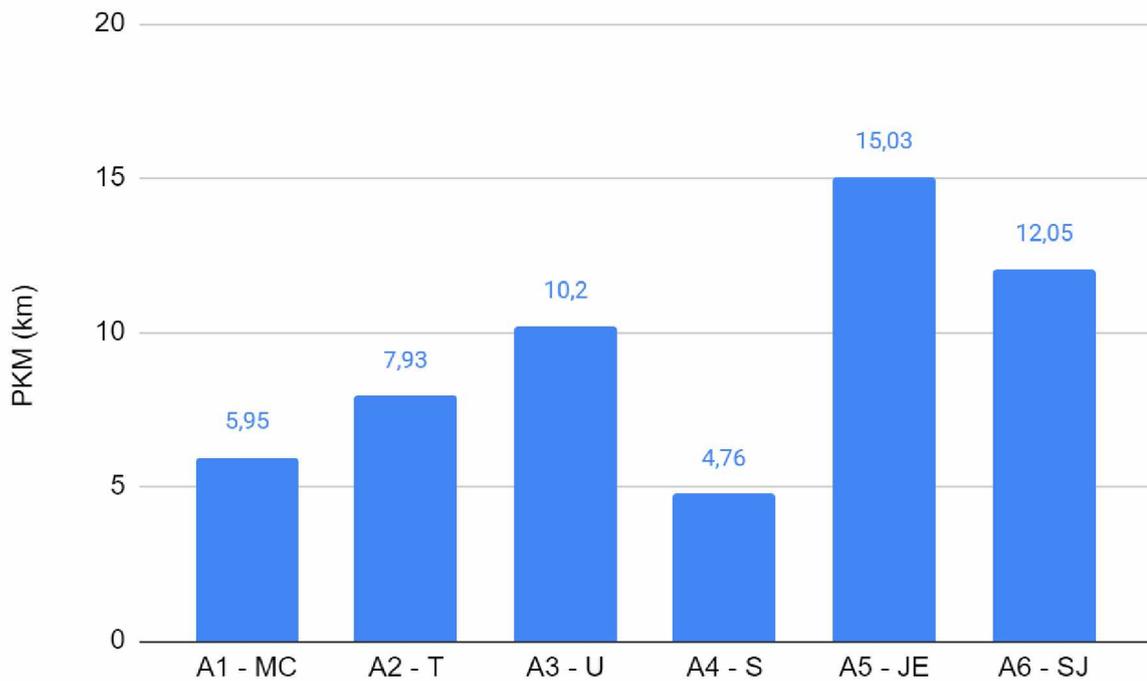
Mapa 45: Shoppings e centro de Uberlândia



Fonte: Google (2021b), organizado pela autora

Mapeados os principais destinos de compras eventuais, apresenta-se o Gráfico 76 para apoiar as discussões sobre PKM.

Gráfico 76: PKM por setor em deslocamentos para compras eventuais



Fonte: Autora

Considerando a centralização das compras eventuais em três lugares principais, já era esperado que as áreas A1 e A4 apresentassem o menor PKM para esse tipo de viagem, dada a proximidade entre estas e os shoppings. É interessante notar que o PKM nesses setores se aproxima muito da quilometragem de ida e volta, partindo do centro do bairro ao shopping mais próximo. O PKM da A2, por sua vez, é o terceiro menor entre os setores e parece representar uma média entre os deslocamentos ao centro, que é mais próximo, e os dois shoppings.

No mesmo sentido, os demais deslocamentos mais longos (A3, A5 e A6) também se relacionam diretamente à sua distância ao shopping mais próximo e ao centro. Mais uma vez os PKMs das áreas A5 e A6 mostram sua desconexão com a cidade e seus elementos principais, mas é interessante notar que a A3 apresenta deslocamentos relativamente longos, o que contrasta com o seu padrão de deslocamentos curtos para as demais motivações.

Os PKMs para compras eventuais foram mais altos que o esperado se considerarmos que Uberlândia é uma cidade que possui muitos subcentros, distribuídos nas mais diversas regiões do mapa, como mostra o Mapa 17. Muitos desses subcentros são consideravelmente consolidados e possuem estabelecimentos de comércio e

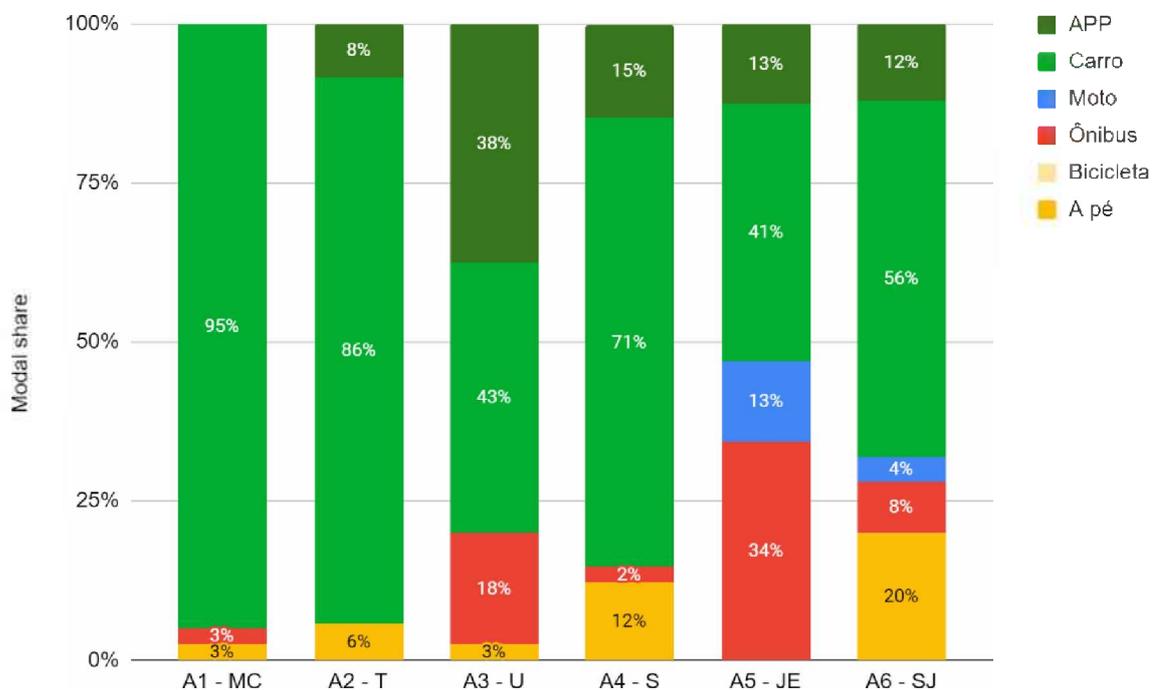
serviços com plena capacidade de atender a maior parte (se não todas) das demandas desse tipo de compra.

O comportamento observado, no entanto, relata uma altíssima dependência dos shoppings independente da classe e localização do ponto de partida. Nesse sentido, pode-se dizer que a atratividade de tais estabelecimentos faz com que os deslocamentos desse tipo de viagem sejam muito maiores do que eles poderiam ser. Isso acontece principalmente nas áreas A5 e A6, que apresentam os maiores PKMs apesar de terem subcentros à 2,5 km e 1 km de distância, respectivamente. Esse fato pode ser explicado por uma série de fatores culturais já relatados em extensa literatura (GARREFA, 2007).

A distância entre o setor e um shopping ou centro foi um fator tão soberano que inibiu a relação entre distância das viagens e qualquer outro parâmetro de forma urbana. A única relação significativa encontrada foi entre o PKM e a conectividade, que pode trabalhar na redução das distâncias que separam os pontos de partida e destinos.

O modal share dessas viagens é apresentado no Gráfico 77.

Gráfico 77: Modal share do deslocamento para compras eventuais por setor



Fonte: Autora

A modalidade compras eventuais mostrou a maior representatividade do modal share de carro e APPs dentre todas as motivações até aqui analisadas, para todas as

classes, o que a caracteriza como um tipo de viagem bastante dependente do carro. Em uma relação com o PKM, nota-se que o modal share dos modos ativos na A5 entre compras cotidianas e eventuais foi de 47% para 0%, provavelmente porque o PKM foi de 4,28 km para 15,03 km. Nesse sentido, nota-se pela primeira vez que todos os bairros de densidade alta promoveram melhor os deslocamentos a pé em detrimento dos homólogos em classe. Esse fato novamente se relaciona à já relatada dependência do modal a pé das curtas distâncias.

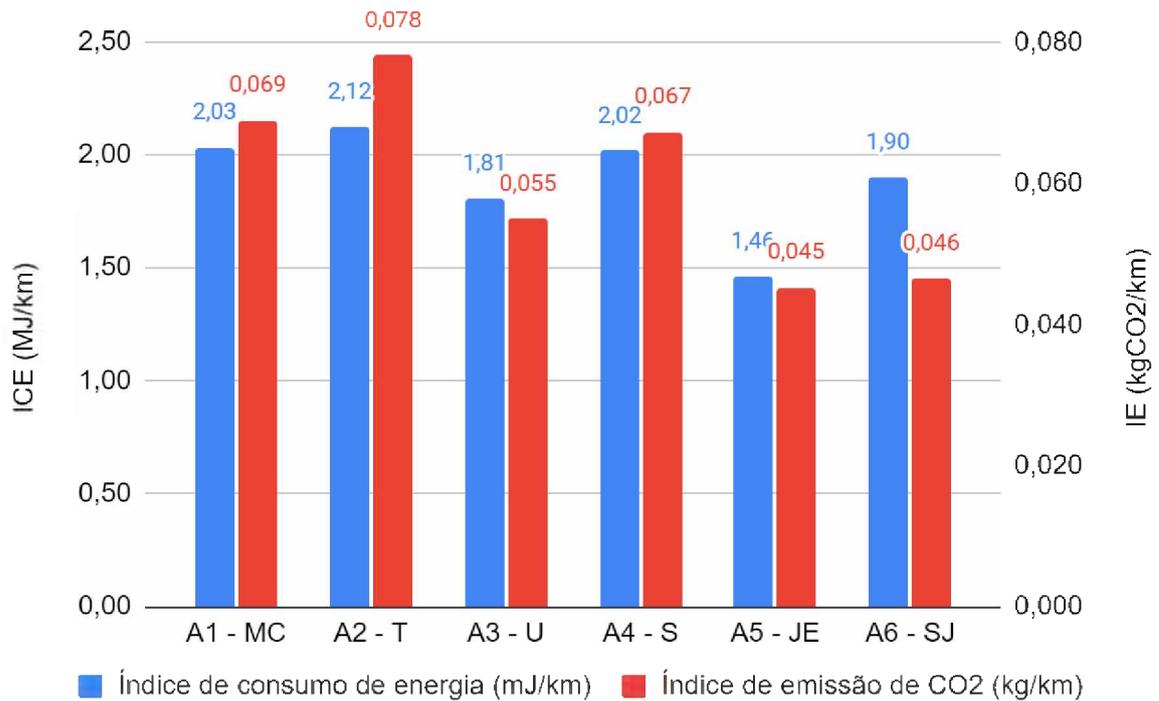
No caso da classe A/B isso provavelmente acontece porque a A2 tem um uso consideravelmente mais misto (0,28 e 0,52) e uma distância relativamente caminhável do centro. Já na classe C, os entornos que ligam o shopping e o centro a A4 são densos e de uso relativamente misto, o que incentivaria as pessoas a andar. Já na classe D/E foi relatado um maior número de pessoas que faziam esse tipo de compras no subcentro mais próximo, e por isso, iam até lá caminhando.

As demais áreas (A1, A3 e A5) possuem caminhabilidade dificultada ao passo que são cercadas por grandes áreas estritamente residenciais, apesar do EI não demonstrar essa realidade (como relatado no item 7.1). Para vencer essas distâncias, a A1 recorre majoritariamente ao carro, enquanto nas áreas A3 e A5 o transporte público possui uma boa representatividade. É interessante lembrar que a A3 possui um terminal que a liga ao resta da cidade e a A5 é a mais bem servida de pontos de ônibus, dando uma ideia de que a disponibilidade de transporte público pode incentivar o uso desse modal. Nota-se ainda que a A3 recorre bastante ao uso de APP, que provavelmente se relaciona a reprodução de um modo de viver da classe C em um público ainda universitário.

Portanto, ressalta-se novamente que o uso de carros declina com a renda e as viagens feitas por esse modal são substituídas por outros modais, de acordo com as condições da forma urbana.

O ICE e IE serão relacionados com as demais análises com o auxílio do Gráfico 78.

Gráfico 78: Índice de consumo energético e de emissão de CO₂ por setor para compras eventuais



Fonte: Autora

As explicações na variação do ICE se relacionam aos padrões já explicados anteriormente envolvendo modal share e o PKM dos modais de alto e baixo impacto. As áreas A1 e A2 são as que mais consomem energia porque apresentam uso de carro compondo 95% do modal share, sendo que o PKM das viagens de carro na área A2 explicam o maior consumo nessa área (5,75 km e 8,05 km). Logo após, tem-se a A4 quase empatada apresentando um consumo alto para seu modal share, fato que se apoia novamente nas curtas distância das viagens a pé quando comparadas às áreas A1 e A2 (2,22 km contra 5,93 km e 5,10 km).

A área A6 vem em seguida com um ICE parecido com a A4, o que provavelmente acontece porque o alto PKM das viagens de carro (14,45 km) compensa o modal share mais saudável. A área A3 apresenta um PKM nesse tipo de viagem um pouco menor (10,14 km), o que explica a leve redução no ICE em relação à A6 apesar do modal share mais dependente de carro. Por fim, temos A5 como, novamente, a com menor pegada energética, fato novamente atribuído ao baixo uso de carro e intenso uso de ônibus.

Em termos de emissões, o IE dos setores segue a mesma lógica e as mesmas posições apresentadas na análise do ICE, com exceção da A6, que emite menos em relação ao seu ICE. Essa observação está de acordo com as análises anteriores, em que

o IE mostra uma correspondência maior ao modal share e não é tão influenciado pelo PKM. Nesse sentido, os longos deslocamentos de carro da A6 tiveram importância secundária em comparação com o modal share relativamente equilibrado da área. A área em questão ficou quase empatada com a A5, o que faz sentido se considerarmos que, apesar do uso de carro ser um pouco maior, a A6 apresenta boa parte das viagens realizadas por modais ativos, enquanto na A5 o modal share desses meios foi 0.

Portanto, conclui-se que o PKM é uma função direta da proximidade do setor aos shoppings e centro da cidade, sendo que a conectividade pode ter uma importância secundária ao passo que tem poder de reduzir distâncias. O modal share, por sua vez, novamente se relacionou ao PKM e à renda, no entanto, verifica-se pela primeira vez uma influência direta de um parâmetro de forma urbana, que foi a densidade.

O ICE e IE seguiram uma lógica bem parecida e tiveram análises semelhantes às anteriores ao se relacionarem com o PKM segmentado por modal e com modal share. Apesar disso, o IE é menos influenciado pelo PKM e tende a responder de forma mais direta ao modal share, além de ser influenciado pelo combustível usado.

Quadro 11: Características que influenciam os parâmetros de eficiência nos deslocamentos para compras eventuais

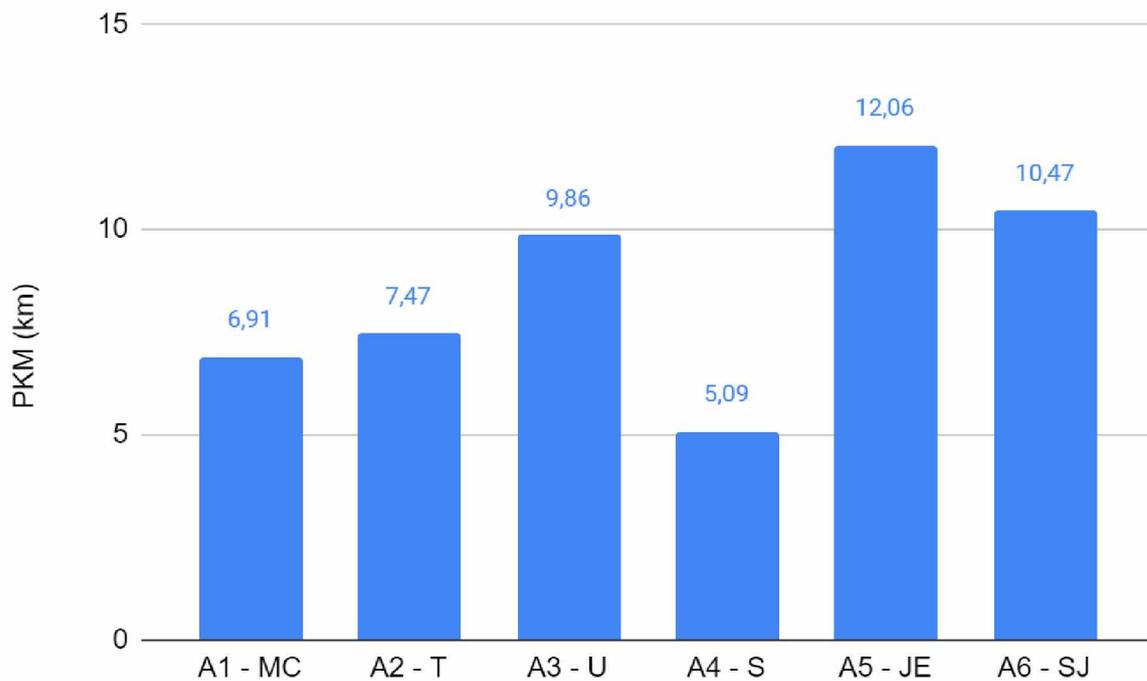
	PKM	Modal share	ICE	IE
Influência primária	Distância dos shoppings e centro da cidade	PKM Densidade Renda	Relação entre o PKM dos modais de alto e baixo impacto Modal share	Modal share Relação entre o PKM dos modais de alto e baixo impacto Tipo de combustível
Influência secundária	Conectividade	-	Renda Densidade	Renda Densidade
Influência terciária	-	Conectividade	Conectividade	Conectividade
Observações	-	-	-	-

Fonte: Autora

7.5.6 Lazer

O Gráfico 79 mostra o tamanho médio dos deslocamentos para lazer da amostra.

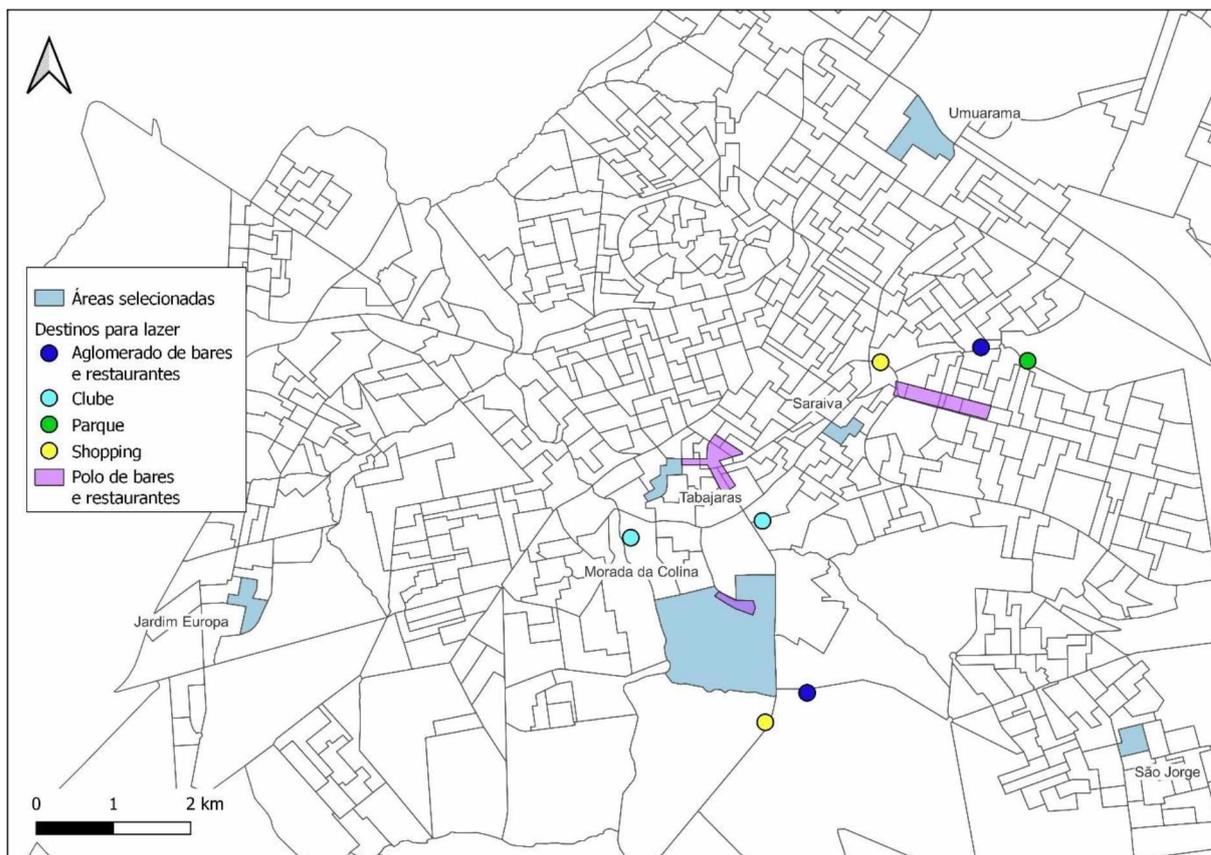
Gráfico 79: PKM por setor em deslocamentos para lazer



Fonte: Autora

Assim como nas compras eventuais, foram identificados alguns polos de lazer na cidade, sendo eles os dois shoppings e o Pátio Sabiá, clubes Praia e Cajubá, o parque do sabiá, além de algumas áreas densas em bares nos bairros Santa Mônica, Centro/Fundinho e zona sul (Mapa 46). Além desses principais destinos, foi elucidado que as classes D/E também consideram as igrejas como centro de lazer, sendo que estas se localizam, na maioria dos casos, na região do respondente.

Mapa 46: Principais destinos para lazer em Uberlândia



Fonte: , organizado pela autora

Nota-se que as áreas mais “bem servidas” de lazer, ou seja, que se localizam próximas a pelo menos um desses polos, tenderam a ter PKMs menores. Esse comportamento indica que, por mais que os deslocamentos a lazer sejam muito variados, as pessoas normalmente acabam por não sair tanto da sua macro região.

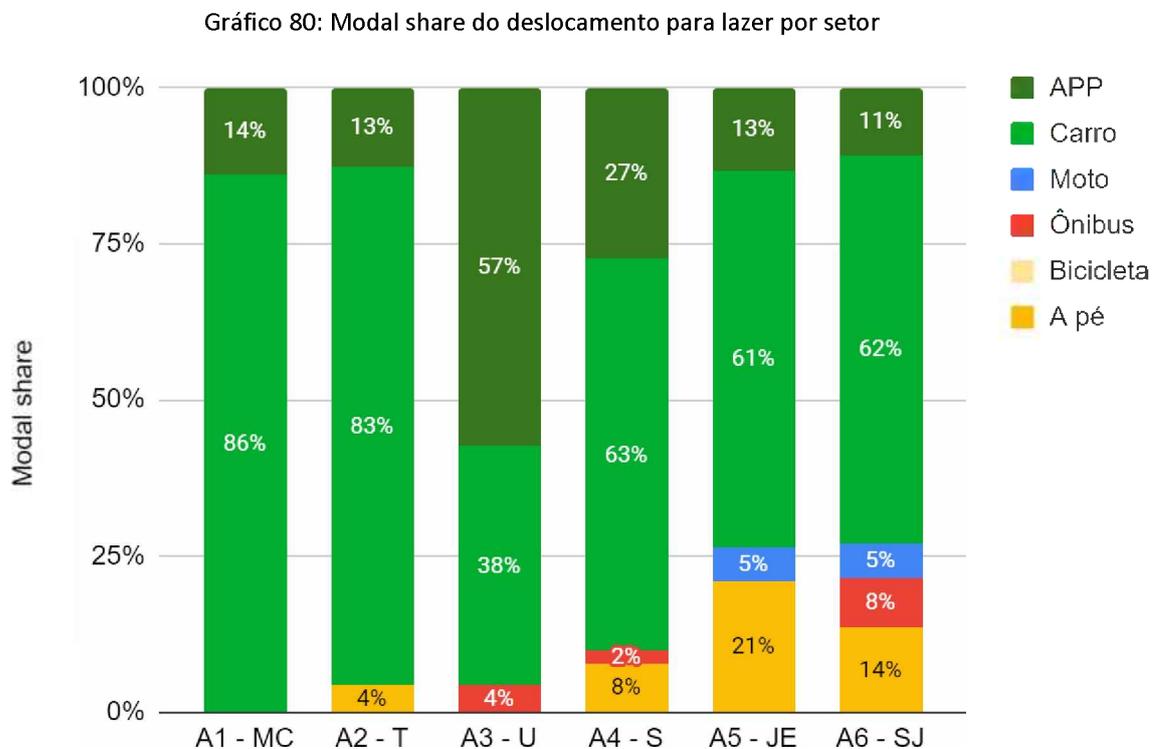
A A4, por exemplo, que se localiza bem próxima ao polo de bares universitários do bairro ao lado (Santa Mônica), ao polo de bares do centro e de um dos Shoppings, o que explica o PKM do setor ser, na média, o menor. Já a A1 se localiza perto de um dos shoppings e dos bares da zona sul, enquanto a A2 é abastecida pela grande quantidade de Bares no centro e Fundinho. Com exceção dessas 3 áreas, as demais se localizam a distâncias consideravelmente longas desses polos e por isso apresentam PKMs maiores.

Era esperado que, se os destinos dos participantes fossem sempre esses, as áreas A5 e A6 apresentassem PKMs ainda maiores, mas o fato de alguns respondentes afirmarem buscar lazer no próprio bairro (em restaurantes, bares e principalmente igrejas) reduz o tamanho médio dos deslocamentos.

Além da proximidade aos equipamentos de lazer, a única variável que parece se relacionar ao PKM foi a conectividade com o entorno, o que faz sentido ao passo que

regiões conectadas com entornos que são polos de lazer (como a A4) tendem a ter as distâncias reduzidas.

O modal share das áreas para a motivação lazer é apresentado no Gráfico 80.



Fonte: Autora

A análise do modal share para lazer mostra que esta é uma motivação altamente dependente de carro, mais do que as compras eventuais, que já mostravam uma alta dependência. Até as áreas que possuem um modal share tradicionalmente mais sustentável para as demais motivações (A5, A6 e A3) apresentaram alto uso de veículos, sendo que os demais modais não somam a 30% das viagens em nenhum setor.

Esse fato leva a crer que, quanto menos essencial o deslocamento e mais flexível o destino, maior a chance de que a viagem seja feita de carro ou APP. Esse comportamento pode estar atrelado ao fato de que ambas motivações podem ser consideradas deslocamentos de “luxo”, e, por isso, utilizam um modal condizente com o propósito da viagem. Considerando apenas as viagens de lazer, outra vertente a ser investigada é o fato de a maioria desses deslocamentos tem um caráter noturno, o que torna o uso de modais ativos possivelmente perigoso e o acesso aos ônibus limitado pelo horário.

Assim como nas demais motivações, as viagens a pé têm PKMs significativamente menores do que as de carro, ônibus e APP. Esse modal é presente majoritariamente entre as viagens para igrejas, praças e bares (em raros casos) dentro do próprio bairro. Já as pouquíssimas viagens de ônibus são feitas geralmente para atividades de lazer diurno, como o parque do sabiá.

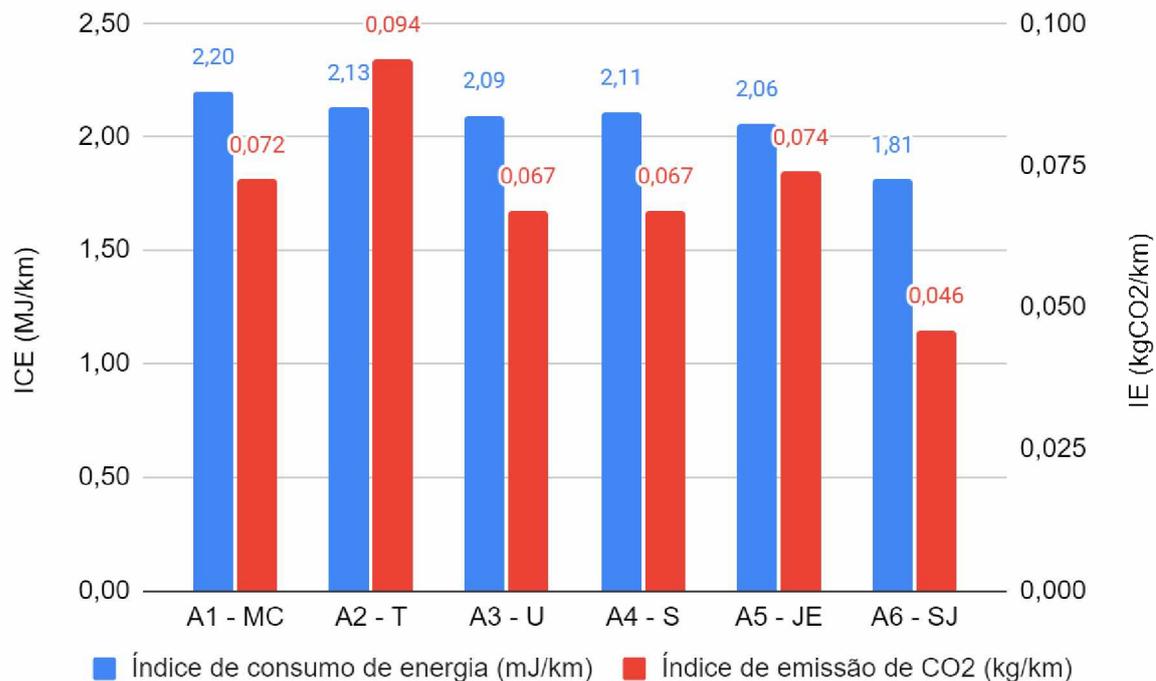
Somando a questão do horário de circulação dos ônibus com a insegurança intrínseca às viagens ativas noturnas, pode-se dizer que as opções dos viajantes de Uberlândia para lazer são limitadas aos carros e motos. Esse achado infere que a população que não possui esses modais e não têm acesso aos APPs é segregada da vida noturna uberlandense ao passo que não têm acesso aos polos de lazer e estão restringidos às muitas vezes limitadas opções do bairro.

O modal share consideravelmente maior dos APPs para essa motivação provavelmente está ligado à necessidade dos carros e à lei seca, que proíbe a direção quando sob efeito de bebidas alcoólicas (BRASIL, 2018).

Por fim, a prevalência dos carros nos deslocamentos de todos os tamanhos, entre todas as classes, dá a entender que o uso dos veículos é uma necessidade dos viajantes e que o PKM e a renda têm papel menos importante no modal share dessa motivação do que no das demais. Nenhum outro parâmetro de forma urbana parece influenciar o modal utilizado.

O Gráfico 81 mostra a relação entre ICE e IE para as viagens a lazer.

Gráfico 81: Índice de consumo energético e de emissão de CO₂ por setor para lazer



Fonte: Autora

Com exceção da área A6, todos os setores obtiveram ICEs maiores do que 2, fato que elege os deslocamentos para lazer como os mais energeticamente intensos. Esse comportamento do índice demonstra uma grande correspondência ao modal share com intenso uso de carros. A A1 demonstra o maior ICE ao passo que 100% dos deslocamentos do setor são feitos por carro. As áreas A2, A3 e A4 apresentam uma pequena redução no ICE causada provavelmente pela presença de outros modais na composição do modal share, sendo que as pequenas diferenças entre elas se devem a questões de PKM já explicadas.

Nesse mesmo sentido, a A5 mostrou consumos equiparáveis às demais áreas (apesar de ter um modal share melhor) ao passo que tem altíssimos PKMs para carro e APP (13,16 km e 19,88 km) e um relativamente baixo PKM para viagens a pé (1,14 km), que inibiram a maior representatividade desse modal. A A6, por outro lado, apesar de apresentar um modal share semelhante, tem PKMs mais saudáveis que permitiram que essa diferença de composição no modal das viagens refletisse em um menor ICE (10,68 km para carro, 16,74 km para APP e 6,70 km para a pé).

Apesar dessa certa homogeneidade no ICE, o IE possui uma variação consideravelmente maior. Pelos mesmos motivos do ICE, a A6 teve também um

consideravelmente menor IE. Em seguida, temos as áreas A3 e A4, com IEs iguais, coerentes com o modal share parecido dos setores. As áreas A1 e A5 tiveram IEs semelhantes, dando uma ideia de que o desequilíbrio do modal share na A1 e o grande comprimento das viagens motorizadas na A5 tiveram o mesmo peso em termos de emissões. A A2, por outro lado, mostrou mais uma vez as maiores emissões apesar de ter modal share e PKM parecidos com outras áreas que emitiram menos, fato que deve ser explicado pelo combustível usado.

Conclui-se então que o PKM das viagens, assim como nos demais casos, se relaciona primeiramente à proximidade da área aos polos de lazer e secundariamente à conectividade com o entorno, ao passo que esta tem capacidade de reduzir distâncias. Nota-se ainda que, por mais que os entrevistados tenham relatado não ter destino fixo para essa motivação, quando se tem um polo de lazer perto de casa a maioria das pessoas raramente saem de sua macro região.

Em termos de modal share, as viagens a lazer mostram-se altamente dependentes de carro pela característica sem rotina e muitas vezes noturna destas. Esse fator prevaleceu sobre todas as questões de forma urbana e a renda parece importar apenas no caso da classe D/E, que ainda recorre – mesmo que com uma frequência muito menor – aos meios ativos e coletivos. As áreas com modal share tradicionalmente mais saudáveis (muitas vezes pela menor posse de carro) acabam recorrendo muito aos aplicativos, o que ressalta a importância desta ferramenta na integração da população de renda mais baixa ou que não pode dirigir. Apesar disso, indivíduos que não possuem carro nem acesso aos APPs (por questões tecnológicas ou financeiras) acabam por serem privados da convivência de lazer noturna típica da cidade. A única relação entre modal share e PKM encontrada foi que as viagens ativas são obrigatoriamente curtas.

Essa dependência de carro acabou por homogeneizar muito o ICE, que foi o maior de todas as motivações. As pequenas nuances que diferenciavam as áreas estavam relacionadas às questões de PKM. Já o IE mostrou uma variação maior ao passo que também é controlado pela questão dos combustíveis.

Os resultados dessa seção estão sumarizados no Quadro 12.

Quadro 12: Características que influenciam os parâmetros de eficiência nos deslocamentos para lazer

PKM	Modal share	ICE	IE
-----	-------------	-----	----

Influência primária	Distância dos polos de lazer	Horário da viagem Limitação dos horários de ônibus Insegurança Renda	Modal share Relação entre o PKM dos modais de alto e baixo impacto	Modal share Relação entre o PKM dos modais de alto e baixo impacto Tipo de combustível
Influência secundária	Conectividade com o entorno	PKM	-	-
Influência terciária	-	Conectividade com o entorno	Conectividade com o entorno	Conectividade com o entorno
Observações	-	-	-	-

Fonte: Autora

7.6 Discussão geral

Na análise de todas as motivações, o PKM se mostrou primordialmente relacionado à proximidade dos equipamentos destino e secundariamente à conectividade e uso do solo. Esses destinos, por sua vez, muitas vezes obedecem mais às questões culturais da cidade do que respondem à distância do deslocamento em si. Parece lógica a ideia de que o tamanho do deslocamento se relacione à distância com que a demanda é atendida, mas cabe refletir como o planejamento urbano pode fazer com que esta distância diminua.

A primeira e talvez mais importante variável dessa equação reside na extinção do espraiamento da mancha urbana baseado em especulação imobiliária e consequente formação de vazios. Essa não foi uma das variáveis quantificadas, mas ambas as áreas que tiveram os maiores PKMs para todas as motivações são frutos desse tipo de expansão. Considerando que em vários casos as pessoas têm preferências muito bem delineadas ao ocuparem a cidade e que essas preferências muitas vezes fogem do raio do bairro, é imprescindível que a cidade seja contígua e altamente conectada de forma a reduzir as distâncias e evitar fragmentações.

No caso do presente trabalho os loteamentos desconectados com altos PKMs foram os de classe D/E, mas é importante ressaltar que essa desconexão não é exclusividade dos loteamentos de baixa renda e os mesmo resultados poderiam ser encontrados caso outras regiões de classe A/B tivessem sido escolhidas. Nesse sentido, é possível dizer que o PKM não se relaciona à renda em si, mas à posição do indivíduo de baixa renda na cidade.

A segunda variável dessa equação é o uso do solo. Em uma escala menor, mas no mesmo sentido, é lógico pensar que bairros de uso do solo restrito têm mais chance de falhar no suprimento das necessidades de seus moradores. Nem sempre bairros de uso mais misto reduzirão as distâncias, mas eles pelo menos dão a oportunidade (em termos de plano diretor) de que estabelecimentos de comércio e serviços se aloquem de tal forma a atender à população que se desloca grandes distâncias.

Adaptadas as questões legais, é preciso que equipamentos de comércio e serviços sejam incentivados a se instalar nesses locais e esse incentivo pode se dar por duas vias que devem ser, de preferência, combinadas. A primeira possibilidade é que se formem polos (de compras, lazer, serviços, etc.), especializados ou não, de forma a atrair pessoas. Um bom exemplo desse fenômeno é a procura por bares na zona sul, que acaba por formar um polo de grande fluxo apesar dos entornos pouco densos. Uma segunda possibilidade é apostar no adensamento dos entornos de dos polos/subcentros de forma a gerar um fluxo natural de pessoas em busca de atender suas demandas, como o que acontece, por exemplo, no bairro Saraiva que quase sempre apresenta o menor PKM.

Apesar desses dois casos de sucesso apresentados, é importante salientar que nem sempre a presença de subcentros implicam na redução das distâncias, visto que as questões que determinam o sucesso destes são complexas e não foram mapeadas pelo presente trabalho.

Em suma, as análises feitas inferem que a combinação de um uso do solo misto e bem conectado fazem parte da solução para a questão “como reduzir o tamanho dos deslocamentos”, podendo ainda se apoiar em um aumento da densidade. No entanto, é imprescindível que essas variáveis sejam relacionadas às questões culturais da cidade para entender o que faria com que as pessoas buscassem cada vez mais atender suas demandas de forma local.

As classes D/E conformam o público que tem maior interesse na redução das distâncias, considerando o preço dos deslocamentos e acesso restrito aos modais rápidos. O relatado pelas análises, no entanto, mostra uma realidade muito diferente: as áreas que abrigam a população de baixa renda são justamente as que possuem PKMs vertiginosamente maiores. Esse fato reflete o quanto o planejamento urbano nos loteamentos de baixa renda é falho e ressalta que esses são historicamente negligenciados no que diz respeito ao atendimento de necessidades básicas de forma

local. Ao analisarmos os resultados por motivação como um todo, nota-se que ambos os setores de classe D/E obtiveram índices de EI muito ruins, fato que reafirma a importância desse parâmetro.

Quando tratamos as questões que permeiam a escolha do modal é que se torna possível perceber a influência da renda em si, visto que na análise do PKM esse parâmetro apenas configurava a posição do indivíduo na cidade. Fica muito claro que o uso do carro cai com a redução da renda, ao passo que é substituído por meios ativos para deslocamentos curtos e meios coletivos e moto para deslocamentos longos. No entanto, o uso de meios de transporte sustentáveis deve ser uma escolha baseada em conveniência e não em necessidade. Não é socialmente justo que pessoas em loteamentos de baixa renda tenham que passar horas em um ônibus para acessarem suas demandas ou fiquem restritas aos equipamentos locais. Nesse sentido, não é possível dizer que o comportamento da classe D/E é sustentável ao passo esse posto vem aos custos de que um dos pilares da própria sustentabilidade seja negligenciado.

Contextualizada que a questão da renda é mandatória na distribuição do modal share, uma análise secundária vem à tona: nem todos deslocamentos curtos são feitos por meios ativos, mas se buscamos incentivar os deslocamentos ativos, é preciso que as distâncias sejam curtas. Essa conclusão dá uma ideia do quando o PKM influencia o modal share e reafirma a importância dos parâmetros de forma urbana que o influenciam.

A análise das viagens para compras eventuais e lazer, no entanto, mostram que as pessoas têm certas preferências quanto aos destinos para essas motivações, e que essas preferências são sólidas e difundidas entre todas as classes. É impossível que uma cidade tenha shoppings e improvável que polos de lazer se consolidem a distâncias caminháveis na cidade toda. Além disso, mesmo que as pessoas mudassem seu comportamento e essas motivações pudessem ser atendidas localmente, ainda restariam destinos inflexíveis – como trabalho e estudos – que eventualmente se localizariam a grandes distâncias.

É justamente na necessidade de deslocamentos longos que se percebe a importância prática do transporte público. Poucas viagens longas de carro têm o poder de aumentar drasticamente a energia consumida e emissões mesmo de áreas com alto uso de transporte coletivo e ativo. Ao mesmo tempo, as viagens de ônibus, mesmo que

muito longas, se mostraram altamente eficientes nesses parâmetros. Em termos sociais, outro ponto a favor do transporte público é a importância desse modal na mobilidade de pessoas de baixa renda.

Por todos esses motivos ambientais e sociais, é imprescindível que se melhore a infraestrutura e atendimento dos ônibus em Uberlândia, tanto em alcance como em horários. Mais ainda, é preciso implementar tipos de transporte públicos diferentes e integrados, de forma a torná-los mais rápidos e confortáveis. Esses feitos também estão diretamente ligados à questão da densidade, visto que se torna mais viável implementar meios coletivos eficientes ao passo que a densidade aumenta (LEFÈVRE; MAINGUY, 2009).

Há ainda de se argumentar que não é porque um bom sistema de transporte público existe que o comportamento de viagem das pessoas será mudado. No entanto, o modal share da A5 dá indícios de que um maior acesso ao transporte público pode culminar em um maior uso deste. Existe ainda uma extensa literatura mostrando que a implementação de modais coletivos eficientes tende a aumentar o número de usuários (item 4.4.2). Esse potencial é reforçado ao passo que o uso do carro se torna cada vez mais inviabilizado em grandes metrópoles.

Em termos de consumo de energia, as análises mostram que ter um modal share saudável é imprescindível, mas não suficiente. É preciso também que as distâncias sejam diminuídas e, quando esse feito não for possível, que elas sejam vencidas por modais coletivos. Essa mudança de comportamento depende das complexas mudanças na forma urbana que influenciam no PKM e, conseqüentemente, o modal share. Já as emissões podem ser controladas com essas medidas ou com a transição de combustíveis fósseis para renováveis, o que implica em complexas mudanças econômicas e estruturais. Esses achados se alinham aos de Ewing et al. (2007), que elegem o PKM e o potencial emissor do combustível em si como 2 dos 3 pilares para reduzir emissões de CO₂.

Em suma, pode-se dizer que quando tratamos dos resultados analisados no presente trabalho, a eficiência energética e de emissões se relacionou primordialmente às questões socioeconômicas, especialmente à renda. A forma urbana, por sua vez influencia os parâmetros de eficiência de forma secundária. Esses mesmos resultados foram relatados por ten Dam et al. (2022). Por outro lado, quando pensamos na

promoção de uma mudança do comportamento de viagem no sentido da sustentabilidade e eficiência, a forma urbana e qualidade do transporte público começam a assumir um papel de protagonismo ao passo que apoiam uma possível transição de modais.

Por fim, ressalta-se que o presente trabalho muito advogou no sentido de melhorar a eficiência dos deslocamentos em termos de energia e emissões. Apesar disso, ressalta-se que, para além das questões de eficiência, as cidades também devem ser planejadas para serem mais humanas e inclusivas. Por coincidência ou não, alguns dos preceitos postulados por Jan Gehl para promoção desse tipo de cidade se alinharam com os elegidos como importantes no presente trabalho. Para todos os outros que não interferiram nos parâmetros de eficiência, ressalta-se que a importância destes está resguardada no fato de que uma cidade deve ser muito mais do que apenas eficiente.

CONCLUSÃO

8 CONCLUSÃO

Na análise dos deslocamentos urbanos em 6 áreas de Uberlândia-MG, o presente trabalho conclui que a eficiência energética e de emissões está relacionada ao *modal share* das áreas e ao PKM médio das viagens, que é função primordialmente da renda e secundariamente do comprimento das viagens. O comprimento das viagens, por sua vez, se relaciona à presença de equipamentos básicos na região, ao uso do solo e à conectividade.

Nesse sentido, pode-se dizer que a classe se consolidou como fator determinante no consumo de energia e emissões ao passo que indivíduos de alta renda parecem escolher seus meios de transporte com base no conforto, sem muita interferência das características da cidade. Ao mesmo tempo, os meios de transporte mais sustentáveis (que também são os mais baratos) se concentram majoritariamente entre público que tem a renda como fator limitante na escolha do modal.

Apesar disso, observa-se que as questões de forma urbana também permeiam, ainda que não uniformemente, os parâmetros de eficiência na medida em que estão presentes na cadeia de correlações, influenciando os diversos indicadores analisados nessa pesquisa. Regiões com uso do solo mais misto e conectividades melhores tiveram PKM menores, que, por sua vez, é um fator determinante no modal share. Esse resultado infere que, por mais que a renda atue de forma incisiva na escolha do modal, essas características têm o poder de reduzir distâncias de forma a incentivar o uso de modais sustentáveis ou inviabilizar completamente o uso destes.

Em outras palavras, quanto maior o uso de modais ativos e coletivos em uma região, melhor sua eficiência. Esses modais mais sustentáveis exigem que a cidade tenha uma certa conformação para que não só existam, mas que sejam uma escolha do usuário ao invés de uma imposição da renda. É fato que a escolha do modal é primordialmente determinada pela classe, mas isso é reflexo do (não) planejamento das cidades brasileiras, que acabam por criar cidades e comportamentos de viagem culturalmente dependentes do carro. Nesse sentido, há de se escolher entre uma cidade que perpetua a cultura dos carros ou uma que possibilita a mudança de hábitos, por mais desafiadora que seja essa questão.

Por fim, cabe dizer que o presente trabalho selecionou as variáveis de análise de forma urbana com base no modelo de crescimento compacto, visto que este de fato promove uma eficácia no consumo energético e emissões, como demonstrado em extensa literatura e experiências ao redor do mundo. Apesar disso, não é possível selecionar algumas características desse modelo e dizer que elas funcionam de forma isolada em cidades que não foram projetadas com base na compacticidade. Nesse sentido, apesar do presente trabalho ter encontrado relações significativas entre a conectividade, uso do solo e os parâmetros de eficiência, todas as demais variáveis analisadas não parecem influenciar o consumo energético e emissões. Isso acontece porque a complexidade de um tecido urbano já consolidado não se encaixa em modelos compactos ou dispersos e se apoia muito mais em fatores de cultura regional e características da conformação urbana que fogem aos parâmetros de avaliação tradicionais.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

ABNT. **Norma Brasileira 9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://www.caurn.gov.br/wp-content/uploads/2020/08/ABNT-NBR-9050-15-Acessibilidade-emenda-1_-03-08-2020.pdf>. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2014.07.012>

AGUILÉRA, A.; VOISIN, M. Urban form , commuting patterns and CO2 emissions : What differences between the municipality ' s residents and its jobs ? **Transportation Research Part A journal**, v. 69, p. 243–251, 2014.

AHLFELDT, G. et al. Demystifying Compact Urban Growth: Evidence From 300 Studies From Across the World. Coalition for Urban Transitions, London and Washington. **OECD Regional Development Working Papers**, 2018.

ALGUNAIBET, I. M.; MATAR, W. The responsiveness of fuel demand to gasoline price change in passenger transport: a case study of Saudi Arabia. **Energy Efficiency**, v. 11, n. 6, p. 1341–1358, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12053-018-9628-6>

ALONSO-MORA, J. et al. **On-demand high-capacity ride-sharing via dynamic trip-vehicle assignment**. National Academy of Sciences of United States of America. **Anais...**2016. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1611675114>

ALVES, L. A. et al. Mobilidade Urbana Sustentável em Áreas Centrais: reflexões sobre seus desafios a partir de Uberlândia-MG. **Geografias**, v. 54, n. 1, 2010. DOI: <https://doi.org/10.35699/2237-549X..13290>

AMRUSCH, P.; WIRL, F. **The impact of energy prices on the sustainability of urban transport**. URBAN TRANSPORT XII: URBAN TRANSPORT AND THE ENVIRONMENT IN THE 21ST CENTURY. **Anais...**2006. <https://doi.org/10.2495/UT060631>

ARAÚJO SOBRINHO, F. L. **Produção do Espaço e Evolução Urbana da Área Central de Uberlândia/MG**. [s.l.] Dissertação de mestrado. Mestrado em Arquitetura e Urbanismo - UnB, 1998.

AXSEN, J.; SOVACOOOL, B. K. The roles of users in electric, shared and automated mobility transitions. **Transportation Research Part D**, v. 71, p. 1–21, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.02.012>

AZEVEDO, S. **Projeto UdiBike deve voltar até dezembro em Uberlândia**. Disponível em: <<https://diariodeuberlandia.com.br/noticia/21470/projeto-udibike-deve-voltar-ate-dezembro-em-uberlandia>>. Acesso em: 11 nov. 2021.

BANISTER, D.; WATSON, S.; WOOD, C. Sustainable cities: transport, energy, and urban form. **Environment and Planning B: Planning and Design**, v. 24, p. 125–143, 1997. DOI: <https://doi.org/10.1068/b240125>

BAPTISTA, P.; MELO, S.; ROLIM, C. Energy , environmental and mobility impacts of car-sharing systems. Empirical results from Lisbon , Portugal. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 111, p. 28–37, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.035>

BARLA, P. et al. Traveled distance, stock and fuel efficiency of private vehicles in Canada: Price elasticities and rebound effect. **Transportation**, v. 36, p. 389–402, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11116-009-9211-2>

BARLA, P.; MIRANDA-MORENO, L. F.; LEE-GOSSELIN, M. Urban travel CO2 emissions and land use: A case study for Quebec City. **Transportation Research Part D:**

Transport and Environment, v. 16, n. 6, p. 423–428, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2011.03.005>

BATISTA, I. T.; RAMIRES, J. C. DE L. Grandes empreendimentos habitacionais na cidade de Uberlândia – Mg. **InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade**, v. 3, n. 9, p. 195–214, 2017. DOI: <https://doi.org/10.18764/2446-6549.v3n9p195-214>

BERTAUD, A. Metropolis: A Measure of the Spatial Organization of 7 Large Cities. 2001.

BORRION, A. L.; MCMANUS, M. C.; HAMMOND, G. P. Environmental life cycle assessment of lignocellulosic conversion to ethanol: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, n. 7, p. 4638–4650, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.04.016>

BOULANGE, C. et al. Examining associations between urban design attributes and transport mode choice for walking, cycling, public transport and private motor vehicle trips. **Journal of Transport & Health**, v. 6, p. 155–166, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jth.2017.07.007>

BRASIL. Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012, 2012.

BRASIL. Lei nº 11.705, de 19 de junho de 2008, 2018.

BREHENY, M. The compact city and transport energy consumption. **Transactions of the Institute of British Geographers**, v. 20, p. 81–101, 1995. DOI: <https://doi.org/10.2307/622726>

BROWNSTONE, D.; GOLOB, T. F. The impact of residential density on vehicle usage and energy consumption ☆. **Journal of Urban Economics**, v. 65, p. 91–98, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jue.2008.09.002>

BÜCHS, M.; SCHNEPF, S. V. Who emits most? Associations between socio-economic factors and UK households' home energy, transport, indirect and total CO2 emissions. **Ecological Economics**, v. 90, p. 114–123, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.03.007>

CERDÁ. The five bases of the general theory of urbanization. 1999.

CERVERO, R. Futuristic transit and futuristic cities. **Transportation Quarterly**, v. 46, p. 193–204, 1992a.

CERVERO, R. **The challenge for transport and how it shapes the city**. Perth - Beyond 2000: A challenge for the City. **Anais...Perth**: 1992b

CERVERO, R. Mixed land-uses and commuting: Evidence from the American Housing Survey. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 30, p. 361–377, 1996. DOI: [https://doi.org/10.1016/0965-8564\(95\)00033-X](https://doi.org/10.1016/0965-8564(95)00033-X)

CERVERO, R.; DUNCAN, M. 'Which Reduces Vehicle Travel More: Jobs-Housing Balance or Retail-Housing Mixing? **Journal of the American Planning Association**, v. 72, p. 475–490, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1080/01944360608976767>

CHAMPAGNE, M. P.; DUBÉ, J.; BARLA, P. Build it and they will come: How does a new public transit station influence building construction? **Journal of Transport Geography**, v. 100, n. March, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2022.103320>

CLEPS, G. D. G. A produção do espaço urbano de Uberlândia e as políticas públicas de planejamento. **Caminhos de Geografia**, v. 9, p. 26–41, 2008. DOI: <https://doi.org/10.14393/RCG92815870>

CLEWLOW, R. R.; MISHRA, G. S. **Disruptive Transportation: The Adoption, Utilization, and Impacts of Ride-Hailing in the United States**. California: [s.n.].

CNPE. RESOLUÇÃO Nº 16, DE 29 DE OUTUBRO DE 2018. 2018.

COLESANTI, M. et al. **Estudo prévio de viabilidade técnica para a implantação de veículo leve sobre trilhos – VLT em Uberlândia-MG.** [s.l.: s.n.].

DA ASSUNÇÃO, M. A. **Indicadores de Mobilidade Urbana Sustentável para a Cidade de Uberlândia, MG.** [s.l.] (Dissertação de Mestrado). Faculdade de Engenharia Civil. Universidade Federal de Uberlândia, 2012.

DAILY OVERVIEW. **Overview Index.** Disponível em: <https://www.overview.com/digital-index/?refinementList%5B_tags.name%5D%5B0%5D=Cities&page=1&configure%5BhitsPerPage%5D=30&query=>>.

DEUS, L. **A influência da forma urbana no comportamento de viagem das pessoas: estudo de caso em uberlândia, MG.** [s.l.] UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, 2008.

DING, C. et al. Exploring the influence of built environment on travel mode choice considering the mediating effects of car ownership and travel distance. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 100, p. 65–80, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.04.008>

ECHENIQUE, M. H. et al. Growing Cities Sustainably. **Journal of the American Planning Association**, v. 78, p. 121–137, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1080/01944363.2012.666731>

EPE. **Balanco energético nacional 2017 - fatores de conversão.** Disponível em: <https://www.mme.gov.br/SIEBRASIL/App_Content_User/archivos-publicos/4kvlI0t5.5zm20180831000000.pdf?or=322&ss=3&v=1>.

EWING, R. Is Los Angeles-Style Sprawl Desirable? **Journal of the American Planning Association**, v. 63, p. 107–126, 1997. DOI: <https://doi.org/10.1080/01944369708975728>

EWING, R. et al. **Growing Cooler: The Evidence on Urban Development and Climate Change.** Chicago: Urban Land Institute, 2007.

EWING, R. Pedestrian- and transit-friendly design: A Primer for Smart Growth. **American Planning Association**, v. 26, n. 3, p. 223–228, 2010.

EWING, R.; CERVERO, R. Travel and the Built Environment - A Synthesis. **Transportation Research Record**, 2001. DOI: <https://doi.org/10.3141/1780-10>

EWING, R.; HAMIDI, S. Compactness versus Sprawl: A Review of Recent Evidence from the United States. **Journal of Planning Literature**, v. 30, n. 4, p. 413–432, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1177/0885412215595439>

FERREIRA, W. R. **O espaço público nas áreas centrais: a rua como referência – um estudo de caso em Uberlândia – MG.** [s.l.] Tese de doutorado. USP, 2002.

FIRNKORN, J.; MÜLLER, M. What will be the environmental effects of new free-floating car-sharing systems? The case of car2go in Ulm. **Ecological Economics**, v. 70, p. 1519–1528, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.03.014>

FOCAS, C. Travel behaviour and CO2 emissions in urban and exurban London and New York. **Transport Policy**, v. 46, p. 82–91, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2015.11.003>

FONSECA, M. DE L. **Forma urbana e uso do espaço público: as transformações no centro de Uberlândia, Brasil.** [s.l.] Tese de doutorado em Urbanismo – Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, 2007.

FRANK, L.; PIVO, G. Impacts of mixed use and density utilization of three modes

of travel: single-occupant vehicle, transit, and walking. **Transportation Research Record**, p. 44–52, 1994.

FREITAS, M. D. P.; FERREIRA, D. L. Acidentes de trânsito no Brasil e em Uberlândia (MG): análise do comportamento e a forma de utilização deste indicador para a gestão da mobilidade urbana. **Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia**, v. 2, n. 5, p. 114–133, 2010.

FUJISAKI, K. An empirical analysis of effects of gasoline price change on transportation behavior in Japan, with consideration of regional differences. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 48, n. 3, p. 220–233, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.seps.2014.05.001>

G1 TRIÂNGULO MINEIRO. Proposta do VLT é apresentada à população de Uberlândia. 3 dez. 2014.

GARREFA, F. **Shopping Centers: de centro de abastecimento a produto de consumo**. [s.l.] Universidade de São Paulo, 2007.

GEHL, J. **Cities for people**. [s.l.] Island Press, 2013.

GIZ; MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Eficiência Energética na Mobilidade Urbana**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://eemobilidadeurbana.com.br/>>.

GOMEZ-IBANEZ, A. A global view of automobile dependence. **Journal of the American Planning Association**, v. 57, p. 376–379, 1991.

GOOGLE. **Google Maps**. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/preview>>. Acesso em: 6 jul. 2021a.

GOOGLE. **Google Earth**, 2021b.

GORDON, P.; KUMAR, A.; RICHARDSON, H. W. The Influence of Metropolitan Spatial Structure on Commuting Time *. **Journal of Urban Economics**, v. 26, p. 138–151, 1989. DOI: [https://doi.org/10.1016/0094-1190\(89\)90013-2](https://doi.org/10.1016/0094-1190(89)90013-2)

GORDON, P.; RICHARDSON, H. W. Gasoline Consumption and Cities: A Reply. **Journal of the American Planning Association**, v. 55, p. 342–346, 1989. DOI: <https://doi.org/10.1080/01944368908975421>

GORDON, P.; RICHARDSON, H. W. Are compact cities a Desirable Planning Goal? **Journal of the American Planning Association**, v. 63, p. 95–106, 1997. DOI: <https://doi.org/10.1080/01944369708975727>

GORI, S.; NIGRO, M.; PETRELLI, M. Walkability indicators for pedestrian-friendly design. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, v. 2464, p. 38–45, 2014. DOI: <https://doi.org/10.3141/2464-05>

GRAZI, F.; VAN DEN BERGH, J. C. J. M.; VAN OMMEREN, J. N. An Empirical Analysis of Urban Form, Transport, and Global Warming. **The Energy Journal**, v. 29, p. 97–122, 2008. DOI: <https://doi.org/10.5547/ISSN0195-6574-EJ-Vol29-No4-5>

GREENBLATT, J. B.; SAXENA, S. Autonomous taxis could greatly reduce greenhouse-gas emissions of US light-duty vehicles. **Nature Climate Change**, v. 5, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1038/nclimate2685>

GROSSE, J. et al. Exploring the role of daily “modality styles” and urban structure in holidays and longer weekend trips: Travel behaviour of urban and peri-urban residents in Greater Copenhagen. **Journal of Transport Geography**, v. 69, p. 138–149, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.04.008>

HOLDEN, E.; NORLAND, I. T. Three Challenges for the Compact City as a Sustainable Urban Form: Household Consumption of Energy and Transport in Eight Residential Areas in the Greater Oslo Region. **Urban Studies**, v. 42, p. 2145–2166, 2005.

DOI: <https://doi.org/10.1080/00420980500332064>

HOLTZCLAW, J. **Using Residential Patterns and Transit To Decrease Auto Dependence and Costs**. São Francisco: [s.n.].

HOU, Q. et al. Identification of low-carbon travel block based on GIS hotspot analysis using spatial distribution learning algorithm. **Neural Computing and Applications**, v. 31, n. 9, p. 4703–4713, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00521-018-3447-8>

HULA, A. et al. The Environmental Potential of Autonomous Vehicles. In: **Road Vehicle Automation**. [s.l: s.n.].

IBGE. **Malha de Setores Censitários**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/26565-malhas-de-setores-censitarios-divisoes-intramunicipais.html?=&t=oque-e>>. Acesso em: 10 ago. 2021.

IBGE. **IBGE**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 25 out. 2021.

IEA. **Electric car deployment in selected countries 2013-2018**.

IEA. **Energy consumption in transport in IEA countries, 2018**. Disponível em: <www.iea.org/data-and-statistics/charts/energy-consumption-in-transport-in-iea-countries-2018>.

IEA. **Tracking Transport 2020**. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/tracking-transport-2020>>.

IEA. **Total energy consumption by sector - World**. Disponível em: <[https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser?country=WORLD&fuel=Energy consumption&indicator=TFCSHareBySector](https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser?country=WORLD&fuel=Energy%20consumption&indicator=TFCSHareBySector)>. Acesso em: 8 set. 2022a.

IEA. **Total CO2 emission by sector - World**. Disponível em: <[https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser?country=WORLD&fuel=CO2 emissions&indicator=CO2BySector](https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser?country=WORLD&fuel=CO2%20emissions&indicator=CO2BySector)>.

IEA. **Total energy consumption by sector - Brazil**. Disponível em: <[https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser?country=BRAZIL&fuel=Energy consumption&indicator=TFCSHareBySector](https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser?country=BRAZIL&fuel=Energy%20consumption&indicator=TFCSHareBySector)>.

IEA. **Total CO2 emissions by sector - Brazil**. Disponível em: <[https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser?country=BRAZIL&fuel=CO2 emissions&indicator=CO2BySector](https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser?country=BRAZIL&fuel=CO2%20emissions&indicator=CO2BySector)>.

INMETRO. **Eficiência energética de veículos automotores, 2021**.

IPEA. **Emissões Relativas De Poluentes Do Transporte Motorizado De Passageiros Nos Grandes Centros Urbanos Brasileiros** Ipea. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1578/1/td_1606.pdf>.

IPEA. **Objetivos do desenvolvimento sustentável: Cidades e Comunidades Sustentáveis**. Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/ods/ods11.html>>. Acesso em: 21 set. 2022.

ITDP. **Índice De Caminhabilidade - Ferramenta**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://2rps5v3y8o843iokettbxnya.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2016/09/2016-09-ITDP-caminhabilidade-ferramenta.pdf>>.

JACOBS, A. B. Great Streets. **ACCESS Magazine Title**, v. 1, n. 3, 1993.

JACOBS, J. **The Death and Life of Great American Cities**. New York: Random House, 1961.

JENKS, M. Compact City. **The Wiley Blackwell Encyclopedia of Urban and**

Regional Studies, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118568446.eurs0530>

KALENOJA, H. **Energy consumption and environmental effects of passenger transport modes - a life cycle study on passenger transport modes**. Annual Transport Conference at Aalborg University. **Anais...**1996

KAY, A. I.; NOLAND, R. B.; RODIER, C. J. Achieving reductions in greenhouse gases in the US road transportation sector. **Energy Policy**, v. 69, p. 536–545, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.02.012>

KAZA, N. Urban form and transportation energy consumption. **Energy Policy**, v. 136, p. 111049, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111049>

KENWORTHY. **Transport Energy Use and Greenhouse Gases in Urban Passenger Transport Systems: A Study of 84 Global Cities**. International Sustainability Conference. **Anais...**Fremantle: 2003.

KENWORTHY, J. The eco-city: Ten Key Transport and Planning Dimensions for Sustainable City Development. **Environmental and Urbanization**, v. 18, p. 67–85, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1177/0956247806063947>

KENWORTHY, J. R.; LAUBE, F. B. Automobile dependence in cities: an international comparison of urban transport and land use patterns with implications for sustainability. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 16, p. 279–308, 1996. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0195-9255\(96\)00023-6](https://doi.org/10.1016/S0195-9255(96)00023-6)

KIRWAN, R. Urban form , Energy and Transport : A Note on The Newman-Kenworthy Thesis. **Urban policy and research**, v. 10, n. April 2015, p. 6–23, 1992. DOI: <https://doi.org/10.1080/08111149208551480>

KOSAI, S.; YUASA, M.; YAMASUE, E. Chronological Transition of Relationship between Intracity Lifecycle Transport Energy Efficiency and Population Density. **Energies**, v. 13, p. 2094, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/en13082094>

KRIZEK, K. J. Residential Relocation and Changes in Urban Travel: Does Neighborhood-Scale Urban Form Matter? **Journal of the American Planning Association**, v. 69, p. 265–281, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1080/01944360308978019>

KUMAR, A.; PRASAD, L. B. **Issues, Challenges and Future Prospects of Electric Vehicles: A Review**. International Conference on Computing, Power and Communication Technologies (GUCON). **Anais...India**: 2018. DOI: <https://doi.org/10.1109/GUCON.2018.8675007>

KUMAR, R. R.; KUMAR, A. Adoption of electric vehicle: A literature review and prospects for sustainability. **Journal of Cleaner Production**, v. 253, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119911>

KUZMYAK, J. R.; BABER, C.; SAVORY, D. Use of Walk Opportunities Index to Quantify Local Accessibility. **Transportation Research Record**, v. 1977, p. 145–153, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1177/0361198106197700117>

LAKSHMANAN, T. R.; HAN, X. Factors underlying CO2 emissions in the U.S.A.: a decomposition analysis. **Transportation Research Part D**, v. 2, p. 1–15, 1997. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1361-9209\(96\)00011-9](https://doi.org/10.1016/S1361-9209(96)00011-9)

LEE, Y.; GUHATHAKURTA, S. An analysis of the effects of suburban densification on vehicle use for shopping: Do existing residents respond to land-use changes in the same way as recent movers? **Journal of Transport Geography**, v. 68, p. 193–204, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.03.011>

LEFÈVRE, B.; MAINGUY, G. Urban Transport Energy Consumption: Determinants and Strategies for its Reduction. An analysis of the literature. **Cities and climate change**,

v. 2, 2009.

LU, I. J.; LIN, S. J.; LEWIS, C. Decomposition and decoupling effects of carbon dioxide emission from highway transportation in Taiwan , Germany , Japan and South Korea. **Energy Policy**, v. 35, p. 3226–3235, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.11.003>

MACHADO, C. A. S. et al. An Overview of Shared Mobility. **sustainability**, v. 10, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/su10124342>

MANAUGH, K.; KREIDER, T. What is mixed use? Presenting an interaction method for measuring land use mix. **Journal of Transport and Land Use**, v. 6, n. 1, p. 63–72, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5198/jtlu.v6i1.291>

MANAUGH, K.; MIRANDA-MORENO, L. F.; EL-GENEIDY, A. M. The effect of neighbourhood characteristics, accessibility, home–work location, and demographics on commuting distances distances. **Transportation**, v. 37, p. 627–646, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11116-010-9275-z>

MAPA. Portaria MAPA N° 75 DE 05/03/2015. 2015.

MARTINS, H. Urban compaction or dispersion? An air quality modelling study. **Atmospheric Environment**, v. 54, p. 60–72, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2012.02.075>

MAZZARINO, M. The economics of the greenhouse effect: evaluating the climate change impact due to the transport sector in Italy. **Energy Policy**, v. 28, p. 957–966, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(00\)00078-1](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(00)00078-1)

MCKIGHT, P. E.; NAJAB, J. Kruskal-Wallis Test. In: **The Corsini Encyclopedia of Psychology**. [s.l.: s.n.].

MESQUITA, A. P. **Dos fragmentos à totalidade: mobilidade e legibilidade urbana de Uberlândia – MG**. [s.l.] Tese de doutorado, Universidade Federal de Uberlândia, 2008.

MICHELOTTO, L. D. G.; SOBRINHO, F. L. A. A URBANIZAÇÃO DISPERSA DA CIDADE DE UBERLÂNDIA, MINAS GERAIS, BRASIL. **Para Onde!?**, 2018. DOI: <https://doi.org/10.22456/1982-0003.82789>

MILAKIS, D.; AREM, B. VAN; WEE, B. VAN. Policy and society related implications of automated driving: a review of literature and directions for future research. **Journal of Intelligent Transportation Systems**, v. 21, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/15472450.2017.1291351>

MINDALI, O.; RAVEH, A.; SALOMON, I. Urban density and energy consumption : a new look at old statistics. **Transportation Research Part A**, v. 38, p. 143–162, 2004.

MINISTÉRIO DAS CIDADES; GIS. **Eficiência Energética na Mobilidade Urbana**. [s.l.: s.n.]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2003.10.004>

MOKHTARIAN, P. L.; CAO, X. Examining the impacts of residential self-selection on travel behavior: A focus on methodologies. **Transportation Research Part B: Methodological**, v. 42, p. 204–228, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trb.2007.07.006>

MOURA, G. G.; SOARES, B. R. A PERIFERIA DE UBERLÂNDIA/MG: da sua origem até a sua expansão nos anos 1990. **Caminhos de Geografia**, v. 10, p. 22–40, 2009. DOI: <https://doi.org/10.14393/RCG103216156>

NAESS, P. Urban Structures and Travel Behaviour . Experiences from Empirical Research in Norway and Denmark. 2004.

NAMDEO, A. et al. Land-use , transport and vehicle technology futures: An air

pollution assessment of policy combinations for the Cambridge Sub-Region of the UK. **Cities**, v. 89, p. 296–307, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.03.004>

NECHYBA, T. J.; WALSH, R. P. Urban Sprawl. **Journal of Economic Perspectives**, v. 18, p. 177–200, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1257/0895330042632681>

NETO, I. R. **Uma análise do consumo de energia no sistema de mobilidade urbana - estudo de caso de Curitiba**. [s.l.] Universidade Federal do Paraná, 2018.

NEWMAN, P.; KENWORTHY, J. **Sustainability and cities: overcoming automobile dependence**. [s.l.] Island Press, 1999.

NEWMAN, P.; KENWORTHY, J.; VINTILA, P. Can we overcome automobile dependence? Physical planning in an age of urban cynicism. **Cities**, v. 12, p. 53–65, 1995. DOI: [https://doi.org/10.1016/0264-2751\(95\)91865-D](https://doi.org/10.1016/0264-2751(95)91865-D)

NEWMAN, P. W. G.; KENWORTHY, J. R. Gasoline Consumption and Cities A Comparison of U.S. Cities with a Global Survey. **Journal of the American Planning Association ISSN**, v. 55, p. 24–37, 1989. DOI: <https://doi.org/10.1080/01944368908975398>

NEWMAN, P. W. G.; KENWORTHY, J. R. Transport and urban form in thirty - two of the world ' s principal cities. **Transport Reviews: A Transnational Transdisciplinary Journal**, v. 11, p. 249–272, 1991. DOI: <https://doi.org/10.1080/01441649108716787>

NEWMAN, P. W. G.; KENWORTHY, J. R. The land use-transport connection An overview. **Land Use Policy**, v. 13, p. 1–22, 1996. DOI: [https://doi.org/10.1016/0264-8377\(95\)00027-5](https://doi.org/10.1016/0264-8377(95)00027-5)

NORMAN, J. et al. Comparing High and Low Residential Density: Life-Cycle Analysis of Energy Use and Greenhouse Gas Emissions. **JOURNAL OF URBAN PLANNING AND DEVELOPMENT**, v. 132, p. 10–21, 2006. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9488\(2006\)132:1\(10\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9488(2006)132:1(10))

NUNES, K.; FILHO, V. R. Desenvolvimento Sócio-Espacial E Dinâmica Urbana Da Zona Sul Da Cidade De Uberlândia. **GEOUSP: Espaço e Tempo**, v. 31, p. 69–78, 2012.

O'NEILL, B.; CHEN, B. Demographic Determinants of Household Energy Use in the United States. **JSTOR**, v. 28, p. 53–88, 2002.

OBREGÓN-BIOSCA, S. A. Choice of transport in urban and periurban zones in metropolitan area. **Journal of Transport Geography**, v. 100, n. March, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2022.103331>

OICA. **Motorization Rate 2015 - WorldWide**. Disponível em: <<https://www.oica.net/category/vehicles-in-use/>>. Acesso em: 23 fev. 2021.

OLVERA, L. D.; PLAT, D.; POCHEP, P. Transportation conditions and access to services in a context of urban sprawl and deregulation. The case of Dar es Salaam. **Transport Policy**, v. 10, p. 287–298, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0967-070X\(03\)00056-8](https://doi.org/10.1016/S0967-070X(03)00056-8)

OMETTO, R. A.; ZWICKY, M. H.; ROMA, N. Lifecycle assessment of fuel ethanol from sugarcane in Brazil. **International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 14, n. 3, p. 236–247, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11367-009-0065-9>

OSORIO, B. et al. Understanding the Relationship between Energy Consumption and Urban Form. **Athens Journal of Sciences**, v. 4, p. 115–141, 2017. DOI: <https://doi.org/10.30958/ajs.4-2-3>

OSWALD, Y.; OWEN, A.; STEINBERGER, J. K. Large inequality in international and intranational energy footprints between income groups and across consumption categories. **Nature Energy**, v. 5, p. 231–239, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41560->

020-0579-8

OWENS, S. **Energy conscious planning**. Conciul for the protection of Rural England. **Anais...**Londres: 1991

OWENS, S. Energy, environmental sustainability and land-use planning. In: **Sustainable Development and Urban Form**. Londres: [s.n.]. p. 79–105.

PAN, H.; SHEN, Q.; ZHANG, M. Influence of Urban Form on Travel Behaviour in Four Neighbourhoods of Shanghai. **Urban Studies**, v. 46, p. 275–294, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1177/0042098008099355>

PETERS, D. Gender and Transport in Less Developed Countries: A Background Paper in Preparation for CSD-9. 2002.

POORTINGA, W.; STEG, L.; VLEK, C. Values , environmental concern , and environmental behavior: A Study Into Household Energy Use. **ENVIRONMENT AND BEHAVIOR**, v. 36, p. 70–93, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1177/0013916503251466>

POTOGLOU, D.; KANAROGLOU, P. S. Modelling car ownership in urban areas: a case study of Hamilton, Canada. **Journal of Transport Geography**, v. 16, p. 42–54, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2007.01.006>

POUDENX, P. The effect of transportation policies on energy consumption and greenhouse gas emission from urban passenger transportation. **Transportation Research Part A**, v. 42, p. 901–909, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2008.01.013>

PREFEITURA DE UBERLÂNDIA. **Lei complementar nº 78, de 27 de abril de 1994. Dispõe sobre o plano diretor do município de Uberlândia**. Uberlândia: [s.n.].

PREFEITURA DE UBERLÂNDIA. **Estudo para identificação dos subcentros de Uberlândia**. [s.l: s.n.].

PREFEITURA DE UBERLÂNDIA. **Lei complementar nº 432 de 19 de outubro de 2006. Aprova o plano diretor do município de uberlândia, estabelece os princípios básicos e as diretrizes para sua implantação, revoga a lei complementar nº 78 de 27 de abril de 1994 e dá outras providências**. Uberlândia: [s.n.].

RAJPER, S. Z.; ALBRECHT, J. Prospects of Electric Vehicles in the Developing Countries: A Literature Review. **sustainability**, v. 12, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12051906>

RAMANATHAN, R. Estimating energy consumption of transport modes in India using DEA and application to energy and environmental policy. v. 56, n. 2005, p. 732–737, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2601866>

RATY, R.; CARLSSON-KANYAMA, A. Energy consumption by gender in some European countries. **Energy Policy**, v. 38, p. 646–649, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.08.010>

RECK, G.; SILVA, L. V. Eficiência energética e divisão modal no transporte urbano. [s.d.].

REISI, M. et al. Land-use planning: Implications for transport sustainability. **Land Use Policy**, v. 50, p. 252–261, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.09.018>

RODRIGUES, M. J.; SOARES, B. R. O plano diretor e o sistema integrado de transportes de uberlândia (MG). **Caminhos da geografia**, v. 8, n. 13, p. 158–174, 2004. DOI: <https://doi.org/10.14393/RCG51315359>

ROURKE, D. O.; CONNOLLY, S. Just oil? The distribution of environmental and social impacts of oil production and consumption. **Annu. Rev. Environ. Resour**, v. 28, p.

587–617, 2003.

SANTOS, M. A. F. A Geografia Dos Crimes Violentos Em Uberlândia-Mg. **Revista da Anpege**, v. 12, n. 19, p. 166–182, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5418/RA2016.1219.0007>

SCAPOLATEMPORE, R. Projeto de ônibus elétricos em Uberlândia sofre entraves e segue sem previsão de implantação. **G1 Triângulo Mineiro**, 1 abr. 2019.

SHAHEEN, S. Shared Mobility: The Potential of Ridehailing and Pooling. In: **Three Revolutions**. Washington: Island Press, 2018. p. 55–76. DOI: https://doi.org/10.5822/978-1-61091-906-7_3

SHAY, E.; KHATTAK, A. J. Household Travel Decision Chains: Residential Environment, Automobile Ownership, Trips and Mode Choice. **International Journal of Sustainable Transportation**, v. 6, p. 88–100, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1080/15568318.2011.560363>

SHEKARCHIAN, M. et al. Impact of infrastructural policies to reduce travel time expenditure of car users with significant reductions in energy consumption. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 77, p. 327–335, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.04.015>

SHIM, G.-E. et al. The relationship between the characteristics of transportation energy consumption and urban form. **The Annals of Regional Science**, v. 40, p. 351–367, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00168-005-0051-5>

SILVA, T. M. DA. **Mapeamento de vazios urbanos em uberlândia utilizando geoprocessamento: o caso do bairro santa mônica**. [s.l.] Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Uberlândia, 2006.

SINDIPEÇAS; ABIPEÇAS. **Relatório da Frota Circulante**. [s.l.: s.n.].

SKRUCANY, T. et al. Comparison of chosen environmental aspects in individual road transport and railway passenger transport. **Procedia Engineering**, v. 192, p. 806–811, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.06.139>

SOARES, B. R. **Uberlândia: da cidade jardim ao portal do cerrado – imagens e representações no Triângulo Mineiro**. [s.l.] Dissertação de doutorado. Doutorado e Geografia - USP, 1995.

SOARES, B. R. Uberlândia: da Boca do Sertão a Cidade Jardim. **Sociedade e Natureza**, v. 9, n. 18, p. 95–124, 1997. DOI: <https://doi.org/10.14393/SN-v9-1997-61174>

SORENSE, P. Moving Los Angeles. **ACESS magazine**, v. 1, p. 16–24, 2009.

SOUZA, M. V. M. **Cidades médias e novas centralidades : análise dos subcentros e eixos comerciais em uberlândia (MG)**. [s.l.] Dissertação de mestrado em Geografia. Universidade Federal de Uberlândia, 2009.

SOVACOOOL, B. K.; GRIFFITHS, S. The cultural barriers to a low-carbon future: A review of six mobility and energy transitions across 28 countries. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 120, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109569>

STEAD, D. Relationships between land use, socioeconomic factors, and travel patterns in Britain. **Environment and Planning B: Planning and Design**, v. 28, n. 1, p. 499–528, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1068/b2677>

SUN, B.; ERMAGUN, A.; DAN, B. Built environmental impacts on commuting mode choice and distance: Evidence from Shanghai. **Transportation Research Part D**, v. 52, p. 441–453, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2016.06.001>

TEIXEIRA, T. **Bandeirantes e os pioneiros do Brasil Central: História da criação o**

início de Uberlândia. Uberlândia: Uberlândia Gráfica Ltda, 1970.

TEN DAM, C. D. et al. Spatial and sociodemographic determinants of energy consumption for personal mobility in the Netherlands. **Journal of Transport Geography**, v. 98, n. 2022, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2021.103243>

TIMILSINA, G. R.; SHRESTHA, A. Transport sector CO2 emissions growth in Asia: Underlying factors and policy options. **Energy Policy**, v. 37, p. 4523–4539, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.06.009>

UFRJ; IPPUR. **Mapa da Motorização Individual no Brasil** Mapa da Motorização mundial no Brasil. [s.l: s.n.].

UN HABITAT III. **Urban Services and Technology.** United Nations Conference on Housing and Sustainable Urban Development. **Anais...**Equador: 2016

UNITED NATIONS. **World Urbanization Prospects.** New York: [s.n.].

URBANISMO, I. **Viagens em bicicletas compartilhadas aumentaram 180% em Uberlândia.** Disponível em: <<https://www.itvurbanismo.com.br/viagens-em-bicicletas-compartilhadas-aumentaram-180-em-uberlandia/>>. Acesso em: 11 nov. 2021.

USÓN, A. A. et al. Energy efficiency in transport and mobility from an eco-efficiency viewpoint. **Energy**, v. 36, p. 1916–1923, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2010.05.002>

VAJJARAPU, H.; VERMA, A. Understanding the mitigation potential of sustainable urban transport measures across income and gender groups. **Journal of Transport Geography**, v. 102, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2022.103383>

VALENTE-PEREIRA, L. **Definição da forma urbana no planejamento físico.** LNEC. **Anais...**Lisboa: 1982

VAN ACKER, V.; WITLOX, F. Commuting trips within tours: how is commuting related to land use? **Transportation**, v. 38, p. 465–486, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11116-010-9309-6>

VIEGAS, J. et al. **Shared Mobility: Innovation for Liveable Cities.** OECD International Transport Forum Corporate Partnership Board. **Anais...**Paris: 2016

VITAL, G. D. **Projeto sustentável para a cidade: o caso de Uberlândia.** [s.l.] Tese de doutorado FAU - USP., 2013.

WADUD, Z.; MACKENZIE, D.; LEIBY, P. Help or hindrance? The travel, energy and carbon impacts of highly automated vehicles. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 86, p. 1–18, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.12.001>

WANG, W. W.; ZHANG, M.; ZHOU, M. Using LMDI method to analyze transport sector CO2 emissions in China. **Energy**, v. 36, p. 5909–5915, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.08.031>

WANG, Y. et al. Changing Urban Form and Transport CO2 Emissions: An Empirical Analysis of Beijing, China. **sustainability**, v. 6, p. 4558–4579, 2014. DOI: <https://doi.org/10.3390/su6074558>

WANG, Z. et al. The nexus between urbanization , road infrastructure , and transport energy demand : empirical evidence from Pakistan. p. 34884–34895, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06542-8>

WEGENER, M.; FÜRST, F. **Land-Use Transport Interaction: State of the Art.** Dortmund: [s.n.].

WILLSON, R. W.; SHOUP, D. C. Parking subsidies and travel choices: Assessing the evidence Parking Subsidies and Travel Choices : Assessing the Evidence The University of California University of California. **Transportation**, v. 17, p. 141–157, 1990. DOI:

<https://doi.org/10.1007/BF02125333>

WOODCOCK, J. et al. Energy and transport. **Lancet**, v. 370, p. 1078–88, 2007. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)61254-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61254-9)

YANG, D.; TIMMERMANS, H. Effects of Fuel Price Fluctuation on Individual CO2 Traffic Emissions: Empirical Findings from Pseudo Panel Data. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 54, p. 493–502, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.767>

YANG, W.; LI, T.; CAO, X. Examining the impacts of socio-economic factors, urban form and transportation development on CO2 emissions from transportation in China: A panel data analysis of China's provinces. **Habitat International**, v. 49, p. 212–220, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.05.030>

YE, L.; SUMEDHA, M.; MEYER, P. B. What Is “ Smart Growth ?” — Really ? **Journal of Planning Literature**, v. 9, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1177/0885412204271668>

YONG, J. Y. et al. A review on the state-of-the-art technologies of electric vehicle, its impacts and prospects. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 49, p. 365–385, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.130>

ZAHABI, S. A. H. et al. Transportation Greenhouse Gas Emissions and its Relationship with Urban Form, Transit Accessibility and Emerging Green Technologies: A Montreal Case Study. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 54, p. 966–978, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.812>

ZEGRAS, C. The Built Environment and Motor Vehicle Ownership and Use: Evidence from Santiago de Chile. **Urban Studies**, v. 47, p. 1793–1817, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1177/0042098009356125>

ZHANG, L. et al. How built environment affects travel behavior: A comparative analysis of the connections between land use and vehicle miles traveled in US cities. **Journal of Transport and Land Use**, v. 5, n. 3, p. 40–52, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5198/jtlu.v5i3.266>

ZHANG, M.; KONG, H. The Role of Land Use in Travel Mode Choice: Evidence from Boston and Hong Kong. **Journal of the American Planning Association**, v. 70, p. 344–360, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1080/01944360408976383>

ZHANG, M.; ZHAO, P. The impact of land-use mix on residents' travel energy consumption: New evidence from Beijing. **Transportation Research Part D**, v. 57, p. 224–236, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.09.020>