



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

LOUISE LOPES SOARES

DIRETRIZES PARA UMA MOBILIDADE SUSTENTÁVEL NA
MICRO E MESOACESSIBILIDADE AO CAMPUS RECIFE
DA UFPE

RECIFE
2023

LOUISE LOPES SOARES

**DIRETRIZES PARA UMA MOBILIDADE SUSTENTÁVEL NA MICRO E
MESOACESSIBILIDADE AO CAMPUS RECIFE DA UFPE**

Monografia apresentada à
Universidade Federal de Pernambuco como
parte dos requisitos para obtenção do grau
de Bacharel em Engenharia Civil.
Área de concentração: Engenharia Civil
Orientador: Prof. Dr. MAURÍCIO
OLIVEIRA DE ANDRADE

RECIFE

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Soares, Louise Lopes.

Diretrizes para uma mobilidade sustentável na micro e mesoacessibilidade
ao campus Recife da UFPE / Louise Lopes Soares. - Recife, 2023.

53 p. : il., tab.

Orientador(a): Maurício Oliveira de Andrade

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Engenharia Civil -
Bacharelado, 2023.

Inclui referências, apêndices.

1. Sustentabilidade. 2. Mobilidade Urbana. 3. Indicadores de
Acessibilidade. I. Andrade, Maurício Oliveira de. (Orientação). II. Título.

620 CDD (22.ed.)

LOUISE LOPES SOARES

**DIRETRIZES PARA UMA MOBILIDADE SUSTENTÁVEL NA MICRO E
MESOACESSIBILIDADE AO CAMPUS RECIFE DA UFPE**

Monografia apresentada à
Universidade Federal de Pernambuco como
parte dos requisitos para obtenção do grau
de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em: 05/10/2023

BANCA EXAMINADORA

Profº. Dr. Maurício Oliveira de Andrade (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Profº. Dra. Ligia Rabay Mangueira Araujo (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Profº. Dr. Leonardo Herszon Meira (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

A todos os professores que entendem que suas palavras têm um peso imenso na formação de um estudante e que continuaram a me incentivar ao longo do caminho. Em especial a Maurício Pina que me apoiou a aprofundar meus conhecimentos na área de transportes com tanta generosidade e disponibilidade. Também a Maurício Andrade, a Oswaldo Lima Neto e a Lígia Rabay Manguiera Araújo, poder colaborar com vocês num projeto me deu ferramentas que levarei para sempre no meu caminho como profissional. Obrigada pela bondade em tentar me elevar ao nível da discussão de vocês.

Aos meus colegas da faculdade, que dividiram comigo todos os dias os fardos e as alegrias de ser estudante. Sem vocês essa caminhada seria muito mais pesada. Especialmente, a Haylla Rebeka que foi o meu maior apoio dentro do curso e que tenho a honra de poder continuar acompanhando o crescimento.

Aos meus amigos, especialmente Eduarda, Gabriela, Gessyca e Raiza que são as melhores amigas que alguém pode ter e que me ensinaram o quão boa a vida é quando se tem pessoas que você pode contar. Obrigada pelas inúmeras risadas e por estarem ao meu lado mesmo a quilômetros de distância.

Ao meu marido, João, que foi meu suporte durante todo este tempo e se manteve ao meu lado por tantas as noites em claro estudando. Além de parceiro de estudos, você é um ótimo parceiro na vida e eu não poderia ter escolhido melhor.

À minha mãe, Lécia, que é minha rocha, a pessoa que lutou comigo desde o começo e sempre esteve lá por mim. Obrigada por tentar sempre ser a melhor mãe, amiga, incentivadora e fã. Não tem pessoa melhor no mundo do que você.

RESUMO

A instalação da universidade onde era o antigo engenho do meio fez com que houvesse um crescimento dos bairros próximos, devido ao aumento no fornecimento de oportunidades. Esta atratividade e consequente aumento da população aumentou a necessidade no fornecimento de transporte público e infraestrutura viária e urbana. O presente trabalho se baseou nas 5 dimensões do ambiente construído estabelecidas por Cervero *et al.* (2009) para buscar indicadores que avaliassem a acessibilidade aos bairros compreendidos nas escalas micro e meso, tendo a universidade como ponto de partida. Através dos dados georeferenciados e dos dados socioeconômicos obtidos e utilizando o processamento de mapas e dos dados usando o software livre QGIS e o MS Excel, foram realizadas avaliações segundo estes indicadores que expusessem dados sobre a densidade populacional, a disponibilidade de empregos, a diversidade de serviços, a densidade das infraestruturas cicloviária, a densidade de quarteirões, o fornecimento de transporte público e a acessibilidade aos destinos nas escalas observadas. Para fins de comparação, os valores de referência foram extraídos segundo a literatura e segundo valores médios da própria cidade do Recife quando havia a indisponibilidade de resultados estabelecidos na revisão da literatura. Foi verificado que os resultados da maioria dos indicadores não alcançaram a meta definida pelos valores de referência, com exceção do índice de entropia nas escalas meso e micro, da disponibilidade de transporte público por habitantes na escala micro e da disponibilidade de transporte público por área nas duas escalas. Com isso, ficou evidenciada a necessidade de investimentos destinados à melhoria das infraestruturas, do replanejamento da utilização dos espaços públicos, da redistribuição do sistema de transporte público e do desenvolvimento desses bairros com fins de aumentar os índices que não alcançaram as metas.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Mobilidade urbana. Indicadores de Acessibilidade.

ABSTRACT

The university's construction where the previous "Engenho do Meio" was located culminated in a populational increase in the neighboring locations, due to ascending opportunities made accessible throughout the years. That appeal combined with the populational increase stressed the need for an enhanced public transportation system with more offers to deal with the intensified demand, as well as an improved infrastructure, both road and urban. The current work relied on the 5 built environment dimensions established by Cervero *et al.* (2009) to identify indicators that measure the accessibility to neighborhoods contained within the micro and meso-dimensions, considering the university as the starting point. Through the georeferenced data and the obtained socioeconomical data, and by utilizing the map and data processing capabilities provided by the open-source software QGIS and MS Excel, assessments were carried out utilizing the above-mentioned indicators aiming to expose populational density data, job offer, service diversity, cycling path infrastructure density, block density, public transportation offer and destination accessibility within the studied dimensions. For comparison purposes, the reference values were extracted from literature and following mean values of the city of Recife whenever literature results were unavailable. It has been verified that the bulk of the indicators results haven't achieved the desired targets defined by the reference values, except for the entropy indicator within the micro and meso-dimensions, the public transportation availability per resident in the micro dimension and the public transportation availability per zone for both dimensions. Following these results, one can then deduce the need for investment destined to improving the infrastructures, to replanning the public space utilization, to redistributing the public transportation system and to developing those neighborhoods aiming towards the increase of the indicators that haven't achieved the targets.

Keywords: Sustainability. Urban mobility. Accessibility indicators.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tipos de usos segundo as categorias Residencial (roxo), Comércio, Serviços e Indústria (laranja), Escolar (rosa) Outros usos (verde), para as escalas meso (a) e micro (b).	23
Figura 2 - Áreas normalizadas e seus percentuais em relação à área total na meso (a) e micro (b) escala	24
Figura 3 - Tempo de deslocamento em linha reta por modo em 1,0km no Recife	27
Figura 4 - Áreas de influência estabelecidas através dos parâmetros de isócronas. Escala relativa à mesoacessibilidade (a) com distâncias de 5 km e à microacessibilidade (b) com distâncias de 2 km partindo da rede de referência V-07.....	28
Figura 5 - Dados representativos da alocação das viagens considerando o segundo emprego com destino a UFPE e sem o fator de expansão para as faixas da (a) mesoacessibilidade e (b) microacessibilidade.	30
Figura 6 - Densidade de habitantes por bairro, com RPA 3 (verde), RPA4 (azul), RPA 5 (laranja), RPA 6 (amarelo), nas escalas meso (a) e micro (b).....	32
Figura 7 - Densidade de emprego por km ² nas duas escalas em comparação com a cidade do Recife.	33
Figura 8 - Disposição das quadras na escala micro.....	35
Figura 9 - Disposição das quadras na escala meso.....	36
Figura 10 - Distribuição da cicloinfraestrutura nas escalas meso (a) e micro (b).	36
Figura 11 - Buffer de 500m gerado a partir dos pontos de fornecimento de transporte público nas escalas meso (a) e micro (b).	38
Figura 12 - Disponibilidade de transporte público por área e por habitante.	39
Figura 13 - Viagens a zona 114 (cidade universitária) por modo de transporte e motivo na escala meso (a) e micro (b).	47
Figura 14 - Total de viagens por zona de tráfego e por modo de transporte e pelos motivos trabalho (a) e educação (b) na escala meso.	48
Figura 15 - Total de viagens por zona de tráfego e por modo de transporte e pelos motivos trabalho (a) e educação (b) na escala micro	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Percentual de viagens na zona 114 por motivo educação, trabalho e todos os motivos.	18
Tabela 2 - Valores médios de distâncias percorridas por pedestres e ciclistas em uma viagem.	18
Tabela 3 – Definição dos 5D's de Cervero <i>et al</i> (2009).	20
Tabela 4 -Tempo de deslocamento para 1,0km por modo	27
Tabela 5 - Valores das isócronas e isocotas estabelecidos	27
Tabela 6 - Total de viagens nas regiões analisadas considerando o fator de expansão aplicado.	29
Tabela 7 - Percentual de viagens por motivos de educação e trabalho nas regiões analisadas.	29
Tabela 8 - Índice de entropia e índice de dissimilaridade nas escalas meso e micro.	33
Tabela 9 - Quantidade de pavimentos nos prédios de uso residencial	34
Tabela 11 - Indicadores da densidade do transporte público no Recife e nas duas escalas analisadas.	39
Tabela 12 - Acessibilidade de empregos por moradias	40

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1. DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA E JUSTIFICATIVA.....	10
1.2. OBJETIVOS	11
1.2.1. Objetivo geral	11
1.2.2. Objetivos específicos	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1. ACESSIBILIDADE E MOBILIDADE SUSTENTÁVEL	13
2.2. MESOACESSIBILIDADE E MICROACESSIBILIDADE.....	14
3. MATERIAIS E MÉTODOS	17
3.1. ETAPA 1.....	17
3.1.1. Caracterização do PGV	17
3.1.2. Delimitação da área de estudo	18
3.2. ETAPA 2.....	20
3.2.1. Definição dos parâmetros a serem analisados.....	20
3.2.2. Densidade.....	21
3.2.3. Diversidade	22
3.2.4. Desenho urbano.....	24
3.2.5. Disponibilidade de transporte público	25
3.2.6. Destinos acessíveis.....	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	27
4.1. DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	27
4.2. ANÁLISE DE VIAGENS COM DESTINO A UFPE.....	29
4.3. DIAGNÓSTICO DA INFRAESTRUTURA OFERTADA.....	31
4.4. ANÁLISE DOS INDICADORES	31
4.4.1. Densidade.....	31
4.4.2. Diversidade	33
4.4.3. Desenho urbano.....	35
4.4.4. Disponibilidade de transporte público	37
4.4.5. Destinos acessíveis.....	40
4.5. DIRETRIZES.....	40
5. CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS.....	44
APÊNDICE A.....	47

APÊNDICE B	48
APÊNDICE C	51

1. INTRODUÇÃO

O processo de crescimento das cidades traz um novo desafio relativo ao aumento das distâncias para alcançar os serviços que ela oferece. E como menciona Banister (2008), a dependência do carro e o aumento da descentralização das cidades são processos difíceis de reverter - este é o futuro impulsionado pelo transporte. Esse processo também auxilia no desenvolvimento de novas configurações da malha urbana, que muitas vezes resultam de processos aleatórios e espontâneos. Estas questões colocam à prova a necessidade de um novo planejamento que reorganize o espaço urbano. Buscando atender de maneira mais personalizada o interesse dos indivíduos ao mesmo tempo otimizando os espaços viários disponíveis e os meios de deslocamento.

Essa busca pela diversidade de meios de deslocamentos nas cidades, só é alcançada com as ferramentas proporcionadas pelas diversas esferas da acessibilidade em escalas que se estendem do micro ao macro, como descreve o Portugal (2017). Assim sendo, facilitar os acessos aos diversos ambientes com ligações mais diretas e efetivas a uma rede abrangente e complexa em regiões extensas, como a Região Metropolitana do Recife (RMR), se torna um grande desafio.

1.1. DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA E JUSTIFICATIVA

As questões relativas a esse crescimento desenfreado, são evidentemente presentes no entorno do Campus Recife da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Um dos pontos mais evidentes são as vias da BR-101 próximas a universidade. Atualmente, esse trecho foi incorporado pelo perímetro urbano e sofre com a dicotomia entre servir ao que foi designada, um tráfego mais rápido e com a finalidade de escoar toda uma produção industrial, e servir de passagem para aqueles que moram, trabalham ou estudam naquele perímetro.

Além disso, entender a universidade como fomentadora do desenvolvimento dos bairros próximo às suas fronteiras, uma vez que atrai estudantes, servidores e suas famílias, ressalta a necessidade de estudos mais aprofundados nessas localidades. Por isso, é primordial oferecer possibilidades diversas de mobilidade para essa população.

Hoje, observa-se uma falta de incentivos ligados ao transporte ativo na região, com vias excassas e mal articuladas de bicicletas, calçadas mal dimensionadas ou inexistentes e baixa arborização. Atrelado a isso, a segurança pública se torna um outro ponto que precisa ser levado em conta, uma vez que um menor número de pessoas utilizando do transporte ativo, gera uma maior insegurança e maior taxa de criminalidade (GEHL, 2010; LITMAN, 1995).

Em relação ao transporte público, mesmo existindo vários pontos de ônibus e opções de linhas, ainda é bastante complicado se tornar usuário regular. Pois, existe uma insuficiência na quantidade dos ônibus ofertadas, gerando uma lotação excessiva. E, esse problema unido à presença de vias importantes como a BR-101 e a Caxangá, com grande fluxo de veículos e caminhões, aumentam as chances de atrasos em horário de pico. Importante destacar que esses pontos são os limitadores principais também para aqueles que têm a opção de escolher entrar no sistema de transporte.

A oferta de aportes para uma qualidade de serviço do transporte público razoável, já mostra uma grande diferença na quantidade de passageiros cativos. Segundo Litman (2008), os passageiros mesmo tendo condições de custear um carro, preferem manter-se como passageiros do sistema de transporte público, pelas facilidades asseguradas pelo uso do serviço e pelas dificuldades em utilizar um carro e estacionar dentro da própria cidade.

Outro ponto interessante desses bairros é que devido ao seu desenvolvimento estar principalmente atrelado a implementação da universidade, existe um grande número de edificações voltadas ao uso residencial. Faz-se necessário, por isso, estudar o mix de uso do solo do espaço e verificar os parâmetros de uso comercial e de serviços, além do uso escolar, para garantir uma maior oferta já que, segundo Jacobs (2011), a diversidade é um fator crucial para a dinâmica das cidades.

Assim, este trabalho traz uma contribuição para a sociedade, uma vez que busca, através das escalas de acessibilidade, fazer uma análise de diversos pontos, como a distribuição espacial da paisagem urbana, a qualidade do fornecimento de transporte público e outros aspectos que incentivam o aperfeiçoamento na mobilidade e no uso do solo para apontar novas direções para o planejamento urbano.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo geral

Com o intuito de obter diretrizes para a superação das inquietações levantadas, este trabalho tem como objetivo principal diagnosticar as características da micro e mesoacessibilidade no entorno da UFPE. O trabalho busca sugerir melhorias para que o desenvolvimento urbano esteja pautado na mobilidade sustentável e garanta oportunidades mais igualitárias de acesso ao transporte e ao mobiliário urbano.

1.2.2. Objetivos específicos

- Delimitar as escalas de meso e microacessibilidade tendo a universidade como

ponto de destino;

- Avaliar os indicadores de acessibilidade encontrados na literatura com a finalidade de entender quais os níveis de acessibilidade das zonas de micro e mesoacessibilidade, segundo valores de referência da literatura;
- Compreender melhor o desenho urbano atual e as condições de oferta das infraestruturas e dos serviços de transporte, para apoio à mobilidade ativa e ao transporte público.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. ACESSIBILIDADE E MOBILIDADE SUSTENTÁVEL

A urbanização sustentável requer um bom gerenciamento das cidades nas questões de infraestrutura, distribuição de água e saneamento, diversidade na oferta dos transportes e dos meios de comunicação (PORTUGAL, 2017).

Em relação às demandas geradas pela necessidade de deslocamento, por muito tempo isso foi entendido apenas do ponto de vista dos dados de demanda na quantidade de viagens e, em muitos países, isso resultou num incentivo dos transportes privados como forma de suprir essa carência. Em alguns países, como os Estados Unidos, o desenvolvimento passou pelo incentivo a indústrias automobilísticas e o baixo custo para a compra de um veículo privado. Esse fato aliado a falta de calçadas em boa parte das cidades americanas promoveu, por muito tempo, uma mobilidade individual e exclusiva, aumentando a necessidade de vias mais largas e o aumento dos estacionamentos. (LITMAN, 2008; UNITED STATES DEPARTMENT OF TRANSPORTATION - FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION, [s.d.])

A fim de alcançar um desenvolvimento econômico mais sustentável, hoje o planejamento urbano compreende que é necessário satisfazer as demandas da população observando a situação de forma multifatorial e não apenas em termos da quantidade de viagens e de veículos em circulação. (LITMAN, 2006)

A mobilidade, segundo Portugal (2017), está relacionada com a tomada de decisão do usuário partindo das condições estabelecidas unida às características socioculturais deste. Este fato reforça o quanto a mobilidade não consegue se estabelecer de forma segura, inclusiva, justa, produtiva e verde, como pregam os atributos da mobilidade sustentável, sem que haja uma análise que extrapole o fluxo de viagens e entenda o contexto do espaço em análise e como a população se relaciona com a infraestrutura urbana (LITMAN, 2008).

Para Herce (2009), a cidade para ser sustentável precisa articular a distribuição espacial do uso do solo e da oferta de serviços de transporte de forma a garantir adequadas relações e conexões entre atividades a serem utilizadas pela sociedade em seu território, refletindo o conceito de acessibilidade. Nesse contexto, a acessibilidade se torna um instrumento integrador e orientado à mobilidade e ao desenvolvimento sustentável.

Entendendo a acessibilidade como as condições resultantes entre a facilidade com que se pode acessar as atividades, partindo de determinadas origens e segundo as escolhas pessoais de cada indivíduo, é possível reparar a necessidade de articulação entre o uso do solo e o fornecimento de meios de transporte para que esta seja garantida (PORTUGAL, 2017).

Além disso, como traz o The Geography of Transported Systems [s.d.]:

A acessibilidade é um fator determinante por trás da disponibilidade de oportunidades (empregos, cliente, fornecedores etc.) mesmo que ela não seja percebida. Num ambiente de elevada acessibilidade, um indivíduo terá acesso a uma gama mais ampla de bens e serviços, emprego, bem como a interações sociais adicionais. O mesmo se aplica a um negócio com potencialmente mais clientes e fornecedores.

Tudo isso só mostra o quão a acessibilidade está relacionada a promoção de uma mobilidade mais sustentável e expõe a necessidade de reavaliar e evidenciar as estratégias que efetivamente melhorarão a mobilidade atual com vistas a aumentar os padrões de sustentabilidade (PORTUGAL, 2017).

Com o ambiente se tornando mais acessível, através de uma maior equidade no acesso às oportunidades, é possível verificar uma maior variação no modo e a frequência dos deslocamentos e uma nova relação dos habitantes com a cidade em que vivem (CHENG; BERTOLINI; LE CLERCQ, 2007; CURTIS, 2008).

Com o intuito de garantir essa disponibilidade de acesso, faz-se necessário compreender as estruturas territoriais e seu funcionamento. Para isso, alguns autores trazem o conceito de escalas territoriais como uma forma de analisar quais os aspectos do território são necessários alterações de acordo com a escala estudada e a fim de possibilitar uma reorganização do espaço urbano como um todo. (KIM; PARK; LEE, 2014; PORTUGAL, 2017)

2.2. MESOACESSIBILIDADE E MICROACESSIBILIDADE

A análise da mobilidade através das escalas urbanas associadas a multimodalidade do espaço é um dos fatores considerados nas novas abordagens do entendimento da mobilidade urbana sustentável. Para Lacoste (1988), as diferentes escalas possibilitam análises em diversos níveis, criando recortes no território. Portugal (2017) acrescenta que repartir o espaço urbano auxilia a compreender alguns fatores que não são visíveis quando esta é observada em sua totalidade.

Apesar do entendimento da necessidade das escalas urbanas para avaliação dos fenômenos observados no espaço público, ainda não existe um consenso sobre como pode ser definidas as escalas de acessibilidade. Para isso, é necessário entender como alguns autores caracterizam cada escala e adaptar segundo a necessidade do espaço estudado (IMTT, 2011).

Portugal (2017, p. 119 - 120) traz uma definição de como classificar as escalas acima citadas:

(...) a Macroacessibilidade, que requer uma rede estruturante de transporte público de maior capacidade e qualificada para promover acesso a todo o

território de forma equitativa, acompanhada da integração multimodal, assumindo-se ainda uma distribuição espacial balanceada das atividades no âmbito local (escalas meso e micro), podendo abranger toda uma região metropolitana; Mesoacessibilidade, que, para vencer as distâncias relacionadas a bairros ou municípios requer , além da caminhada e da bicicleta, uma oferta de transporte público de menor capacidade integrada a rede estruturante; a Microacessibilidade, que pressupõe o predomínio de percursos a pé e por bicicleta, com grande sensibilidade às condições do ambiente construído.

O autor ainda acrescenta que muitas vezes elas se diferenciam entre si pela sua extensão geográfica. Entretanto os indicadores que definem a amplitude de cada escala ainda são divergentes e variam segundo características espaciais, gravitacionais, temporais etc. (PORTUGAL, 2017).

Zegras (2005) complementa que a escala mesoscópica acaba sendo pouco utilizada pela ausência de uma definição mais clara. Para Portugal (2017), esta escala combina elementos da macro e da microescala. Da macroacessibilidade, o autor acredita que a mesoescala mantém a importância de que cada localidade esteja integrada ao território para que haja equidade; e em relação a microacessibilidade, ele ressalta a importância do ambiente construído ser favorável aos deslocamentos ativos para o alcance das atividades diversas.

Segundo Silveira e Castro (2014), a mesoacessibilidade seria esse ponto de conexão setorial, unindo uma escala local, referente à microacessibilidade, a uma escala urbana ou metropolitana, relacionada com a macroacessibilidade.

Zegras (2005) complementa que a escala mesoscópica, pode ser caracterizada como aquela na qual a forma urbana, com seus diferentes graus de equilíbrio emprego-moradia e com o desenho das redes viárias, exerce influência sobre as decisões de viagens. Além disso, ele ressalta o papel de destaque da densidade urbana nesta escala.

Para Grotta (2007), o nível de análise que compreende a mesoacessibilidade, se dá por deslocamentos por vias urbanas, num trajeto que se estende por uma distância que varia de 1 a 10 quilômetros. Segundo Morais (2012), o transporte público seria um elemento estruturante da organização e da composição do território e, a partir disto, seria possível definir o tamanho da mesoescala, unido à análise o tamanho da metrópole.

Portugal (2017) complementa que para redes mais densas, há possibilidade que a micro e a mesoescala se confundam. Ele distingue as duas escalas, num segundo momento, pelo uso de transportes não motorizados como transporte principal para a microescala.

Outro ponto levantado pelo autor, é que caso haja uma rede estrutural escassa, é possível que as distâncias percorridas sejam maiores para atingi-la, fazendo-se necessário o uso de transporte rodoviário para alcançar tais distâncias. Desta forma, em termos de extensão territorial, as escalas micro e meso se distanciariam (PORTUGAL, 2017).

Através dos conceitos levantados acima, é possível perceber que a diferenciação dos autores tenta compreender muito das centralidades da rede e das questões relacionadas, como diversidade, potencialidade, densidade e o desenho urbano. Em se tratando da microescala, o exposto por Handy (1993) e por Portugal (2017), é a sua sensibilidade ao ambiente construído e uma distância entre destinos que seja possível de realizar através do transporte ativo.

Isso reforça a busca por um desenvolvimento sustentável e menos agressivo para o meio ambiente. De acordo com o PROMOB-e (2021), a análise da micromobilidade se mostra relevante uma vez que o futuro caminha na tentativa de gerar viagens mais conscientes e mediados por equipamentos movidos sem combustão, tornando o espaço urbano mais sustentável. Para Gehl (2010), esta necessidade ressalta a importância de pensar no desenvolvimento das cidades num nível mais humano, colocando os usuários como protagonistas na tomada de decisões acerca da mobilidade.

Na tentativa de garantir uma mobilidade mais justa e igualitária, Jacobs (2011) reforça a importância da diversidade do uso do solo, a fim de garantir a disponibilidade de serviços a níveis micro para a população e fomentar a utilização do espaço público.

Esses fatores expõem mais uma vez que analisar o acesso às cidades através de diferentes escalas pode ser o fator primordial para um bom planejamento urbano que atenda a toda a população com o máximo de justiça social e garanta uma boa qualidade de vida para estes através do desenvolvimento de uma mobilidade mais sustentável.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Tendo em vista os objetivos propostos e após uma explanação do que tratam a microacessibilidade e a mesoacessibilidade, o trabalho consiste em uma pesquisa descritiva que se estabeleceu em três etapas usando como base o procedimento proposto por Portugal (2017), na tentativa de compreender a disposição do ambiente, o uso do solo e a infraestrutura de transportes, através de uma abordagem quantitativa.

Na primeira etapa, foi analisada a possibilidade da universidade se apresentar como um polo gerador de viagens e a delimitação do entorno, que se deu segundo uma revisão de bibliografia, para compreender quantitativamente a amplitude das escalas micro e meso. A caracterização da área de estudo foi feita após esse delineado, uma vez que ela depende da análise das escalas.

A segunda etapa trata de uma análise da acessibilidade do entorno da universidade até a escala meso. E, por fim, foram indicadas estratégias baseadas na literatura existente para incentivar potenciais mudanças de meio de transporte e facilitar o deslocamento, incentivar o uso de modos de transportes sustentáveis e melhorar a qualidade de vida de todos que vivem nas redondezas.

3.1. ETAPA 1

3.1.1. Caracterização do PGV

A Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) – campus Joaquim Amazonas, unificada em 1946 ainda como Universidade do Recife e deslocada para região da Várzea em 1948, representa um dos fatores mais importantes para o crescimento dos bairros próximos (UFPE, 2020). No dado mais recente, ela conta com um total de 23.435 alunos de graduação e do colégio de aplicação, além de 8.777 alunos de pós-graduação e 3.855 servidores - dos quais 1.166 estão vinculados ao Hospital das Clínicas - distribuídos nos três campi (UFPE, 2019). Isso mostra, que devido ao grande contingente de pessoas que passam diariamente pela universidade, ela teria um potencial de gerar um valor razoável de viagens.

A compreensão da necessidade de transporte se mostra também através dos dados da última pesquisa de Origem-Destino (OD), feita em 2018 e realizada em uma parceria entre o Instituto Pelópidas Silveira e o Grande Recife Consórcio de Transporte Metropolitano. Os dados mostram um total de 38.028 viagens realizadas com destino ao campus Joaquim Amazonas (zona de tráfego 114) vindo das 253 zonas da Região Metropolitana do Recife. Sendo elas, 4.244 com intenção de Trabalho e 33.784 com motivo Educação (APÊNDICE A). Esse valor é um resultado expressivo diante dos 3.201.489 de viagens realizadas, já que

representa 1,19% de todas das viagens realizadas na RMR e 2,34% das viagens realizadas por motivo educação, uma vez que a UFPE apenas 0,04% de área total da RMR (IBGE, 2022; ICPS, 2020). A Tabela 1 sintetiza essas informações.

Tabela 1- Percentual de viagens na zona 114 por motivo educação, trabalho e todos os motivos.

Motivo	Zonas (1-253)	Zona (114)	% de viagens
Educação	1.443.941	33.784	2,34
Trabalho	1.757.548	4.244	0,24
Todos os motivos	3.201.489	38.028	1,19

Fonte: A autora, 2023.

3.1.2. Delimitação da área de estudo

O perímetro analisado foi determinado através de uma revisão na literatura, onde mostrou as distâncias médias de caminhada e pedalada que os usuários fazem para se deslocar aos Polos Geradores de Viagens (PGVs), por motivos de trabalho, estudo e lazer. Esses resultados podem ser encontrados na Tabela 2.

Tabela 2 - Valores médios de distâncias percorridas por pedestres e ciclistas em uma viagem.

Bibliografia	A pé	Bicicleta	Localização do Estudo
Transporte, Mobilidade e Desenvolvimento Urbano (PORTUGAL, 2017)	0,4 km - 1,2km (buffer)	2,0 - 4,0km (buffer)	-
TOD Standard (ITDP, 2014)	400m - 2400m	-	-
Walking Distance by Trip Purpose and Population Subgroups (YANG; DIEZ-ROUX, 2012)	0,4 - 2,4 km (0,25 - 1,5 milhas)	-	Estados Unidos
Examining the Walking Accessibility, Willingness, and Travel Conditions of Residents in Saudi Cities (RAHMAN; NAHIDUZZAMAN, 2019)	1 - 2 km	-	Arábia Saudita
The relationship between destination	400 - 1500 m	-	Austrália

proximity, destination mix and physical activity behaviors (MCCORMACK; GILES-CORTI; BULSARA, 2008)			
Impact of travel mode shift and trip distance on active and non-active transportation in the São Paulo Metropolitan Area in Brazil (DE SÁ; PARRA; MONTEIRO, 2015)	1,3 - 2,23 km (16,4 - 26,7min)	-	São Paulo, Brasil
Beyond the Quarter Mile: Examining Travel Distances by Walking and Cycling, Montréal, Canada (LARSEN MASTERS STUDENT; EL-GENEIDY ASSISTANT PROFESSOR; YASMIN STUDENT, 2010)	650 m	2km	Canadá
Understanding and measuring bicycling behavior: A Focus on Travel Time and Route Choice (JENNIFER DILL; GLIEBE, 2008)	-	4,5km (2,8 milhas)	Portland, USA
Cycling in a Brazilian city (FREITAS; MACIEL, 2017)	-	5km	Campo dos Goitacazes - RJ

Fonte: A autora, 2023.

Desta análise foram estabelecidos valores máximos para caminhada e pedalada que uma pessoa estaria disposta a fazer para alcançar diariamente seu destino, sendo ele educação ou trabalho. Para o valor da caminhada foi considerado um valor médio dentre os pesquisados, uma vez que fatores como o clima, a segurança, e qualidade das calçadas se mostraram fatores relevantes nos dados (RAHMAN; NAHIDUZZAMAN, 2019). No caso do uso da bicicleta, foi utilizado o valor máximo encontrado, uma vez que os ciclistas se mostraram mais resilientes as dificuldades impostas pela infraestrutura e o tempo (FREITAS;

MACIEL, 2017; LARSEN MASTERS STUDENT; EL-GENEIDY ASSISTANT PROFESSOR; YASMIN STUDENT, 2010).

Feita a definição dos limites de caminhada e pedalada, a área de mesoacessibilidade foi definida como sendo o limite da pedalada, uma vez que o usuário estaria propenso a utilizar o transporte público ou a bicicleta para ir à universidade nessa distância. No caso da microacessibilidade, utilizando da mesma lógica, seu delineado foi o mesmo do valor limite da caminhada.

Após a determinação das áreas que representam as duas escalas, foi feita uma análise das viagens para determinar sua dimensão nas áreas estudadas, e possibilitar a indicação de potenciais trocas de viagens por modos mais sustentáveis. Para isso, foi feita filtragem dos dados fornecidos pelas Matrizes OD, já considerando o fator de expansão da pesquisa, nos motivos de viagens de educação e trabalho.

3.2. ETAPA 2

Verificada a necessidade de uma mobilidade facilitada no entorno devido a uma alta taxa de viagens com destino a universidade, é necessário buscar meios que indiquem quais os pontos que precisam ser melhorados, para que seja possível uma forma mais acurada de estabelecer os incentivos necessários.

3.2.1. Definição dos parâmetros a serem analisados

Na tentativa de integrar as análises de uso do solo e transportes, já que estes se mostram fatores imprescindíveis para uma boa categorização da acessibilidade nas escalas meso e micro. Os indicadores foram adotados a partir das dimensões do ambiente construído estabelecidos por Cervero et al. (2009) e, são elas, Densidade, Diversidade, Desenho Urbano, Disponibilidade de Transporte Público, Destinos Acessíveis.

Tabela 3 – Definição dos 5D's de Cervero *et al* (2009).

Dimensão do ambiente construído	Definição
Densidade	Medida da concentração de pessoas, residências ou empregos em uma dada área.
Diversidade	Medida da variedade de usos do solo e expressa a multifuncionalidade do ambiente urbano
Desenho Urbano	Relacionada a distribuição espacial da paisagem urbana e a disponibilidade das

	infraestruturas.
Disponibilidade de Transporte Público	Refere-se à facilidade de acesso, à capacidade suficiente e à qualidade do transporte público
Destinos Acessíveis	Facilidade de acesso a atividades essenciais, de forma a incentivar os trajetos que podem ser alcançados pelo transporte ativo.

Fonte: Portugal (2017) adaptado de Cervero *et al.* (2009)

Foi observado que estas conseguem analisar bem tanto o ambiente construído e o favorecimento dos deslocamentos ativos presentes na microacessibilidade, quanto a integração ao território como um todo destacada na escala meso.

3.2.2. Densidade

A fim de estabelecer os níveis de densidade nas áreas estudadas, foram utilizados indicadores propostos por Mello e Portugal (2017) e por Portugal (2017) em termos de habitantes e empregos, representadas pelas Equações (1) e (2):

$$A_{dens} = \frac{n^{\circ} \text{ de habitantes na zona de estudo}}{\text{área total da zona de estudo}} \quad (1)$$

$$A_{dens} = \frac{n^{\circ} \text{ de empregos na zona de estudo}}{\text{área total da zona de estudo}} \quad (2)$$

As áreas da zona de estudo foram calculadas utilizando o QGIS, através dos mapas disponibilizados pela Prefeitura do Recife (RECIFE, 2013). Os valores dos habitantes na área de estudo foram dados pelo site da Prefeitura do Recife (RECIFE, 2011) e normalizados segundo a taxa de crescimento anual e a proporção de área dos bairros e área compreendida nas escalas, como mostram as Equações (3), (4), (5) e (6):

$$\text{Proporção de habitantes no bairro}_i = \frac{\text{área do bairro}_i \text{ na escala analisada}}{\text{área total do bairro}_i} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \text{Habitantes no bairro}_i (\text{ano}_x) = \\ \text{Habitantes no bairro}_i (2010) \times (1 + \text{taxa geométrica de crescimento anual})^{(\text{ano}_x - 2010)} \end{aligned} \quad (4)$$

$$N^{\circ} \text{ de habitantes no bairro}_i = \text{Habitantes no bairro}_i (\text{ano}_x) \times \text{Proporção de habitantes no bairro}_i \quad (5)$$

$$N^{\circ} \text{ de habitantes na zona de estudo} = \sum n^{\circ} \text{ de habitantes por bairro zona de estudo} \quad (6)$$

O número total de empregos não é disponibilizado pela prefeitura. Portanto, os valores foram encontrados através dos dados no número de empresas disponibilizados pelo Banco de Dados do Estado - BDE (2021) e normalizados segundo a área de estudo de forma semelhante à fórmula (5).

Além disso, para estabelecer o número de empregos em cada região, foi feita uma média do total de empregos pelo total das empresas na cidade do Recife (BDE, 2021) e multiplicado pelo número de empresas encontrada após a normalização.

3.2.3. Diversidade

A análise da diversidade foi feita de duas formas, nas quais temos o índice de entropia proposto por Cervero e Kockelman (1997), que considera tantos usos quantos necessários do uso do solo. No índice de dissimilaridade, proposto por Bhat e Gossen (2004), as diversas formas de uso do solo foram unidas em três grupos: uso residencial, comercial/industrial, outros usos.

Estes índices estão demonstrados nas Equações (7) e (8):

$$\text{Índice de Entropia} = \frac{-\sum_k p_k * \ln(p_k)}{\ln(k)} \quad (7)$$

Onde:

p_k = porcentagem da área construída ocupada pelo uso do solo k

k = número de categorias de uso do solo consideradas

$$\text{Índice de dissimilaridade} = 1 - \left\{ \frac{\left| \frac{r}{T} - \frac{1}{3} \right| + \left| \frac{c}{T} - \frac{1}{3} \right| + \left| \frac{o}{T} - \frac{1}{3} \right|}{\frac{4}{3}} \right\} \quad (8)$$

Onde:

r = área ocupada por uso residencial

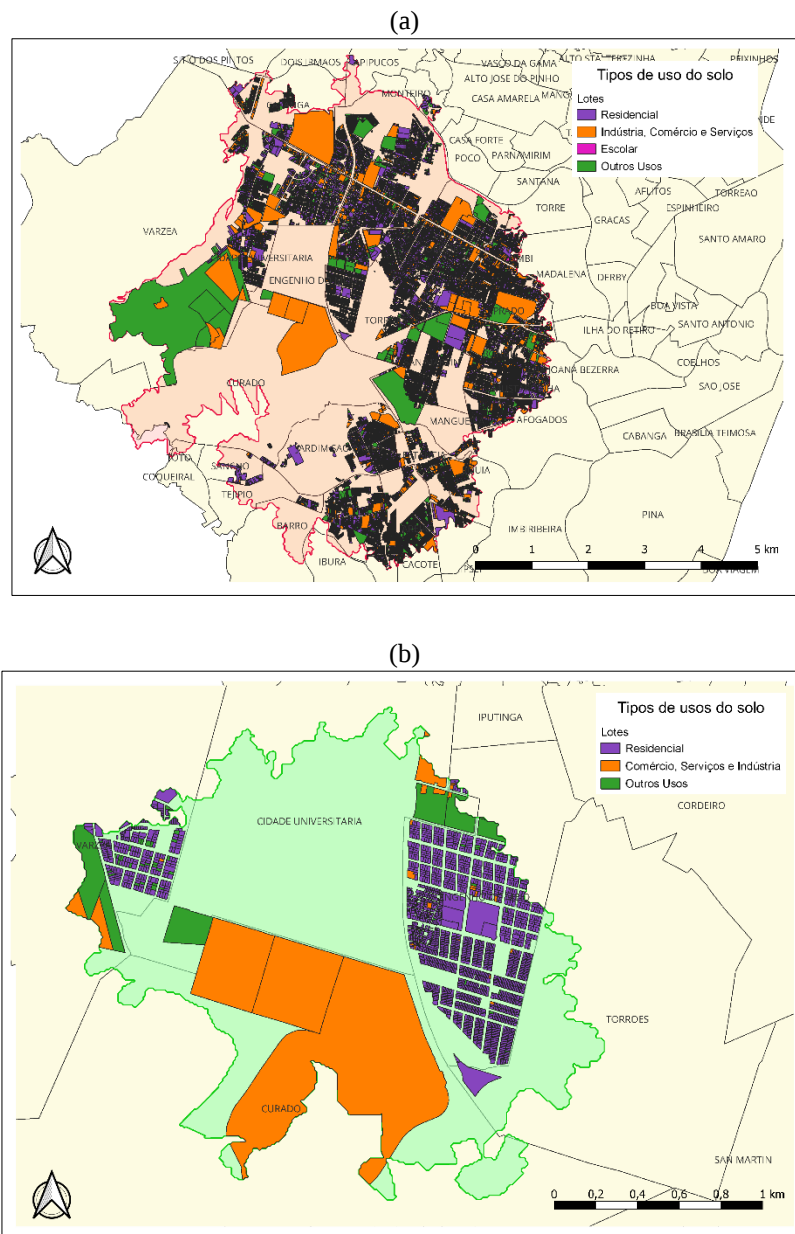
c = área ocupada por uso comercial/industrial

o = área ocupada por outros usos

$$T = r + c + o$$

A quantidade de cada tipo de uso do solo e suas respectivas áreas foram obtidas através do mapa disponibilizado pela prefeitura do Recife (RECIFE, 2013) e tratados pelo QGIS, para que fosse possível diferenciar os usos de acordo com as categorias Residencial, Comércio, Serviços e Indústria, Uso escolar e Outros usos. As categorias Comércio, Serviços e Indústria e Uso escolar foram agrupadas para o cálculo do índice de dissimilaridade. A Figura 1 apresenta os tipos de usos do solo segundo as categorias Residencial, Comércio, Serviços e Indústria, Uso Escolar e Outros Usos.

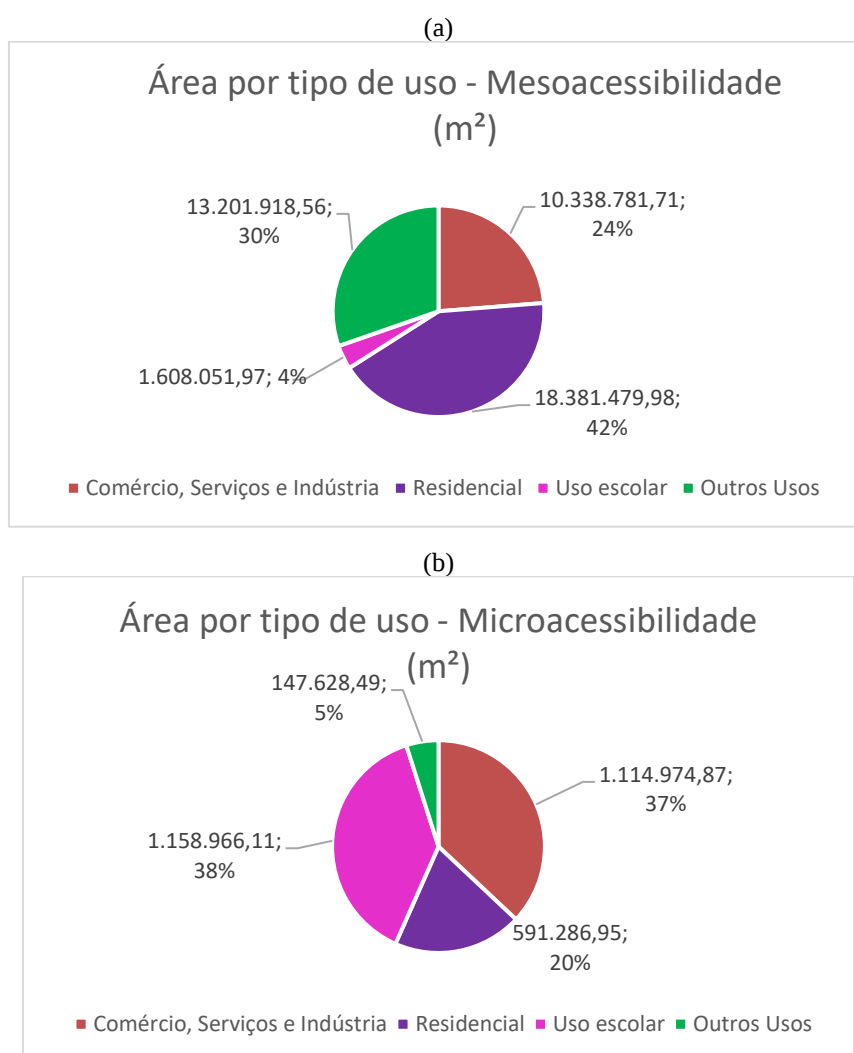
Figura 1 - Tipos de usos segundo as categorias Residencial (roxo), Comércio, Serviços e Indústria (laranja), Escolar (rosa) Outros usos (verde), para as escalas meso (a) e micro (b).



Fonte: A autora, 2023.

Como é possível observar existem algumas regiões que não se encontram mapeadas, devido a esse fato esses valores foram normalizados segundo a área total com lotes mapeados pela área total de estudo, com exceção da área ocupada pela universidade que foi somada ao final da normalização no valor de área para uso escolar, segundo mostra a Figura 2. O valor referente à área da universidade é de 1 158 966,11 m² e representa o total de 38% da área da micro escala (Figura 2b).

Figura 2 - Áreas normalizadas e seus percentuais em relação à área total na meso (a) e micro (b) escala



Fonte: A autora, 2023.

Além disso, os dados extraídos possibilitaram verificar o total de uso residencial com edificações de até 2 pavimentos para entender melhor o perfil dos bairros em cada zona.

3.2.4. Desenho urbano

Segundo Rodrigues (2013), os indicadores de desenho urbano precisam se relacionar com a caminhada e, para isso, ele define uma relação entre o número de quarteirões e a área de estudo, dada pela Equação (9):

$$d_q = \frac{\text{n}^\circ \text{ de quarteirões na zona de estudo}}{\text{área total da zona de estudo}} \quad (9)$$

Onde:

d_q = densidade de quarteirões

Para Mello e Portugal (2017), além da análise da distribuição espacial das quadras, é importante fazer uma análise da infraestrutura ciclovária, uma vez que é uma forma de garantir a segurança do ciclista, incentivando o uso desta. Ele traz o conceito de densidade da cicloinfraestrutura (A_{ciclo}), demonstrada na Equação (10):

$$A_{ciclo} = \frac{\Sigma \text{cicloinfraestrutura}}{\text{área total da zona de estudo}} \quad (10)$$

Os dados para obter esses resultados nas áreas do estudo foram retiradas dos valores da tabela de atributos do QGIS, fornecidas pela prefeitura (RECIFE, 2013).

3.2.5. Disponibilidade de transporte público

A disponibilidade de transporte público pode ser dada tanto pela distância da população ao ponto mais próximo do transporte público quanto pela sua frequência numa determinada área ou de acordo com o total de habitantes (MELLO; PORTUGAL, 2017). Os resultados podem ser obtidos ou por uma análise da área de estudo – utilizando-se de buffer ou isócrona – ou através das Equações (11) e (12), determinadas por Mello e Portugal (2017).

$$A_{OTP} = \frac{\text{Quantidade de transporte público disponível na zona}}{\text{n}^\circ \text{ de habitantes na zona de estudo}} \quad (11)$$

$$A_{ciclo} = \frac{\text{Quantidade de transporte público disponível na zona}}{\text{área total da zona de estudo}} \quad (12)$$

Os valores da quantidade de transporte foram obtidos segundo as linhas que passavam na zona de estudo, de acordo com a distribuição das linhas pela cidade, fornecida pela prefeitura (RECIFE, 2013). As frequências das linhas de interesse são dadas pelo Instituto Pelópidas Silveira -ICPS (2019). Para a área da mesoacessibilidade, houve a presença tanto de linhas de ônibus quanto de metrô. A fins de comparação, foram feitos cálculos separados da quantidade de transporte público total na região e apenas a quantidade de ônibus

disponível.

3.2.6. Destinos acessíveis

Destinos acessíveis são extremamente importantes para garantir a qualidade do ambiente construído e incentivar o uso de transporte ativo. Mello e Portugal (2017) recomendam que seja feita uma análise em termos de empregos ou serviços disponíveis por moradia existentes na zona.

Os valores de empregos foram extraídos da análise feita na seção 3.2.2. Já o quantitativo de serviços foi calculado segundo as proporções fornecidas no mesmo procedimento da análise de diversidade do uso do solo (3.2.3). Os números de moradia foram retirados segundo os dados disponibilizados pela Prefeitura do Recife (RECIFE, 2013) e tratados no QGIS.

As equações 13 e 14 foram estabelecidas por Mello e Portugal (2017) e serão utilizadas para essa análise.

$$A_{dest} = \frac{n^{\circ} \text{ de empregos na zona de estudo}}{n^{\circ} \text{ de moradias na zona de estudo}} \quad (13)$$

$$A_{dest} = \frac{n^{\circ} \text{ de serviços na zona de estudo}}{n^{\circ} \text{ de moradias na zona de estudo}} \quad (14)$$

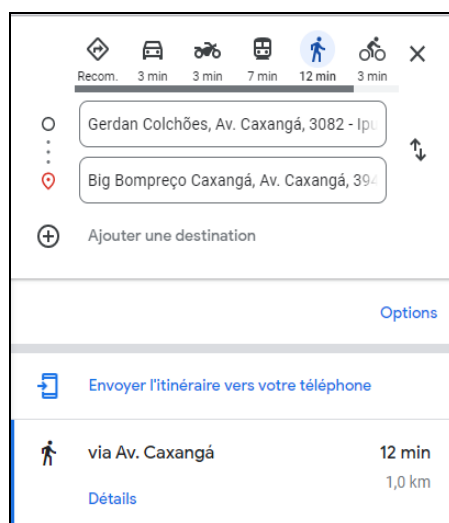
Devido a presença de um valor de referência bem definido por Mello (2015) para a análise de destinos acessíveis, referentes à Equação (13), o resultado foi analisado apenas levando em conta este indicador para as duas escalas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

De modo a facilitar a geração dos perímetros analisados, os valores encontrados na literatura foram convertidos em minutos, usando como base o tempo definido pelo Google Maps® para 1km de trajeto.

Figura 3 - Tempo de deslocamento em linha reta por modo em 1,0km no Recife



Fonte: Google Maps, 2023.

Tabela 4 -Tempo de deslocamento para 1,0km por modo

Meio de transporte	Tempo (min)
a pé	12
bicicleta	3
ônibus	7
carro	3

Fonte: A autora, 2023.

E como mencionado no capítulo 3, os resultados dos limites dos perímetros das faixas de mesoacessibilidade e microacessibilidade foram definidos como sendo os valores finais determinados pela revisão. Sendo assim, a isócrona que representaria a microacessibilidade seria de 2km, uma média de 24 minutos de caminhada (Tabela 5). Para a geração da isócrona da mesoacessibilidade, o valor foi de 5km de pedalada o que dá em média 20 minutos (Tabela 5), segundo a análise apontada na Figura 3 e Tabela 4.

Tabela 5 - Valores das isócronas e isocotas estabelecidos

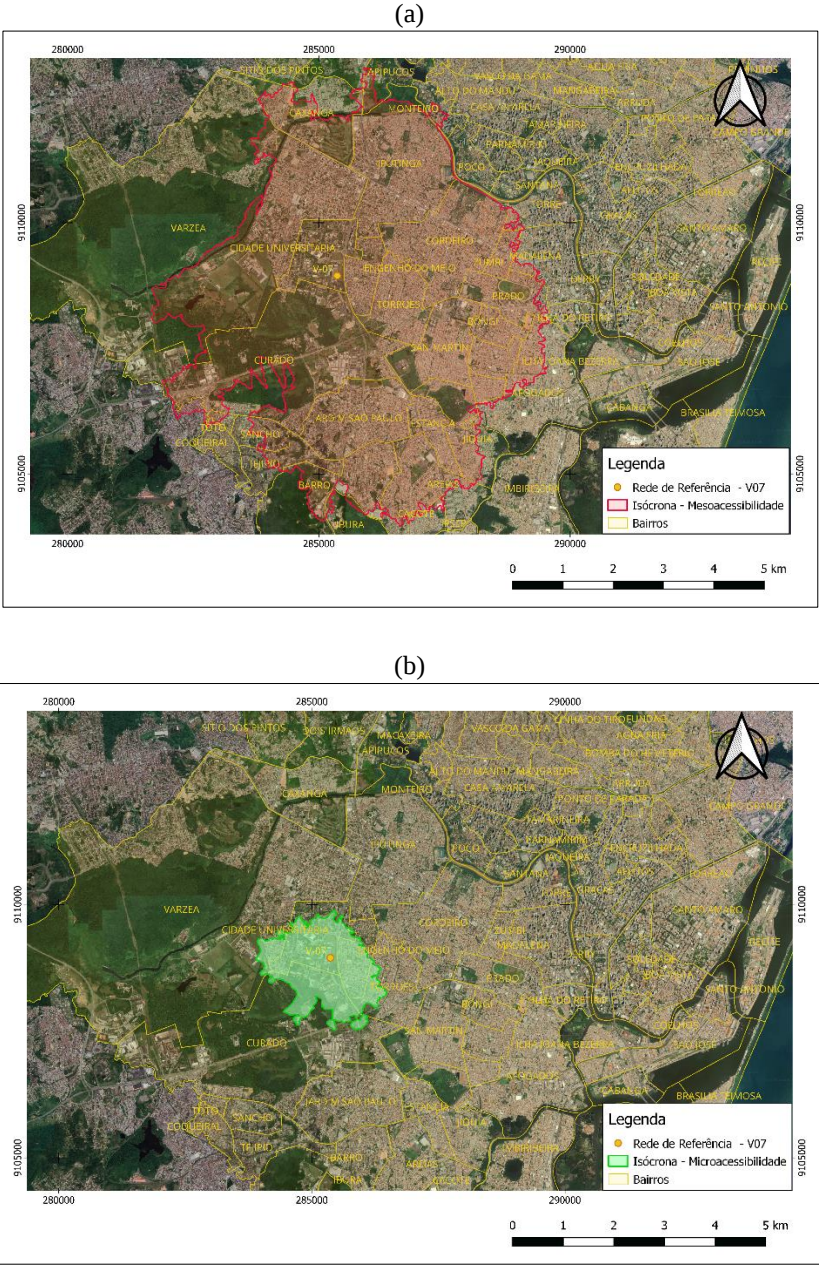
Microacessibilidade	Mesoacessibilidade
---------------------	--------------------

Isócrona (min)	24	20
Isocota (km)	2	5

Fonte: A autora, 2023.

Através do uso do QGIS 3.28.10, foi possível traçar as isócronas relativas a cada área analisada partindo da rede de referência V-07, que está localizada dentro da UFPE, próxima à pista de atletismo oficial (Figura 4).

Figura 4 - Áreas de influência estabelecidas através dos parâmetros de isócronas. Escala relativa à mesoacessibilidade (a) com distâncias de 5 km e à microacessibilidade (b) com distâncias de 2 km partindo da rede de referência V-07.



Fonte: QGIS (autora), 2023.

A partir do traçado das isócronas, para a região da mesoacessibilidade, a distância total compreende parcialmente ou totalmente as Regiões Político Administrativas 3 (bairros: Apipucos, Dois Irmãos, Monteiro, Sítio dos Pintos), 4 (bairros: Caxangá, Cidade Universitária, Cordeiro, Engenho do Meio, Iputinga, Madalena, Prado, Torre, Torres, Várzea, Zumbi), 5 (bairros: Afogados, Barro, Caçote, Coqueiral, Curado, Estância, Jardim São Paulo, Jiquiá, Mangueira, Mustardinha, San Martin, Sancho, Tejió, Totó) e 6 (bairros: Ibura).

Na microacessibilidade, a escala foi bem menor e compreendeu apenas parte das regiões 4 (bairros: Cidade Universitária, Engenho do Meio, Torrões e Várzea) e 5 (bairros: Curado).

4.2. ANÁLISE DE VIAGENS COM DESTINO A UFPE

Os valores do quantitativo de viagens com destino a UFPE estão normalizados de acordo com uma proporção dada pela quantidade de área de cada zona de tráfego que foi compreendida pelas isócronas (APÊNDICE B). O total de viagens para trabalho e educação foi de 8.021 para a zona de mesoacessibilidade (área total igual a 41,94km²) e de 659 para a zona de microacessibilidade, que possui uma área total de 3,45km².

Em relação aos modos de transporte, na mesoacessibilidade, o que mais se destacou foi uso do transporte público com valor de 3.419 viagens, seguida da caminhada com um total de 2.504 viagens. Esses valores são devidos aos estudantes que se deslocam a universidade já que eles representaram um total de 88,57% dos motivos de viagem.

No caso da área correspondente a microacessibilidade, os dados se mostraram similares com as viagens a motivo de educação representando 81,41% do total de viagens.

Tabela 6 - Total de viagens nas regiões analisadas considerando o fator de expansão aplicado.

Viagens	Mesoacessibilidade	Microacessibilidade
Total de viagens	8.021	659
Motivo Educação	7105	537
Motivo Trabalho	916	123

Fonte: A autora, 2023.

Tabela 7 - Percentual de viagens por motivos de educação e trabalho nas regiões analisadas.

Percentual de viagens	Mesoacessibilidade	Microacessibilidade
Motivo Educação (%)	88,57	81,41
Motivo Trabalho (%)	11,43	18,59

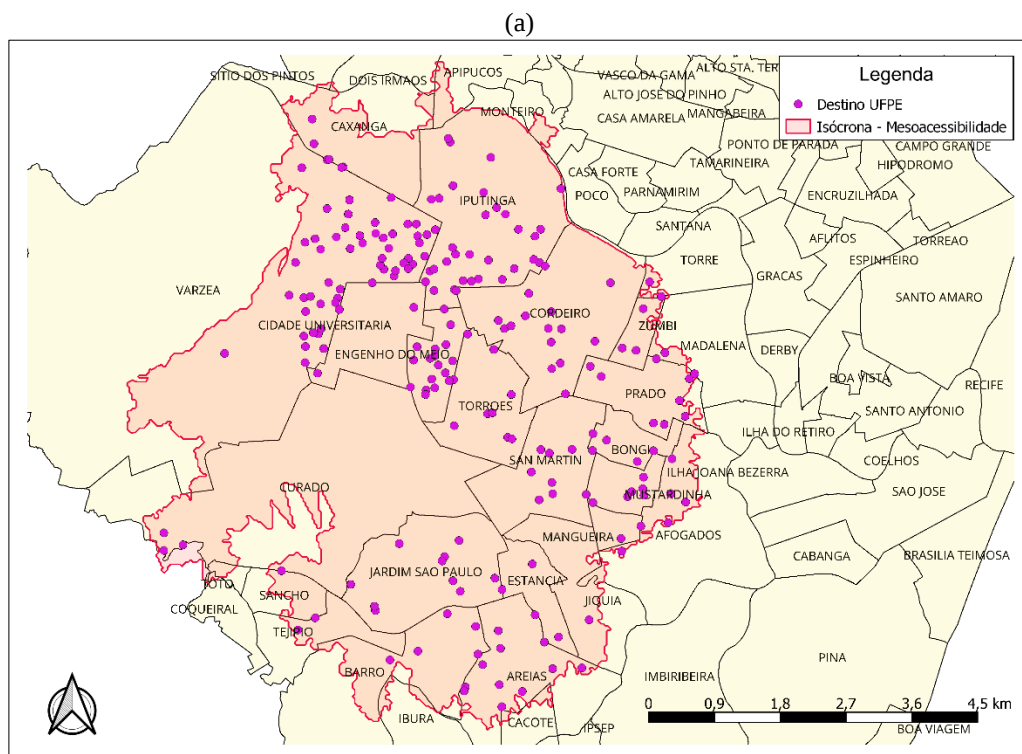
Fonte: A autora, 2023.

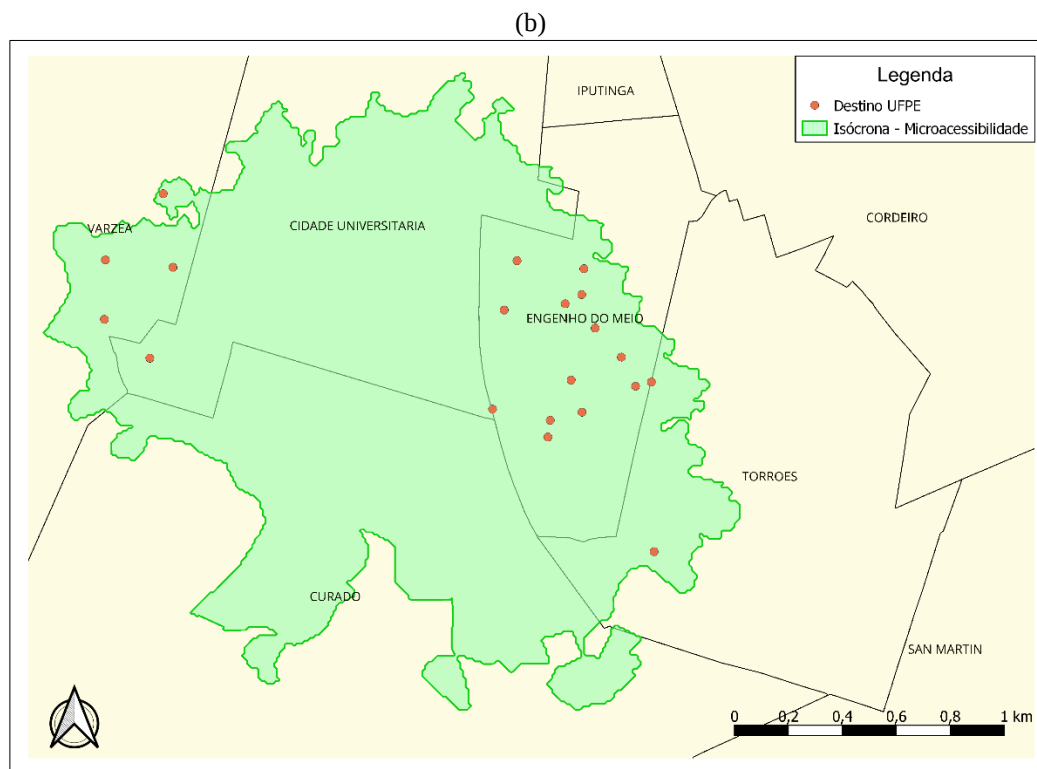
Desta forma, é possível observar a necessidade de incentivo aos transportes ativos e público, uma vez que o estudante é o público mais dependente destes e também o de maior influência, segundo os resultados da OD.

Segundo a base de dados da OD, ainda existem viagens que não estão sendo contabilizadas, já que são viagens secundárias para a pesquisa. Essas viagens são a dos que possuem um segundo trabalho com destino a universidade, uma vez que o destino trabalho considera apenas a zona de tráfego do primeiro trabalho. Neste caso, é possível inferir que o valor de viagens com destino a universidade consegue ser ainda um pouco maior do que o verificado.

Numa comparação entre a amostragem que foi expandida pela pesquisa OD (considerando apenas o primeiro destino a universidade válido na pesquisa) e a análise considerando o segundo destino, o aumento de viagens foi de 1589 viagens amostrais. De forma a ilustrar esses dados, é possível extrair uma representação de onde as viagens estariam surgindo para uma melhor verificação das necessidades e indicação das diretrizes (Figura 5).

Figura 5 - Dados representativos da alocação das viagens considerando o segundo emprego com destino a UFPE e sem o fator de expansão para as faixas da (a) mesoacessibilidade e (b) microacessibilidade.





Fonte: A autora, 2023.

4.3. DIAGNÓSTICO DA INFRAESTRUTURA OFERTADA

Visto a importância de reforçar o incentivo aos deslocamentos por transporte ativo e transporte coletivo de média e alta capacidade nessas áreas, é perceptível a necessidade de um bom diagnóstico dos parâmetros que interferem no uso do solo e no fornecimento de transportes para a população.

O cálculo dos indicadores por meio das 5 dimensões do ambiente construído auxilia na obtenção de um primeiro panorama das possíveis limitações e ajuda a indicar caminhos para buscar melhorias na configuração urbana (CERVERO et al., 2009).

4.4. ANÁLISE DOS INDICADORES

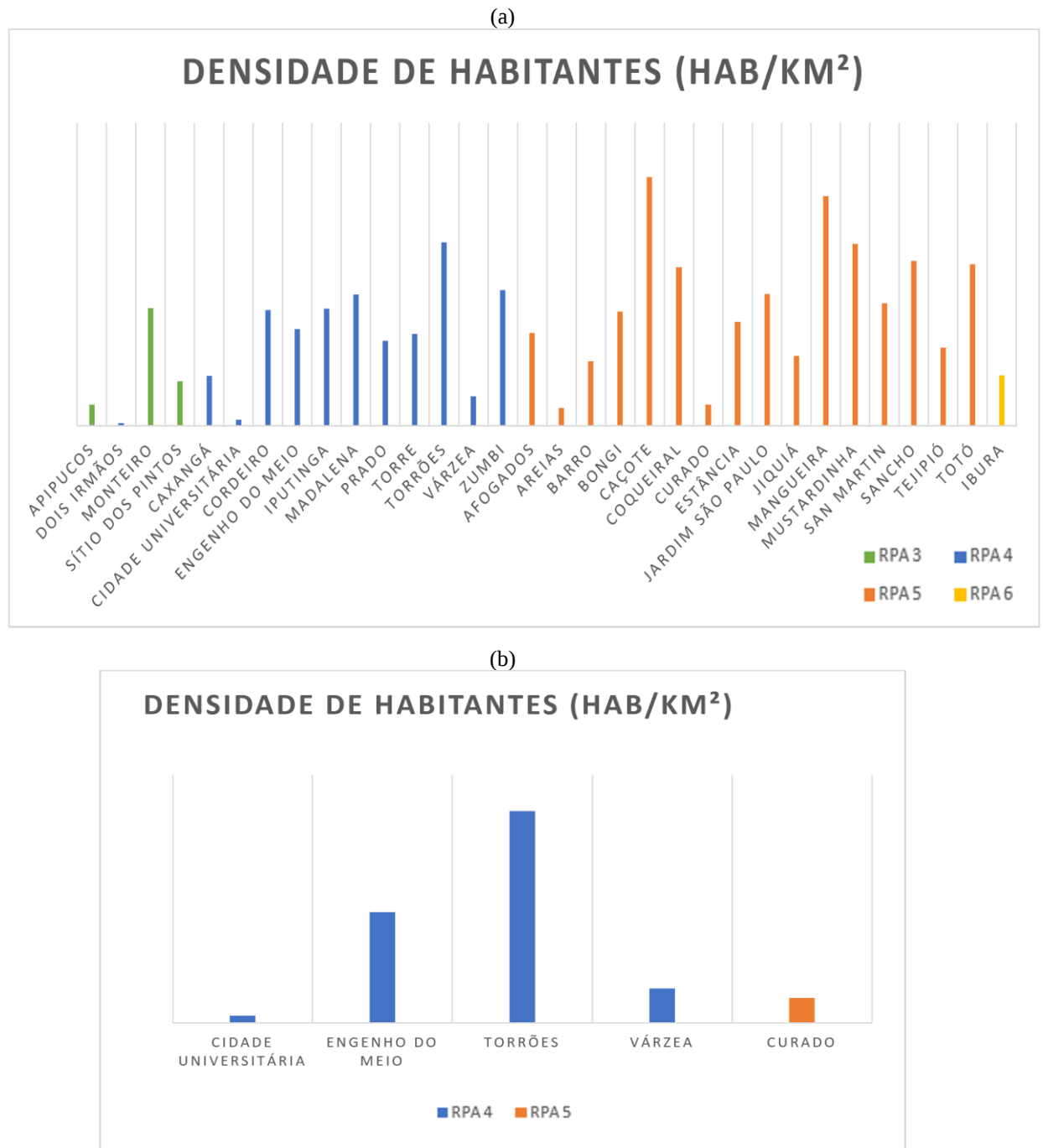
4.4.1. Densidade

Na escala da mesoacessibilidade, o número de habitantes foi de um total de 372.367, enquanto na escala micro, o valor encontrado foi 17.302 habitantes.

Utilizando a Equação (1), os resultados de 8.878 hab/km² na mesoacessibilidade contra 5.011 hab/km² na microacessibilidade. Comparando, esses resultados com o valor calculado por Bocarejo et al. (2013) na zona de influência do Transmilênio (20.00 hab/km²), é possível perceber que mesmo na escala meso, onde boa parte da Caxangá é compreendida, o valor de densidade de habitantes ainda é baixo. Para a microacessibilidade, o valor ainda é menor, uma vez que 34% da área dessa escala é ocupada pela universidade e a densidade desta é de

apenas 742,73 hab/km². O valor da densidade por bairro pode ser observado na Figura 6.

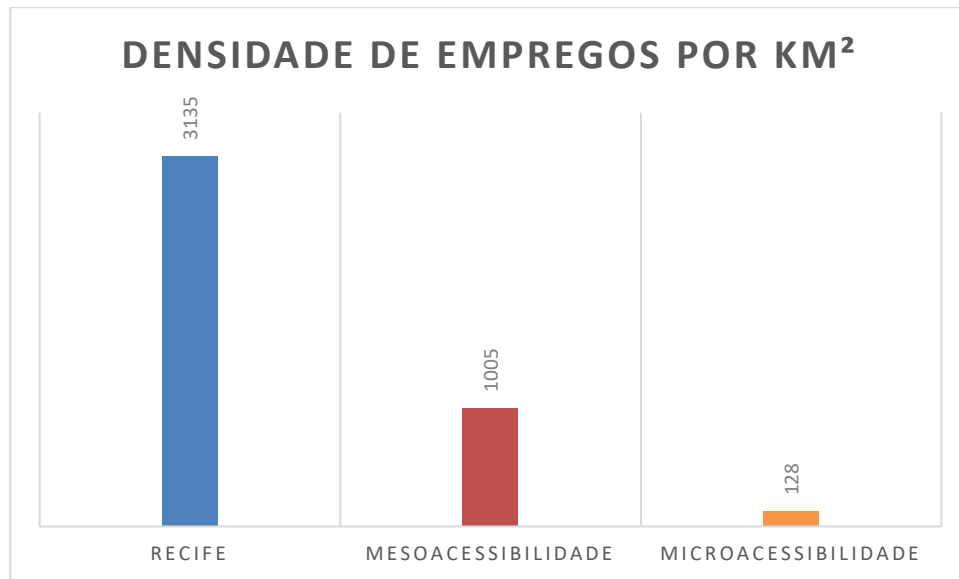
Figura 6 - Densidade de habitantes por bairro, com RPA 3 (verde), RPA4 (azul), RPA 5 (laranja), RPA 6 (amarelo), nas escalas meso (a) e micro (b)



Fonte: A autora (2023).

Em relação aos resultados de densidade de emprego, os valores foram comparados com a densidade de emprego na cidade do Recife que alcançou o total de 3.135,63 empregos/km². Fazendo um comparativo, é perceptível (Figura 7) que a densidade de empregos dessa região não chega nem próximo ao valor da cidade do Recife.

Figura 7 - Densidade de emprego por km² nas duas escalas em comparação com a cidade do Recife.



Fonte: A autora (2023).

Com isso, é possível inferir que os bairros em questão tendem a um maior deslocamento de pessoas para trabalhar do que em casos que a oferta de emprego é maior. Isso gera um aumento na demanda por transporte público e infraestrutura das vias.

4.4.2. Diversidade

Para os dados de diversidade, Cervero e Kockelman (1997); e Zhang e Nasri (2014), estabelecem que um bom valor de entropia e de dissimilaridade seriam os mais próximos de 1.

Neste caso, como o índice de dissimilaridade agrupa os usos do solo de comércio e serviços e uso escolar, se pode observar a influência da universidade no dado de dissimilaridade na microaccessibilidade. No caso da entropia onde o uso escolar é uma categoria a parte, os valores se mantêm mais similares nas duas escalas.

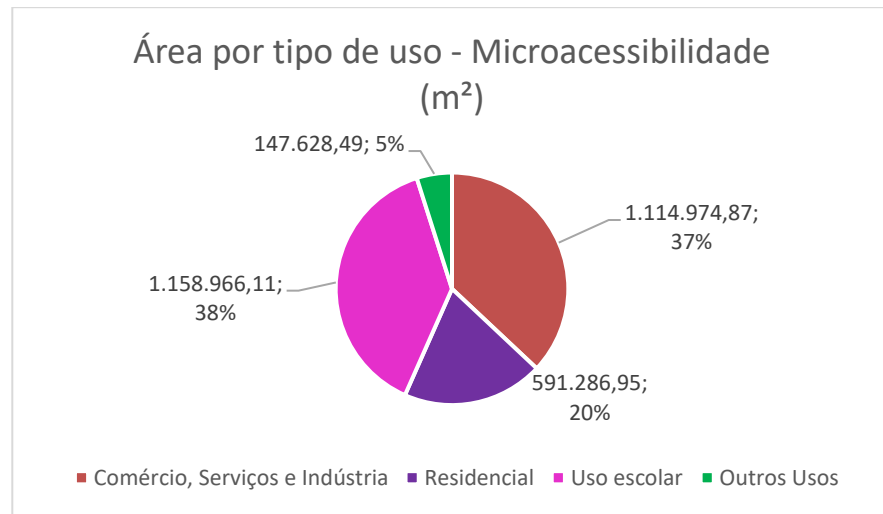
Tabela 8 - Índice de entropia e índice de dissimilaridade nas escalas meso e micro.

Indicador	Mesoaccessibilidade	Microaccessibilidade
Índice de Entropia	0,86	0,84
Índice de Dissimilaridade	0,94	0,42

Fonte: A autora (2023).

Nota-se na Figura 2b, que o percentual de área ocupada pelo uso escolar na escala micro – que conta apenas com a UFPE – representa um total de 38%, enquanto o valor do uso comercial é basicamente o mesmo.

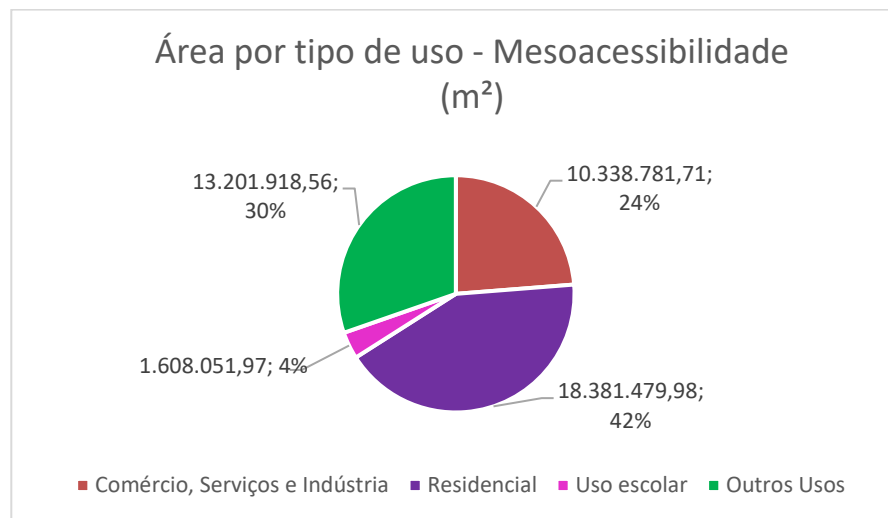
Figura 2b - Área e seu percentual ocupado por tipo de uso do solo na microacessibilidade.



Fonte: A autora (2023).

Expandindo para a área meso, o percentual de influência da universidade ainda é percebido devido ao grande espaço que ocupa, mas o valor acaba sendo equilibrado pelo uso residencial (Figura 2a).

Figura 2a - Área e seu percentual ocupado por tipo de uso do solo na mesoacessibilidade.



Fonte: A autora (2023).

É importante notar que, além disso, os dados extraídos possibilitaram verificar o total de uso residencial com edificações de até 2 pavimentos, verificados na Tabela 9, para entender melhor o perfil dos bairros em cada zona.

Tabela 9 - Quantidade de pavimentos nos prédios de uso residencial

Indicador	Mesoacessibilidade	Microacessibilidade
Uso residencial de até 2 pavimentos	29.058	1984
Uso residencial com mais de 2	855	765

Fonte: A autora, 2023.

Isso explicaria o motivo de grandes áreas de zona residencial e a baixa densidade observada no parâmetro anterior. Onde os prédios com até 2 pavimentos representam 97,14% na mesoacessibilidade e 72,17% na microacessibilidade.

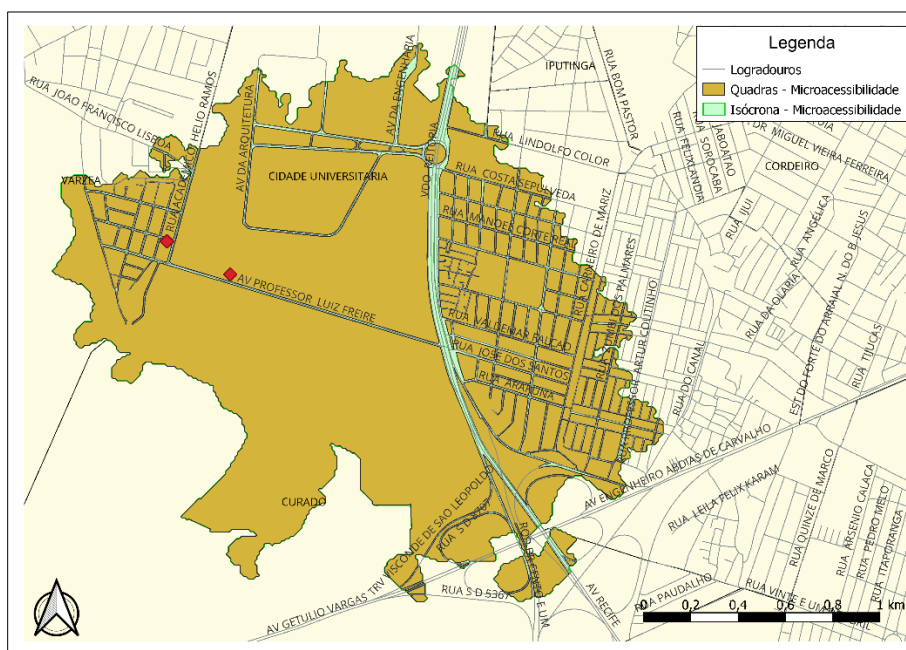
4.4.3. Desenho urbano

Avaliando o desenho urbano a partir da relação entre o quantitativo de quarteirões por área, é possível inferir uma maior caminhabilidade quanto maior o seu valor. Isso é devido a uma maior possibilidade de fachadas ativas presentes, que integram melhor o espaço urbano (GEHL, 2010).

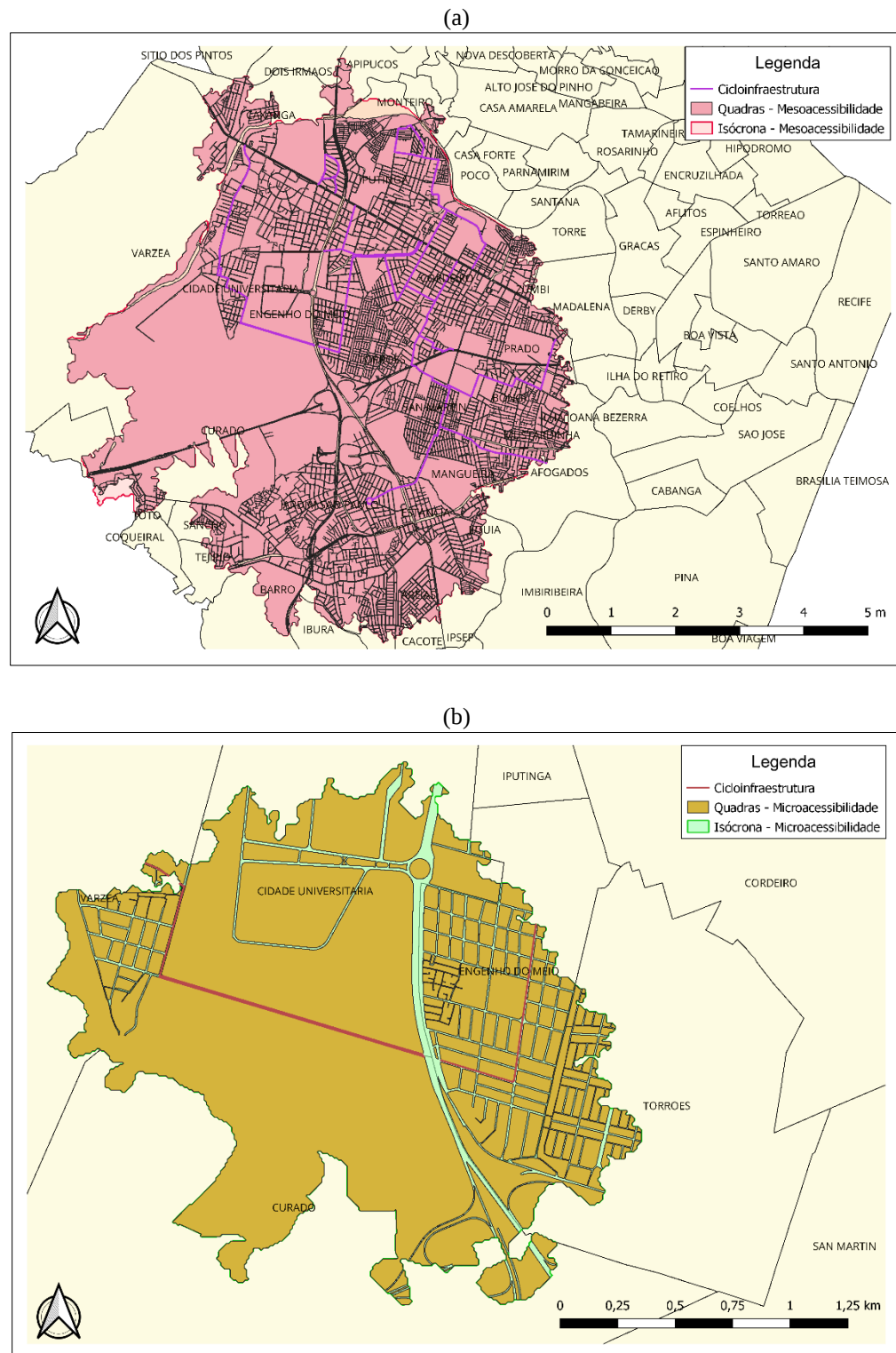
Segundo Portugal (2017), um valor que representaria um bom índice para esta análise seria de 84 quarteirões/km². Esse dado corresponde a uma malha urbana com quarteirões de 90m e num raio de 500m.

Para as escalas analisadas temos que os valores são de 63 e 52 quarteirões, respectivamente, para as escalas meso e micro e demonstram que apesar do grande número de residências, os quarteirões são largos e provavelmente pouco atrativos. Na escala micro, esse valor é bastante representativo uma vez que a sua localização engloba a Av. Professor Luiz Freire, que é face a universidade e ao comando militar, além de boa parte das ruas internas da universidade e parte da Rua Acadêmico Helio Ramos, como mostra a Figura 8.

Figura 8 - Disposição das quadras na escala micro.



Fonte: A autora (2023).



Fonte: A autora (2023).

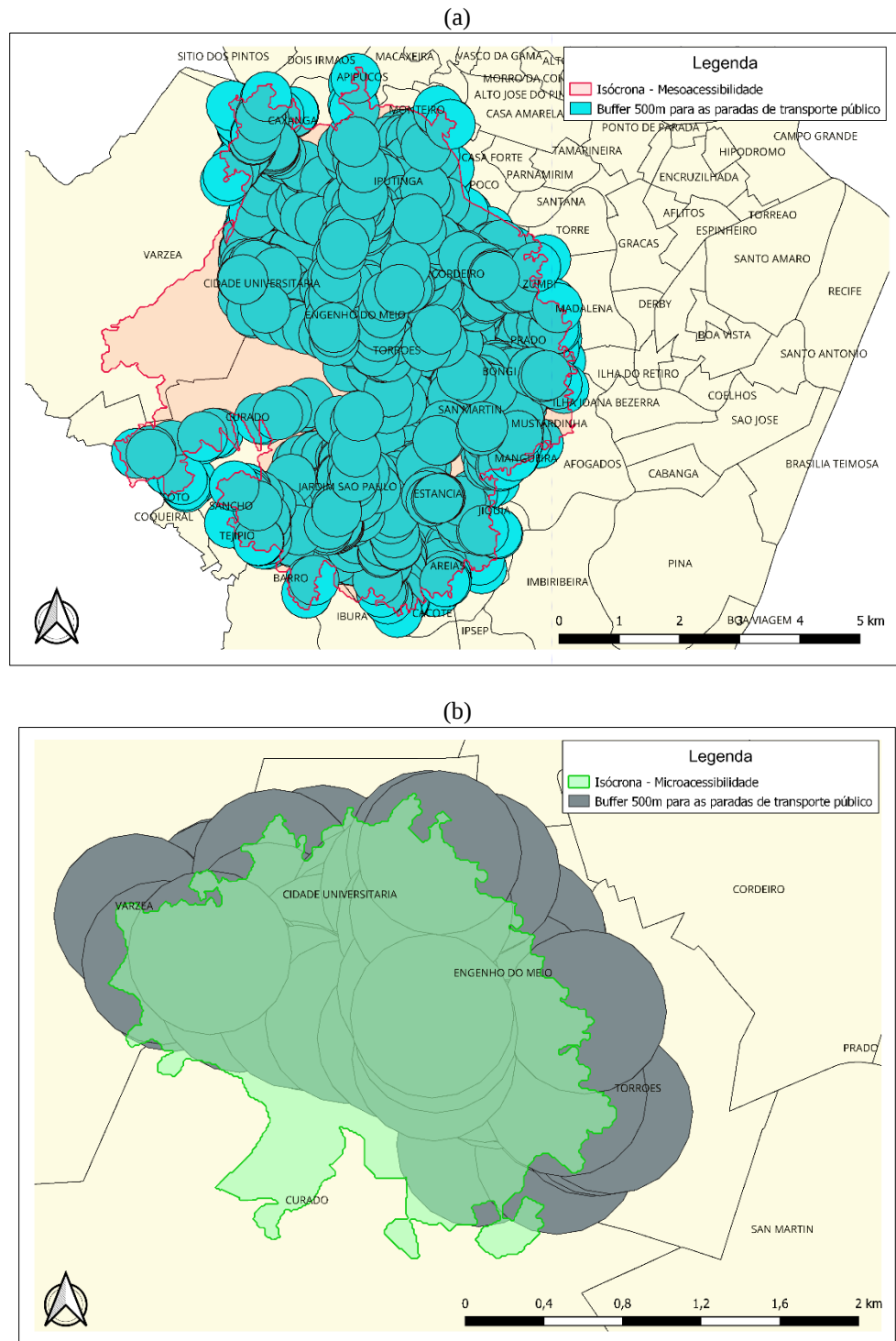
4.4.4. Disponibilidade de transporte público

Cervero (2011) observa que quanto menor as distâncias para as estações de transporte público, maior o percentual de usos destes. Baseado nisso o ITDP (2014), através do TOD

Standard, estabelece uma distância máxima de 500 m de pontos de fornecimento de transporte público.

De acordo com os buffers gerados nas escalas meso e micro de todos os pontos de ônibus e estações de metrô das zonas, é verificado que algumas zonas não são atendidas.

Figura 11 - Buffer de 500m gerado a partir dos pontos de fornecimento de transporte público nas escalas meso (a) e micro (b).



Fonte: A autora (2023)

Essa análise pode ser confirmada pelos números de densidade de ônibus, nas duas escalas e a de transporte público (ônibus e metrô), na escala meso, comparada aos números a cidade do Recife como é verificado na Tabela 11.

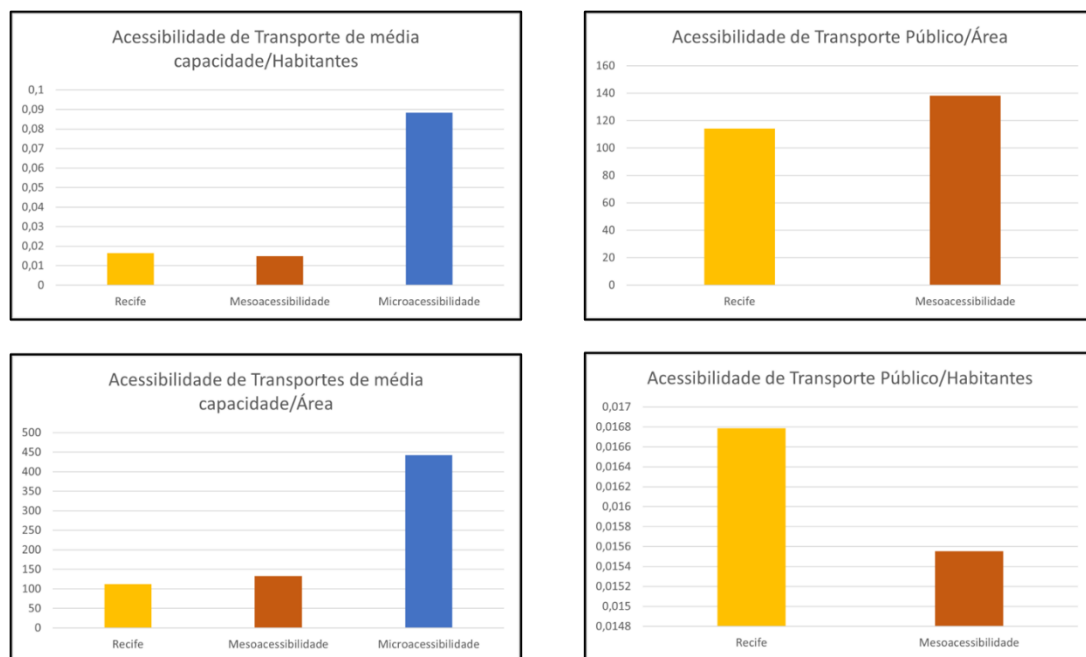
Tabela 10 - Indicadores da densidade do transporte público no Recife e nas duas escalas analisadas.

Indicador	Recife	Mesoacessibilidade	Microacessibilidade
Acessibilidade de Transporte de média capacidade/Habitantes (ônibus/hab)	0,016	0,015	0,088
Acessibilidade de Transportes de média capacidade/Área (ônibus/km ²)	111,78	132,42	442,79
Acessibilidade de Transporte Público/Habitantes (TP/hab)	0,017	0,016	-
Acessibilidade de Transporte Público/Área (TP/km ²)	114,21	138,073	-

Fonte: A autora (2023).

Apesar do valor elevado na escala micro devido ao fornecimento de inúmeras linhas de ônibus próximas a UFPE, é importante destacar que esse indicador é muito mais relevante na escala meso. Isso se dá por causa das maiores distâncias percorridas nessa escala, o que aumenta a possibilidade de adesão ao transporte público (Figura 12).

Figura 12 - Disponibilidade de transporte público por área e por habitante.



Fonte: A autora (2023).

4.4.5. Destinos acessíveis

Se tratando de destinos acessíveis, Mello (2015) traz a relação entre emprego e moradias e determina que a sua distribuição adequada seria de 1 a 1,5 empregos/moradia. Nenhum dos resultados obtidos alcança esse valor e podem ser observados na Tabela 12.

Tabela 11 - Acessibilidade de empregos por moradias

Indicador	Mesoacessibilidade	Microacessibilidade
Acessibilidade de empregos por moradias	0,740	0,161

Fonte: A autora (2023)

O que expõe que apesar das altas taxas de áreas de comércio, serviços e indústria nas duas escalas encontradas no estudo da diversidade de uso do solo, é provável que esses valores representem uma maior parte de serviços do que de empresas do setor privado.

4.5. DIRETRIZES

Dentre os principais pontos que se pode destacar, a literatura mostra que o aumento de densidade nessas regiões pode ser muito benéfico em diversos sentidos, trazendo melhorias, não apenas para os dados de densidade em si, mas reduzindo, custos e promovendo um espaço mais diversificado e menos poluído (LITMAN, 2008).

De modo a incentivar um maior caminhabilidade, além de incentivos de aumento na densidade, Gehl (2010) enfatiza a importância do piso térreo dos prédios e de como as fachadas ativas podem aumentar a segurança, manter um ambiente mais dinâmico, melhora os níveis de atividade física da população e favorecer o uso do transporte ativo. Outro ponto que é importante destacar, é a importância da qualidade das calçadas e vias de bicicleta, onde o incentivo a uma boa infraestrutura, o respeito as normas de acessibilidade e uma promoção de conforto térmico podem incentivar o uso destas e ser mais um fator de incentivo (SPECK, 2012).

Em relação aos pontos que foram observados muros extensos e com poucas entradas aos prédios, é importante incentivar o comércio de vendedores autônomos que atuam no comércio de alimentos. Um bom exemplo na região seria a Av. Professor Luiz Freire e a Av. Acadêmico Hélio Ramos, onde se nota uma grande diferença de caminhabilidade nos períodos em que o pequeno comércio está ativo para os períodos que não está. Outro ponto interessante que se soma é esse fato, é que este tipo de comércio tende a ter uma fachada aberta para o público o que facilita a conexão entre o pedestre e a via (MCALLISTER, 2020).

O aumento do mix do uso do solo como um todo auxilia na geração de empregos e cria um ciclo com consequências que combinam todos os outros aspectos já mencionados.

Em termos de segurança, aumentos na densidade com consequente redução de velocidade - respeitando o tipo de via, podem favorecer a redução de acidentes de veículos, mortes no trânsito e facilitar o acesso de idosos, crianças e pessoas com deficiência aos espaços públicos (LUCY, 2022). Segundo Litman (1995), somado a isso, o uso de transporte público tende a reduzir essas taxas de morte e acidentes.

O serviço de transporte público otimizado ainda é uma questão que pode favorecer a escolha por parte dos que possuem veículo próprio, uma vez que pontos como conforto e tempo são fatores decisivos na escolha modal. Oferecer prioridade das vias ao transporte público e ativo já se mostra eficaz para melhorias na velocidade e redução de engarrafamentos. Foi observado que nos pontos onde existe a faixa azul, na cidade do Recife, a velocidade média das linhas aumentou em 50% (RECIFE, 2014).

Redistribuir ou aumentar a cobertura de atendimento para os pontos em que foram observadas as falhas é uma forma de garantir uma mobilidade mais justa e equalitária. Um sistema de transporte público eficaz e bem distribuído é um incentivo a mais para a opção pelo uso deste, onde foi verificado que mesmo que áreas onde os níveis de classe sociais são maiores, regiões com boa oferta de transporte, segurança e uso do solo variado faz com que seus moradores optem por meios mais sustentáveis de deslocamento (LITMAN, 2006).

5. CONCLUSÃO

Tratar da universidade como um polo gerador de viagens enfatiza a sua relevância para a comunidade que se estabeleceu no seu entorno. Estudar a forma como essa população se relaciona com a paisagem urbana traz à tona todos os pontos que podem estar impedindo um desenvolvimento mais sustentável para essa região e mudando a forma como os frequentadores da universidade se relacionam com esta.

Os objetivos específicos e o geral deste trabalho, que ditavam, uma compreensão das características espaciais e dos seus elementos urbanos nas escalas meso e micro, além de uma análise dos seus indicadores, foram alcançados através da pesquisa OD, do ICPS em parceria com o Grande Recife e de outros dados socioeconômicos e territoriais trazidos pelo BDE e pela prefeitura do Recife.

O estudo demonstra mais uma vez a importância da pesquisa de origem-destino, que possibilitou a compreensão de como os trabalhadores e estudantes da universidade nessas regiões se deslocam. Entretanto, ela se mostrou frágil em relação à necessidade de inclusão de itens que tragam dados de valor socioeconômico. Isto expôs a necessidade de melhorias para a compreensão de quais são as características dos usuários do sistema diretamente, sem a necessidade de uma análise da população próxima ao sistema, através de outros bancos de dados. Esses pontos trariam uma melhor visualização do tipo de usuário e das necessidades da população separadas por classe, gênero e idade, por exemplo. Desta forma, seria mais acurado o processo de suprir as carências destes e de gerar um sistema de transporte público e uma infraestrutura urbana mais justa e socialmente relevante, atendendo a uma maior variedade da população.

Verificar os baixos índices de densidade e de empregos na região foram de suma importância para compreender quais são as deficiências que o planejamento urbano nesses trechos da cidade. Outra relação que poderia passar despercebida, é a hostilidade das fachadas devido aos terrenos largos de serviços públicos e de escolas e da própria universidade. Amenizar essa distância percebida entre os pedestres e ciclistas das fachadas é um fator que pode alterar muito a forma como as vias são utilizadas e trazer melhores níveis de segurança e saúde para a população, reduzindo seus custos para o governo.

Em suma, é possível concluir que aumentar a segurança, facilitar o acesso e variar as opções do público a serviços e comércios, de fato, é uma das formas de tornar as cidades mais sustentáveis e os cidadãos mais participativos. Esse processo é um ciclo que se retroalimenta e se mantém se bem gerido e dimensionado pelos organismos competentes.

Para futuros trabalhos se recomenda abranger mais aspectos referentes a percepção dos habitantes ao espaço e quais os fatores que influenciariam suas escolhas por modos mais sustentáveis num nível mais individual, através de pesquisas de campo. Outra área a ser expandida é a busca de indicadores nas áreas de qualidade do mobiliário urbano, arborização, iluminação e sinalização das vias e questões relativas à segurança, que elevam o patamar da pesquisa e são complementares aos itens já estudados.

REFERÊNCIAS

- BANISTER, D. The sustainable mobility paradigm. **Transport Policy**, v. 15, n. 2, p. 73–80, 2008.
- BDE. **BDE - Base de dados do estado**. Disponível em: <<http://www.bde.pe.gov.br/>>. Acesso em: 10 set. 2023.
- BHAT, C.; GOSSEN, R. A mixed multinomial logit model analysis of weekend recreational episode type choice. **Transportation Research, Part B**, p. 767–787, 2004.
- BOCAREJO, J. P.; PORTILLA, I. J.; PÉREZ, M. A. Impact of transmilênio on density, land use and land value in Bogotá. **Research in Transport Economics**, p. 78–86, 2013.
- CERVERO, R. et al. Influences of built environments on walking and cycling: lessons from Bogotá. **International Journal of Sustainable Transportation**, p. 203–226, 2009.
- CERVERO, R. **5D's and transit**. Winnipeg: 2011.
- CERVERO, R.; KOCKELMAN, K. Travel Demand and 3D's: density, diversity and design. **Transportation Research Part D**, p. 199–219, 1997.
- CHENG, J.; BERTOLINI, L.; LE CLERCQ, F. Measuring sustainable accessibility. **Transportation Research Record**, n. 2017, p. 16–25, 2007.
- CURTIS, C. Planning for sustainable accessibility: The implementation challenge. **Transport Policy**, v. 15, n. 2, p. 104–112, mar. 2008.
- DE SÁ, T. H.; PARRA, D. C.; MONTEIRO, C. A. Impact of travel mode shift and trip distance on active and non-active transportation in the São Paulo Metropolitan Area in Brazil. **Preventive Medicine Reports**, v. 2, p. 183–188, 1 abr. 2015.
- FREITAS, A. L. P.; MACIEL, A. B. L. **Cycling in a brazilian city**. Procedia Engineering. **Anais...Elsevier Ltd**, 2017.
- GEHL, J. **Cidades para pessoas**. 2. ed. São Paulo: [s.n.].
- GROTTA, C. A. D. Teoria espacial da acessibilidade - uma abordagem geográfica voltada ao transporte coletivo urbano. **Revista dos Transportes Públicos**, v. 116, p. 19–42, 2007.
- HANDY, S. **Regional versus local accessibility: implications for nonwork travel**. California: UC Berkeley, 1993.
- HERCE, M. **Sobre la movilidad en la ciudad: propuestas para recuperar un derecho ciudadano**. Barcelona: [s.n.].
- IBGE. **IBGE Cidades**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 17 ago. 2023.
- ICPS. **Base de dados**. Disponível em: <<http://icps.recife.pe.gov.br/node/61205>>. Acesso em: 11 set. 2023.
- ICPS. **Matrizes Origem-Destino**. Disponível em: <<http://icps.recife.pe.gov.br/node/61317>>. Acesso em: 16 maio. 2023.
- IMTT. **Guia orientador - acessibilidades, mobilidade e transportes nos planos municipais de ordenamento do território**. Ministério do Planeamento de das InfraestruturasPortugal, 2011.
- ITDP. **TOD Standard**. Disponível em: <www.itdp.org>. Acesso em: 10 ago. 2023.
- JACOBS, J. **Morte e vida de grandes cidades**. 3. ed. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2011.
- JENNIFER DILL, BY; GLIEBE, J. **Understanding and measuring bicycling behavior: A focus on a travel time and route choice**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <www.otrec.us>.
- KIM, S.; PARK, S.; LEE, J. S. Meso- or micro-scale? Environmental factors influencing pedestrian satisfaction. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 30, p. 10–20, 2014.
- LACOSTE, Y. **A geografia: Isso serve, em primeiro lugar, para fazer a guerra**. São Paulo: Papirus, 1988.
- LARSEN MASTERS STUDENT, J.; EL-GENEIDY ASSISTANT PROFESSOR, A.;

- YASMIN STUDENT, F. **Beyond the Quarter Mile: Examining Travel Distances by Walking and Cycling**, Montréal, Canada. [s.l: s.n.].
- LITMAN, T. **Land Use Impact Costs of Transportation** *World Transport Policy & Practice*. [s.l: s.n.]. Disponível em: <www.vtpi.org>.
- LITMAN, T. **Smart Growth Reforms Changing Planning, Regulatory and Fiscal Practices to Support More Efficient Land Use**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <www.vtpi.orgInfo@vtpi.org>.
- LITMAN, T. **Evaluating Accessibility for Transportation Planning**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <www.vtpi.orgInfo@vtpi.org>.
- LUCY, W. **Danger in Exurbia: outer suburbs more dangerous than cities**. Virginia: University of Virginia, 2022.
- MCALLISTER, C. **Re-thinking design strategies for street-level frontages**. Disponível em: <https://citiespeoplelove.co/article/re-thinking-design-strategies-for-street-level-frontages>. Acesso em: 22 set. 2023.
- MCCORMACK, G. R.; GILES-CORTI, B.; BULSARA, M. The relationship between destination proximity, destination mix and physical activity behaviors. **Preventive Medicine**, v. 46, n. 1, p. 33–40, jan. 2008.
- MELLO, A. J. R. **A acessibilidade ao emprego e sua relação com a mobilidade e o desenvolvimento sustentáveis: o caso da região metropolitana do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2015.
- MELLO, A.; PORTUGAL, L. **Um procedimento baseado na acessibilidade para a concepção de Planos Estratégicos de Mobilidade Urbana: o caso do Brasil**. [s.l: s.n.].
- MORAIS, J. S. **Proposta De Método Para Avaliação Da Qualidade Do Transporte Público Urbano Por Ônibus Utilizando a Teoria Das Representações Sociais**. Dissertação de Mestrado—[s.l.] Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia, 2012.
- PORTUGAL, L. DA S. ET AL. **Transporte, Mobilidade e Desenvolvimento Urbano**. 1. ed. Rio de Janeiro: [s.n.].
- PORTUGAL, L. DA S. ET AL. **Transporte, Mobilidade e Desenvolvimento Urbano**. 1. ed. Rio de Janeiro: [s.n.].
- PROMOB-E. **Guia da micromobilidade compartilhada**. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <www.giz.de/brasil>.
- RAHMAN, M. T.; NAHIDUZZAMAN, K. M. Examining the walking accessibility, willingness, and travel conditions of residents in saudi cities. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 4, 2 fev. 2019.
- RECIFE. **Perfil dos bairros**. Disponível em: <https://www2.recife.pe.gov.br/servico/cidade-universitaria?op=NTI4Mg==>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- RECIFE. **Base de dados**. Disponível em: <http://www.recife.pe.gov.br/ESIG/documentos/Informacao/InformacaoManualArquivos.htm>. Acesso em: 17 ago. 2023.
- RECIFE. **Velocidade dos ônibus é elevada em 50% na Faixa Azul da Domingos Ferreira**. Disponível em: <https://www2.recife.pe.gov.br/noticias/18/06/2014/velocidade-dos-onibus-e-elevada-em-50-na-faixa-azul-da-domingos-ferreira#:~:text=A%20m%C3%A9dia%20calculada%20pela%20CTTU,5%20km%2Fh%20de%20m%C3%A9dia.>. Acesso em: 12 set. 2023.
- RODRIGUES, A. R. **A mobilidade dos pedestres e a influência da configuração da rede de caminhos**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2013.
- SILVEIRA, J. A. R. DA; CASTRO, A. A. B. DA C. **Mobilidade urbana (e para além dela)**. Disponível em: <https://vitruvius.com.br/index.php/revistas/read/minhacidade/15.171/5325>. Acesso em: 1 maio. 2021.
- SPECK, J. **Walkable city: how downtown can save America, one step at a time**. New

York: Farrar, Straus and Giroux, 2012.

THE GEOGRAPHY OF TRANSPORTED SYSTEMS. **Relationship between distance and opportunities**. Disponível em:

<<https://transportgeography.org/contents/methods/transportation-accessibility/accessopportunities-2/>>. Acesso em: 29 ago. 2023.

UFPE. **UFPE em Números**. Disponível em: <<https://www.ufpe.br/institucional/ufpe-em-numeros>>. Acesso em: 20 set. 2023.

UFPE. **O desafio de uma época**. Disponível em:

<<https://www.ufpe.br/institucional/historia>>. Acesso em: 20 set. 2023.

UNITED STATES DEPARTMENT OF TRANSPORTATION - FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION. **Making America walkable: It's a challenge we all share**. Disponível em:

<<https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/pedbike/articles/walkable.htm#:~:text=%22The%20lack%20of%20sidewalks%20or,buid%20sidewalks%20in%20housing%20are as.%22>>. Acesso em: 24 set. 2023.

YANG, Y.; DIEZ-ROUX, A. V. Walking distance by trip purpose and population subgroups.

American Journal of Preventive Medicine, v. 43, n. 1, p. 11–19, jul. 2012.

ZEGRAS, C. **Sustainable urban mobility: exploring the role of the built environment**.

[s.l.] Massachusetts Institute of Technology, 2005.

ZHANG, L.; NASRI, A. The analysis of transit-oriented development (TOD). **Transport Policy**, 32, p. 172–179, 2014.

APÊNDICE A

Figura 13 - Viagens a zona 114 (cidade universitária) por modo de transporte e motivo na escala meso (a) e micro (b).

(a)

		Todos os modos	A pé	Bicicleta	TP coletivo	TP individual	Carro	Motocicleta	Outros
Meso	Total	8021	2504	1205	3419	0	502	32	355
	Educação	7105	2321	998	2970	0	437	27	353
	Trabalho	916	183	208	448	0	65	6	1
	% educação	88,57%	92,70%	82,76%	86,89%	0,00%	87,05%	82,40%	99,60%
	% trabalho	11,43%	7,30%	17,24%	13,11%	0,00%	12,95%	17,60%	0,40%

(b)

		Todos os modos	A pé	Bicicleta	TP coletivo	TP individual	Carro	Motocicleta	Outros
Micro	Total	659	165	174	185	0	24	2	108
	Educação	537	103	167	134	0	23	2	107
	Trabalho	123	62	7	51	0	1	0	0
	% educação	81,41%	62,61%	95,89%	72,45%	0,00%	94,39%	100,00%	99,71%
	% trabalho	18,59%	37,39%	4,11%	27,55%	0,00%	5,61%	0,00%	0,29%

Fonte: A autora, 2023.

APÊNDICE B

Figura 14 - Total de viagens por zona de tráfego e por modo de transporte e pelos motivos trabalho (a) e educação (b) na escala meso.

(a)

CODIGOZONA	area m2 (real)	area m2 (meso)	proporção	Sem normalização					Com normalização														
				Todos os modos	A pé	Bicicleta	TP coletivo	TP individual	Carro	Motocicleta	Outros	Todos os modos	A pé	Bicicleta	TP coletivo	TP individual	Carro	Motocicleta	Outros				
79	3850086,11	90855,72	0,024									0	0	0	0	0	0	0	0				
85	3318722,17	71855,37	0,217									0	0	0	0	0	0	0	0				
86	1902066,91	1588781,71	0,825		16				16			2	0	0	0	0	0	0	0				
87	1434539,39	1013564,47	0,707		147				147			147	0	0	0	147	0	0	0				
88	956012,34	321599,61	0,336									0	0	0	0	0	0	0	0				
89	1173242,97	746643,07	0,636									0	0	0	0	0	0	0	0				
90	1936699,97	138789,75	0,072									0	0	0	0	0	0	0	0				
92	1489955,05	1213634,35	0,815									0	0	0	0	0	0	0	0				
93	1551264,90	1157632,17	0,746		169				147			14	0	0	0	0	0	0	0				
94	2285294,37	2285294,37	1,000		8				8			1	0	0	0	1	0	0	0				
95	1380614,33	1376768,74	0,997									0	0	0	0	0	0	0	0				
96	1680514,28	1680514,28	1,000		11				11			11	0	0	0	11	0	0	0				
97	603623,66	603623,66	1,000									0	0	0	0	0	0	0	0				
98	1639562,71	1639562,71	1,000		120				120			120	0	0	0	120	0	0	0				
99	2034340,46	1304415,06	0,641									0	0	0	0	0	0	0	0				
100	1410726,27	743866,45	0,527		21				21			21	0	0	0	21	0	0	0				
101	769729,12	154978,36	0,201									0	0	0	0	0	0	0	0				
104	1475915,53	392176,97	0,266		18				11			13	0	0	0	8	0	5	0				
105	1571604,35	1444777,61	0,919		10				10			3	0	0	0	3	0	0	0				
106	109009,23	953486,76	0,945									0	0	0	0	0	0	0	0				
107	1957029,62	1957029,62	1,000		9				9			6	0	0	6	0	0	0	0				
108	2674718,88	2662108,24	0,995		198				20			43	0	0	0	39	0	4	0				
109	1725141,72	1725141,72	1,000		243	214			20			17	15	0	0	0	0	1	0				
110	58260,06	58260,06	1,000									0	0	0	0	0	0	0	0				
111	835755,50	835755,50	1,000		10				3			10	0	0	7	0	0	3	0				
112	149026,65	149026,65	1,000									0	0	0	0	0	0	0	0				
113	1091287,16	1091287,16	1,000		51	12			17	6		33	8	10	0	0	11	4	0				
114	1325573,80	1325573,80	1,000		131	69						131	69	0	0	61	0	0	0				
115	3584493,50	3547036,90	0,990									0	0	0	0	0	0	0	0				
116	2183031,46	2155513,85	0,987		289	93			11			283	91	181	0	0	11	0	0				
117	3455502,15	2897372,27	0,836		3							3	0	0	3	0	0	0	0				
118	4120248,86	239988,99	0,058									0	0	0	0	0	0	0	0				
119	4033900,20	337258,61	0,084									0	0	0	1	11	0	0	0				
121	1449122,68	590590,57	0,401		38				5			20	0	0	0	0	0	0	0				
151	2735953,12	465263,68	0,170		11				11			0	0	0	0	0	0	0	0				
155	1926346,40	400634,19	0,208									0	0	0	0	0	0	0	0				
156	1178671,03	1151935,53	0,978		15				3			15	0	0	0	0	0	0	0				
157	2283109,72	282321,65	0,125		24				24			24	0	0	0	0	0	3	0				
				TOTAL															TOTAL				

(b)

CODIG.	I	area_m2 (real)	area_m2 (meso)	proporção	Sem normalização					Com normalização					Outros	TOTAL						
					Todos os modos	A pé	Bicicleta	TP coletivo	TP individual	Carro	Motocicleta	Outros	Todos os modos	A pé			Bicicleta	TP coletivo	TP individual	Carro	Motocicleta	Outros
79		3655086,11		0,024	17			17					4	0	0	0	4	0	0	0		
85		3318722,17		0,217	41			31				10	41	0	0	0	31	0	0	0		
86		1902066,91		0,825	249			204		44			31	0	0	0	25	0	10	0		
87		1434539,39		0,707	360			347		13			360	0	0	0	347	0	13	0		
88		966012,34		0,336	67			28		39			67	0	0	0	28	0	39	0		
89		1173242,97		0,636	58			36		22			58	0	0	0	36	0	22	0		
90		1936699,97		0,072	74			53		21			74	0	0	0	53	0	21	0		
92		1489955,05		0,815	353		12	184		150		6	21	0	1	0	11	0	9	0		
93		1551264,90		0,746	173			166		7			14	0	0	0	14	0	1	0		
94		2285294,37		1,000	776		261	466		40		8	132	0	44	0	79	0	7	0		
95		1380614,13		0,997	15			15					6	0	0	0	6	0	0	0		
96		1680514,28		1,000	207			190		17			207	0	0	0	190	0	17	0		
97		603623,66		1,000	12			12					12	0	0	0	12	0	0	0		
98		1639652,71		1,000	194			185		9			194	0	0	0	185	0	9	0		
99		2034340,46		0,641	149			149					125	0	0	0	125	0	0	0		
100		1410726,27		0,527	205			205					203	0	0	0	203	0	0	0		
101		769729,12		0,201	61			48		13			60	0	0	0	47	0	13	0		
104		1475919,53		0,266	395	2	143	203		41		6	279	1	101	0	143	0	29	0		
105		1571604,35		0,919	421		78	300		22		21	142	0	26	0	101	0	7	0		
106		1009009,23		0,945	38			29					31	0	7	0	24	0	0	0		
107		1957029,62		1,000	441		112	184		106		6	281	0	71	0	117	0	67	4		
108		2674718,88		0,995	369		27	283		34			80	0	6	0	61	0	7	0		
109		1725141,72		1,000	1307	316	810	86		75		20	94	23	58	0	6	0	5	0		
110		588260,06		1,000	172			155		11			140	0	0	6	126	0	9	0		
111		835755,50		1,000	1099	207	342	221		20		7	1099	207	342	0	221	0	20	7		
112		149026,65		1,000	1					1			1	0	0	0	0	0	1	0		
113		1091287,16		1,000	1844	895	300	574		69		6	182	574	192	0	368	0	44	0		
114		1325573,80		1,000	31	4		14		13			31	4	0	0	14	0	13	0		
115		3584493,50		0,990	52	18	33	2					14	5	9	1	0	0	0	0		
116		2183031,46		0,987	1286	1014	109	117		40		6	1258	992	107	114	0	39	0	6		
117		3465602,15		0,836									0	0	0	0	0	0	0	0		
118		4120248,86		0,058									0	0	0	0	0	0	0	0		
119		4033900,20		0,084	1066	738	12	287		17		11	562	389	6	151	0	9	6	0		
121		1449122,68		0,401									0	0	0	0	0	0	0	0		
151		2735963,12		0,170	74	16		21		36			2	0	0	0	0	0	1	0		
155		1926346,40		0,208	113	8		92		13			113	8	0	0	92	0	13	0		
156		1177861,03		0,978	153	118	13	14		8			153	118	13	14	14	0	8	0		
157		2263109,72		0,125	36		8	20					7	105	2321	998	2970	0	437	27		
TOTAL																	998	2970	0	437	27	353

Fonte: A autora, 2023.

(a)

CODIGOZONA	area m2 (real)	area m2 (meso)	proporção	Sem normalização					Com normalização									
				Todos os modos	A pé	Bicicleta	TP coletivo	TP individual	Carro	Motocicleta	Outros	Todos os modos	A pé	Bicicleta	TP coletivo	TP individual	Carro	Motocicleta
94	2265294,37	35543,98	0,016	8			8					1	1	0	0	0	0	0
97	2035273,65	29304,16	0,018	243	214				9		20	4	3	0	0	0	0	0
109	1725141,71	3798,41	0,002									0	0	0	0	0	0	0
110	588260,06	206588,68	0,351									4	0	0	0	0	0	0
111	835765,50	692863,70	0,829	10			7		3			4	0	21	0	0	1	0
112	149026,65	72870,24	0,489									0	0	0	0	0	0	0
114	1325673,80	975282,45	0,736	131	69		61					109	57	0	51	0	0	0
115	3584493,50	1251903,56	0,349									0	0	0	0	0	0	0
116	2183031,46	138466,32	0,063	289	93	185			11			4	1	3	0	0	0	0
117	3465602,15	46867,88	0,014	3	3		3					2	1	2	0	0	0	0
												123	62	7	51		0	0
														</				

APÊNDICE C

A. Densidade

- Escala Meso:

$$A_{dens} = \frac{372.367 \text{ hab}}{41,94 \text{ km}^2} = 8.878 \text{ hab/km}^2 \quad (15)$$

$$A_{dens} = \frac{42.141 \text{ empregos}}{41,94 \text{ km}^2} = 1.005 \text{ empregos/km}^2 \quad (16)$$

- Escala Micro:

$$A_{dens} = \frac{17.302 \text{ hab}}{3,45 \text{ km}^2} = 5.011 \text{ hab/km}^2 \quad (17)$$

$$A_{dens} = \frac{442 \text{ empregos}}{3,45 \text{ km}^2} = 128 \text{ empregos/km}^2 \quad (18)$$

B. Diversidade

- Escala Meso:

$$\text{Índice de Entropia} = \frac{-(24,65\% * (\ln(24,65\%)) + 43,83\% * (\ln(43,83\%)) + 3,83\% * (\ln(3,83\%)) + 31,48\% * (\ln(31,48\%)))}{\ln(4)} = 0,86 \quad (19)$$

$$\text{Índice de dissimilaridade} = 1 - \left\{ \frac{\left| \frac{18381479,98}{41941595,72} - \frac{1}{3} \right| + \left| \frac{11946833,68}{41941595,72} - \frac{1}{3} \right| + \left| \frac{13201918,56}{41941595,72} - \frac{1}{3} \right|}{\frac{4}{3}} \right\} = 0,94 \quad (20)$$

- Escala Micro:

$$\text{Índice de Entropia} = \frac{-(32,29\% * (\ln(32,29\%)) + 17,12\% * (\ln(17,12\%)) + 33,56\% * (\ln(33,56\%)) + 4,28\% * (\ln(4,28\%)))}{\ln(4)} = 0,84 \quad (21)$$

$$\text{Índice de dissimilaridade} = 1 - \left\{ \frac{\left| \frac{591286,95}{3453089,36} - \frac{1}{3} \right| + \left| \frac{2273940,98}{3453089,36} - \frac{1}{3} \right| + \left| \frac{147628,49}{3453089,36} - \frac{1}{3} \right|}{\frac{4}{3}} \right\} = 0,42 \quad (22)$$

C. Desenho Urbano

E foram calculadas da seguinte forma:

- Mesoacessibilidade

$$d_q = \frac{2.650 \text{ quarteirões}}{41,94 \text{ km}^2} = 63 \text{ quarteirões/km}^2 \quad (23)$$

$$A_{ciclo} = \frac{31,44 \text{ km}}{41,94 \text{ km}^2} = 0,75 \text{ km/km}^2 \quad (24)$$

- Microacessibilidade

$$d_q = \frac{178 \text{ quarteirões}}{3,45 \text{ km}^2} = 52 \text{ quarteirões/km}^2 \quad (25)$$

$$A_{ciclo} = \frac{3,96 \text{ km}}{3,45 \text{ km}^2} = 1,15 \text{ km/km}^2 \quad (26)$$

D. Disponibilidade de Transporte Público

- Escala Meso:

$$A_{ônibus} = \frac{5.554 \text{ ônibus}}{372.367 \text{ hab}} = 0,015 \text{ ônibus/hab} \quad (27)$$

$$A_{ônibus} = \frac{5.554 \text{ ônibus}}{41,94 \text{ km}^2} = 132,422 \text{ ônibus/km}^2 \quad (28)$$

$$A_{TP} = \frac{5.554+237 \text{ TP}}{372.367 \text{ hab}} = 0,016 \text{ TP/hab} \quad (29)$$

$$A_{TP} = \frac{5.554+237 \text{ TP}}{41,94 \text{ km}^2} = 138,073 \text{ TP/km}^2 \quad (30)$$

- Escala Micro:

$$A_{TP} = \frac{1.529 \text{ ônibus}}{17.302 \text{ hab}} = 0,088 \text{ ônibus/hab} \quad (31)$$

$$A_{TP} = \frac{1.529 \text{ ônibus}}{3,45 \text{ km}^2} = 442,792 \text{ ônibus/km}^2 \quad (32)$$

E. Destinos acessíveis

- Escala Meso:

$$A_{dest} = \frac{42.141 \text{ empregos}}{56.945 \text{ moradias}} = 0,740 \text{ empregos/moradias} \quad (33)$$

- Escala Micro:

$$A_{dest} = \frac{442 \text{ empregos}}{2.749 \text{ moradias}} = 0,161 \text{ empregos/moradias} \quad (34)$$