

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Letícia Oestreich Carvalho

**SUBSÍDIOS PARA PLANEJAMENTO E GESTÃO DA MOBILIDADE
SUSTENTÁVEL EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR**

Santa Maria, RS
2022

Leticia Oestreich Carvalho

**SUBSÍDIOS PARA PLANEJAMENTO E GESTÃO DA MOBILIDADE
SUSTENTÁVEL EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestra em Engenharia de Produção.**

Orientador: Prof. Dr. Alvaro Luiz Neuenfeldt Júnior
Co-Orientador: Prof. Dr. Alejandro Ruiz Padillo

Santa Maria, RS
2022

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001

Oestreich , Leticia
Subsídios para o planejamento e gestão da mobilidade sustentável em Instituições de Ensino Superior / Leticia Oestreich .- 2022.
132 p.; 30 cm

Orientador: Álvaro Luiz Neuenfeldt Júnior
Coorientador: Alejandro Ruiz Padillo
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, RS, 2022

1. Plano estratégico 2. Mobilidade sustentável 3. Instituições de ensino superior 4. Estatística multivariada 5. Análise espacial I. , Álvaro Luiz Neuenfeldt Júnior II. , Alejandro Ruiz Padillo III.
Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, LETÍCIA OESTREICH , para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Leticia Oestreich Carvalho

**SUBSÍDIOS PARA O PLANEJAMENTO E GESTÃO DA MOBILIDADE
SUSTENTÁVEL EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestra em Engenharia de Produção**.

Aprovada em 27 de outubro de 2022.

**Álvaro Luiz Neuenfeldt Júnior, Dr. (UFSM) - Videoconferência
(Presidente/Orientador)**

Alejandro Ruiz Padillo, Dr. (UFSM) - Videoconferência

Ana Margarita Larrañaga Uriarte, Dra. (UFRGS) - Videoconferência

Carmen Brum Rosa, Dra. (UFSM) - Videoconferência

Santa Maria, RS
2022

AGRADECIMENTOS

Eu gostaria de exprimir meus sinceros agradecimentos à todas as pessoas e instituições que me acompanharam nesse processo e que fizeram parte direta e indiretamente dele. Em especial, agradeço:

A Universidade pública, gratuita e de qualidade, e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP), pela oportunidade de estudo e assistência fornecidos.

Ao meu orientador, Dr. Alvaro Luiz Neuenfeldt Júnior, pela confiança depositada em mim, pelo empenho e sentido prático com que sempre me orientou.

Ao meu coorientador, Dr. Alejandro Ruiz-Padillo, por me incentivar à pesquisa e me acompanhar desde a graduação, sou grata por todos os seus ensinamentos que contribuíram para meu processo de formação profissional.

À banca examinadora, Dra. Ana Margarita Larrañaga Uriarte e Dra. Carmen Brum Rosa, pela avaliação cuidadosa e contribuições que enriqueceram este trabalho.

Agradeço também, ao LAMOT e aos colegas e professores do laboratório, por toda parceria, apoio e dedicação. Em especial, aos bolsistas que auxiliaram na coleta e processamento dos dados deste trabalho. Como também, a PROINFRA e ao CPD pelo suporte na aplicação do instrumento de pesquisa pelo sistema da universidade.

Às amigas que cultivei ao longo da minha trajetória acadêmica. Em especial, agradeço minha colega de profissão e eterna amiga Marcella Schvartz, sou grata por todos os momentos de desabafos e de conquistas compartilhados. A minha ex-professora e grande amiga Tânia Batistela Torres, te admiro tanto, obrigada por todo conhecimento transmitido, pelo apoio e parceria. E a querida Paula Sandri, bolsista de iniciação científica que eu tive o prazer de conhecer e orientar nas pesquisas, sucesso!

Agradeço ao meu namorado Vinícius, pelo carinho e apoio, por me dar forças e não me deixar desistir, sou feliz em tê-lo em minha vida.

E finalmente, a minha família, por entender minha ausência e me incentivar na busca dos meus objetivos. Em especial, agradeço a minha irmã Litiele, pelo companheirismo, amizade e cumplicidade de sempre.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

SUBSÍDIOS PARA PLANEJAMENTO E GESTÃO DA MOBILIDADE SUSTENTÁVEL EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR

AUTORA: Letícia Oestreich Carvalho

ORIENTADOR: Prof. Dr. Alvaro Luiz Neuenfeldt Júnior

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. Alejandro Ruiz Padillo

As instituições de ensino superior (IESs) promovem diariamente deslocamentos que, se não planejados, causam impactos negativos na mobilidade urbana. As IESs precisam gerenciar os problemas de mobilidade pensando na sustentabilidade para melhorar as experiências de transporte da comunidade acadêmica e contribuir para a garantia da acessibilidade, segurança e qualidade de vida nas cidades. Esta pesquisa teve como objetivo subsidiar os planejadores das IESs no processo de gestão da mobilidade sustentável. Primeiramente, uma revisão da literatura foi conduzida com o método Proknow-C para compreender como as IESs lidam com os problemas de mobilidade ao longo dos anos e conforme países, bem como as abordagens metodológicas usadas, características que influenciam nos problemas e as ações de mobilidade sustentável adotadas. Em segundo lugar, foi proposto um plano estratégico para orientar a gestão da mobilidade contemplando as diretrizes, partes interessadas e alternativas em uma estrutura de quatro etapas: diagnosticar, formular ações, implementar e monitorar. Além disso, foi desenvolvido um modelo de diagnóstico, sob a forma de um questionário, e um conjunto de ações estruturantes, comportamentais e regulatórias. Em seguida, um método híbrido de análise de dados de mobilidade é apresentado como um instrumento de apoio à tomada de decisão. O método combina estatísticas multivariadas e análise de agrupamento com apoio de georreferenciamento para determinar os fatores contribuintes e os perfis de mobilidade da IES, de forma que a distribuição espacial das origens (local de moradia) e o destino (IES) fornecem implicações sobre os fatores ambientais (acessibilidade ao transporte público, uso do solo, distância de moradia) que afetam as escolhas de transporte. Finalmente, o plano estratégico e o método de análise são explorados em um estudo de caso aplicado ao Campus sede da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) para determinar quais as limitações atuais que impedem a adoção de modos de transporte ativos e coletivos e quais as ações necessárias para alcançar a mobilidade sustentável na IES. Os resultados mostram que as principais limitações são a falta de infraestrutura adequada para a caminhada e ciclismo no bairro e deficiências operacionais e de infraestrutura das paradas do transporte público. Além disso, a oferta ampla de estacionamentos gratuitos no campus é um dos facilitadores do deslocamento com automóvel, mesmo para curtas distâncias. As ações propostas incluem, em um primeiro momento, ações estruturais e regulatórias para melhorar as condições de caminhada e ciclismo no bairro e incentivar a moradia acessível no entorno da IES, bem como ampliar a oferta do transporte público nas rotas universitárias nos horários de pico e integrar a outras linhas que conectam aos bairros. Posteriormente, podem ser implementadas ações regulatórias para restringir o acesso de veículos privados junto com ações comportamentais para incentivar a carona solidária, campanhas e atividades acadêmicas de estímulo a mobilidade ativa. As implicações políticas da pesquisa são discutidas em termos da necessidade da participação conjunta e colaborativa da IES com gestores públicos municipais e demais atores para garantir a efetividade das práticas de mobilidade sustentável.

Palavras-chave: Plano estratégico. Mobilidade sustentável. Instituições de ensino superior. Estatística multivariada. Análise espacial.

ABSTRACT

SUBSIDIES FOR SUSTAINABLE MOBILITY PLANNING AND MANAGEMENT IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

AUTHOR: Letícia Oestreich Carvalho
ADVISOR: Prof. Alvaro Luiz Neuenfeldt Júnior, Dr
CO-ADVISOR: Prof. Alejandro Ruiz Padillo, Dr

Higher education institutions (HEIs) promote daily commuting that, if unplanned, cause negative impacts on urban mobility. HEIs need to manage mobility based on sustainable initiatives to improve the transport experiences of the academic community and to contribute to the accessibility, safety and quality of life in cities. This research aimed to support HEI planners in the process of managing sustainable mobility projects. Firstly, a literature review was conducted using the Proknow-C method to understand how HEIs deal with mobility problems over the years and in different countries; as well as the methodological approaches used, characteristics that influence the problems, and the sustainable mobility initiatives adopted. Second, a strategic plan was proposed to guide mobility management, covering guidelines, stakeholders and alternatives in a four-step management structure: diagnose, formulate actions, implement and monitor. In addition, a diagnostic model, based on a questionnaire, and a set of structuring, behavioral and regulatory actions was developed. Thirdly, a hybrid method of analyzing mobility data is presented as an instrument to support decision making. The method combines multivariate statistics and cluster analysis with georeferencing support to determine the contributing factors and HEI mobility profiles, in a way that the spatial distribution of the origin (home) and destination (HEI) provide implications on environmental factors (accessibility to public transport, land use, distance from home) that affect transport choices. Finally, the strategic plan and the method of analysis are explored in a case study applied to the central Campus of the Federal University of Santa Maria (UFSM) to determine what are the current limitations preventing the adoption of active and collective transport methods and the actions necessary to achieve sustainable mobility in the HEI. The results show that mobility limitations, such as the lack of adequate infrastructure for walking and cycling in the neighborhood, as well as operational and infrastructural deficiencies of public transport. In addition, the wide offer free parking facilities on campus act as a facilitator for traveling by car, even for short distances. Structural and regulatory actions are proposed to first be carried out, in order to improve walking and cycling conditions in the neighborhood, as well as encourage affordable housing in the surroundings of the HEI, expanding the public transport offer at peak times on university routes, and integrating it with other lines that connect it to neighborhoods. Subsequently, regulatory actions may be implemented to restrict access of private vehicles, along with behavioral actions to encourage carpooling, as well as campaigns and academic activities to encourage active mobility. Policy implications of the research are discussed in terms of the need for joint and collaborative participation of the HEI with municipal public managers and other actors to ensure the effectiveness of sustainable mobility practices.

Keywords: Strategic plan. Sustainable Mobility. Higher education institutions. Multivariate statistics. Spatial analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Passos da pesquisa	26
Figura 2 – Fluxograma do processo de seleção do portfólio bibliográfico	31
Figura 3 – Eixos temáticos e palavras-chave utilizados na revisão sistemática.....	32
Figura 4 – Questões norteadoras para a revisão sistemática baseada no Proknow – C.....	33
Figura 5 – Diagrama de Venn dos artigos selecionados com suporte do Proknow-C.....	34
Figura 6 – Nuvem de palavras de título.....	36
Figura 7 – Número de artigos de acordo com o ano de publicação	37
Figura 8 – Frequência dos tópicos	39
Figura 9 – Clusters de palavras-chave	41
Figura 10 – Contribuição científica conforme países	43
Figura 11 – Divisão da coleta de dados da pesquisa	45
Figura 12 – Frequência de uso dos métodos de análise quantitativos	47
Figura 13 – Diretrizes gerais para a mobilidade sustentável nas IES.....	55
Figura 14 – Ciclo da gestão para a mobilidade sustentável nas IES	57
Figura 15 – Elementos fundamentais para o diagnóstico de mobilidade	58
Figura 16 – Proposta de mapeamento do processo de implementação das ações	70
Figura 17 – Localização do campus principal da UFSM	79
Figura 18 – Caracterização dos acessos ao campus principal da UFSM.....	80
Figura 19 – Rotas do transporte público que atendem à demanda da IES	81
Figura 20 – Gráfico do critério da Razão de variância (número ótimo de k).....	86
Figura 21 – Diagnóstico de qualidade das infraestruturas de mobilidade.....	88
Figura 22 – Diagnóstico de qualidade do serviço de transporte público.....	89
Figura 23 – Distribuição das origens e escolhas de modo de transporte.....	93
Figura 24 – Origens, escolhas motorizadas de transporte e cobertura do transporte público em rotas universitárias (<i>buffer</i> 500 m).....	94
Figura 25 – Origens e modo de transporte com <i>buffer</i> de distância caminhável (<i>buffer</i> 1,5km)	95
Figura 26 – Origens e modo de transporte com <i>buffer</i> de distância ciclável (<i>buffer</i> 5km)	96
Figura 27 – Scree-plot com procedimento <i>Parallel Analysis</i> (PA).....	98
Figura 28 – Distribuição espacial das origens (local de moradia) do <i>Cluster 1</i>	102
Figura 29 – Distribuição espacial das origens (local de moradia) do <i>Cluster 2</i>	103
Figura 30 – Distribuição espacial das origens (local de moradia) do <i>Cluster 3</i>	105
Figura 31 – Distribuição espacial das origens (local de moradia) do <i>Cluster 4</i>	106

Figura 32 – Distribuição espacial das origens (local de moradia) do <i>Cluster 5</i>	107
Figura 33 – Distribuição espacial das origens (local de moradia) do <i>Cluster 6</i>	108

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise descritiva.....	35
Tabela 2 – Top 10 artigos mais citados	41
Tabela 3 – Entrevistados e população acadêmica	82
Tabela 4 – Resumo das estatísticas sociodemográficas (n= 2.793).....	91
Tabela 5 – Escolhas de modos de transporte da população acadêmica.....	92
Tabela 6 – Escolhas de modos de transporte conforme faixas de renda	93
Tabela 7 – Cargas fatoriais (<i>factor loadings</i>) e comunalidades	98
Tabela 8 – Resultados do agrupamento para os seis perfis de mobilidade da IES (n= 2.793)	100

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação metodológica da pesquisa.....	24
Quadro 2 – Estrutura para diagnóstico da mobilidade em IES.....	61
Quadro 3 – Ações estratégicas regulatórias para a gestão da mobilidade em IES	65
Quadro 4 – Ações estratégicas estruturantes para a gestão da mobilidade em IES.....	66
Quadro 5 – Ações estratégicas comportamentais para a gestão da mobilidade em IES	68
Quadro 6 – Variáveis de entrada no modelo AFE.....	84

LISTA DE SIGLAS

AFE	Análise Fatorial Exploratória
BGSS	<i>Between Group Sum of Square</i>
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
CH	Índice Calinski-Harabasz
CEU	Casa do Estudante Universitário
EIV	Estudo de Impacto da Vizinhança
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IES	Instituições de Ensino Superior
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
PA	<i>Parallel Analysis</i>
PGV	Polo Gerador de Viagem
PMU	Plano de Mobilidade Urbana
PNMU	Política Nacional de Mobilidade Urbana
Proknow – C	<i>Knowledge Development Process– Constructivist</i>
RMSR	<i>Root Mean Square of Residuals</i>
SIG	Sistema de Informação Geográfica
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
SUMP	Sustainable Urban Mobility Plan
UAB	Universidade Autônoma de Barcelona
ULS	<i>Unweighted Least Squares</i>
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
USP	Universidade de São Paulo
VRC	<i>Variance Ratio Criterion</i>
WGSS	<i>Within the Group Sum of Squares</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	17
1.2 OBJETIVOS	18
1.3 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA	18
1.4 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA	19
2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	24
2.1 ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO	24
2.2 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	25
3 INICIATIVAS DE MOBILIDADE SUSTENTÁVEL EM IES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA E BIBLIOMÉTRICA DA LITERATURA	30
3.1 PROCESSO PARA A REVISÃO SISTEMÁTICA E BIBLIOMÉTRICA	30
3.2 PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO	33
3.3 RESULTADOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA E BIBLIOMÉTRICA	34
3.3.1 Análise descritiva	34
3.3.2 Qual é o comportamento do tema gestão da mobilidade nas IES ao longo dos anos?	36
3.3.3 Quais são os tópicos mais frequentes e relevantes relacionados à gestão da mobilidade em IES na literatura?	39
3.3.4 Qual é o comportamento dos estudos conforme com os países?	43
3.3.5 Quais metodologias e abordagens são adotadas para a gestão da mobilidade nas IES?	45
3.3.6 Os padrões de viagem e os problemas de mobilidade nas IESs são semelhantes? ..	48
3.3.7 Como as IESs podem contribuir para a mobilidade sustentável?	50
3.3.8 Considerações sobre a revisão sistemática e bibliométrica	52
4 PROPOSTA DE PLANO ESTRATÉGICO PARA A GESTÃO DA MOBILIDADE SUSTENTÁVEL EM IES	54
4.1 OBJETIVOS E DIRETRIZES	54
4.2 PARTES INTERESSADAS	56
4.3 ESTRUTURA DO PROCESSO DE GESTÃO	57
4.3.1 Etapa 1: Diagnóstico	58
4.3.2 Etapa 2: Formulação de Ações	64
4.3.3 Etapa 3: Implementação	69
4.3.4 Etapa 4: Monitoramento	71
5 CONCEPÇÃO DOS MÉTODOS ESTATÍSTICOS DE APOIO À TOMADA DE DECISÃO: ANÁLISES MULTIVARIADAS E ESPACIAL	72

5.1 ANÁLISE FATORIAL EXPLORATÓRIA.....	72
5.2 ANÁLISE DE AGRUPAMENTO	76
6 PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO PARA A GESTÃO DA MOBILIDADE SUSTENTÁVEL: ESTUDO DE CASO DO CAMPUS SEDE DA UFSM.....	78
6.1 CENÁRIO DE ESTUDO	78
6.2 COLETA DE DADOS DO DIAGNÓSTICO	81
6.3 ANÁLISE DOS DADOS	83
6.3.1 Procedimentos de ajustes da AFE.....	83
6.3.2 Procedimentos da análise de agrupamento	85
6.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES DO DIAGNÓSTICO.....	86
6.4.1 Análise da infraestrutura de mobilidade na IES	86
6.4.2 Características gerais da mobilidade da comunidade acadêmica.....	90
6.4.3 Fatores que afetam o comportamento de viagens da IES.....	97
6.4.4 Perfis de mobilidade da comunidade acadêmica da IES	99
6.4.4.1 <i>Estudante dependente do transporte público</i>	101
6.4.4.2 <i>Estudante motorizado a curta distância.....</i>	102
6.4.4.3 <i>População acadêmica com renda individual elevada.....</i>	104
6.4.4.4 <i>Estudante orientado para mobilidade motorizada.....</i>	106
6.4.4.5 <i>Docentes e técnicos administrativo sem filhos.....</i>	107
6.4.4.6 <i>População acadêmica orientada para mobilidade ativa</i>	108
6.4.5 Considerações gerais sobre o diagnóstico	109
6.5 PROPOSTA DE AÇÕES	111
6.5.1 Ações estratégicas externas à IES	112
6.5.2 Ações estratégicas internas	113
6.5.3 Considerações gerais sobre a proposta de ações.....	114
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	115
REFERÊNCIAS	120
APÊNDICE A	129
APÊNDICE B.....	131
APÊNDICE C	132

1 INTRODUÇÃO

Os incentivos ao uso de veículos motorizados nas cidades, existentes em muitos países desde décadas passadas, provocaram externalidades negativas ao meio ambiente envolvendo poluição do ar e atmosférica, assim como prejuízos à saúde pública, economia e às desigualdades sociais. Diante desse cenário, os planejadores urbanos e pesquisadores da área têm buscado alternativas para reduzir a dependência do transporte motorizado individual, e assim também reduzir os impactos negativos gerados na mobilidade urbana – congestionamentos, disputas por estacionamento, aumento nos tempos de viagens e também prejuízos à segurança viária (ARSENIO; MARTENS; DI CIOMMO, 2016; BALSAS, 2003; FONTOURA; CHAVES; RIBEIRO, 2019; HICKMAN; HALL; BANISTER, 2013; MOZOS-BLANCO et al., 2018). A mudança do paradigma da mobilidade tornou a Gestão da Demanda de Mobilidade (GDM) um papel importante na disseminação de esforços para promover a sustentabilidade no âmbito do planejamento urbano. As iniciativas de mobilidade sustentável podem ser descritas em três grandes eixos: incentivo e melhorias no transporte público, a promoção da mobilidade ativa como caminhada e ciclismo e a soluções para incremento de veículos elétricos nas cidades (BID; MDR, 2020; HICKMAN; HALL; BANISTER, 2013; HOLDEN et al., 2020; KELARESTAGHI; ERMAGUN; HEASLIP, 2019; PANTER; DESOUSA; OGILVIE, 2013; POOLEY et al., 2013; WILSON et al., 2018; ZANNAT; ADNAN; DEWAN, 2020).

O conceito de mobilidade sustentável tem sido alvo de atenção a nível global, onde promover cidades e comunidades sustentáveis é o décimo primeiro desafio proposto pela agenda de Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)¹ criada pela Organização das Nações Unidas (ONU) (UNITED NATIONS GENERAL ASSEMBLY, 2015). Além disso, muitos países adotaram diretrizes nacionais que visam o planejamento da mobilidade urbana, incentivando as cidades a desenvolverem planos que fortaleçam a mobilidade sustentável (ARSENIO; MARTENS; DI CIOMMO, 2016; FONTOURA; CHAVES; RIBEIRO, 2019; HICKMAN; HALL; BANISTER, 2013).

A União Europeia concentrou esforços na implementação de diretrizes para o desenvolvimento da mobilidade sustentável no denominado *Sustainable Urban Mobility Plan*

¹Em 2015, a ONU propôs aos países signatários, a Agenda 2030 com 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS. Os esforços buscam assegurar os direitos humanos, erradicar a fome e pobreza, lutar pelas desigualdades e injustiças, alcançar a igualdade de gênero, agir contra as mudanças climáticas e outros desafios dos tempos atuais (UNITED NATIONS GENERAL ASSEMBLY, 2015).

(SUMP) (ARSENIO; MARTENS; DI CIOMMO, 2016; MOZOS-BLANCO et al., 2018). Países da união europeia tornaram obrigatório para os administradores locais a criação SUMP's baseados em leis nacionais, como por exemplo a Lei Espanhola 2/2011 para Economia Sustentável (MOZOS-BLANCO et al., 2018). Algo semelhante ocorreu no Brasil, com a criação da Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU)² (BRASIL, 2012), que se tornou um marco importante no processo de planejamento urbano e gerenciamento da mobilidade urbana no contexto das cidades brasileiras. A PNMU passou a ser contemplada nas agendas do setor público e privado e fortaleceu a criação de Planos de Mobilidade Urbana (PMU) como requisito obrigatório para todas cidades brasileiras com mais de 20 mil habitantes para receber recursos orçamentários federais destinados à mobilidade urbana.

O planejamento urbano desempenha um papel importante diante dos desafios no âmbito das cidades e pode ser utilizado como uma ferramenta de gestão pela administração pública para alcançar uma mobilidade urbana mais igualitária, acessível, segura e sustentável. No entanto, promover a mobilidade sustentável não é apenas de responsabilidade governamental, as organizações também enfrentam problemas gerados pela demanda de mobilidade diariamente e devem atuar para reduzir seus impactos e contribuir para a qualidade de vida nas cidades (GUZMAN; ARELLANA; ALVAREZ, 2020; PETZHOLD; SIQUEIRA, 2017).

Quando as atividades promovidas por determinadas organizações são capazes de promover uma quantidade significativa de deslocamentos no seu entorno, acabam por configurar-se como Polos Geradores de Viagens (PGVs). Se não planejados, os deslocamentos gerados pelos PGVs prejudicam o sistema viário, o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida na região em que se encontram. Por esse motivo, as cidades brasileiras exigem que esses empreendimentos desenvolvam relatórios de Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) como um instrumento regulatório do processo de licenciamento, e tais documentos devem contemplar o diagnóstico dos impactos das atividades no sistema viário e as respectivas formas de mitigação, controle e correção (GONÇALVES, 2012; SCHVARSBERG et al., 2016).

Portanto, as organizações e instituições públicas e privadas também são responsáveis pela busca de soluções de mobilidade em prol da sustentabilidade. O desenvolvimento de um Plano de Mobilidade Corporativa ou Planos de Viagem Personalizados são estratégias que as instituições podem introduzir para incentivar a mobilidade sustentável entre os funcionários. Além disso, há indícios de que, ao promover melhores condições de deslocamentos aos seus

² PNMU – Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012 que institui as diretrizes para o desenvolvimento urbano mais sustentável em prol da melhoria da acessibilidade e mobilidade das pessoas nas cidades (BRASIL, 2012).

funcionários, há um aumento na produtividade e na satisfação geral (ALVES et al., 2016; GONÇALVES, 2012; EMBARQUE BRASIL, 2015; MIRALLES-GUASCH; DOMENE, 2010; PETZHOLD; SIQUEIRA, 2017).

As Instituições de Ensino Superior (IES) também se caracterizam como PGVs (MIRALLES-GUASCH; DOMENE, 2010; ZHAN et al., 2016), gerando grandes impactos no seu entorno, o que as caracterizam como “macropolos”, assim como shopping centers, hospitais, e grandes hotéis. Os PGVs necessitam de estudos mais detalhados devido à complexidade de suas atividades, diferentemente de outros empreendimentos de pequeno porte como escolas, farmácias, bares, entre outros, que não precisam de um nível tão grande de detalhamento (GONÇALVES, 2012). Os problemas de mobilidade nas IES também se centralizam em aspectos relacionados ao uso excessivo do transporte motorizado individual e na falta de infraestrutura adequada para a promoção do ciclismo, da caminhada e do transporte público, gerando problemas de congestionamentos e disputas por estacionamento, acidentes viários e ruídos (AZZALI; SABOUR, 2018; LE PIRA et al., 2016; ROSA MESQUITA et al., 2020).

No entanto, as IES apresentam comportamentos de viagens diferentes de outras organizações, pois além dos deslocamentos ao trabalho, possuem deslocamentos gerados devido às rotinas de aulas e outras atividades curriculares dos estudantes. Os comportamentos também podem variar de acordo com as características da população da comunidade acadêmica, apresentando também uma diversidade cultural e social (ALVES et al., 2016; BALSAS, 2003; ZHAN et al., 2016). A localização, o porte e a distribuição espacial das atividades da IESs exercem influência na gestão da mobilidade. A proximidade com áreas centrais ou rurais, a concentração das atividades ou não – dada pela localização geográfica dos diferentes centros de ensino – e a diversidade e quantidade de cursos ofertados, podem inferir nos problemas de mobilidade urbana (RAMAKRESHNAN et al., 2020; SWEET; FERGUSON, 2019; ZANNAT; ADNAN; DEWAN, 2020). Por isso, é importante considerar as IESs como casos particulares de PGVs, para garantir uma gestão adequada às necessidades da comunidade acadêmica, assim como considerar os padrões específicos de comportamentos de mobilidade de cada IES.

Estudos na literatura reportam ações em IESs para a melhoria das condições de mobilidade embasados na remodelação dos padrões de transporte para opções mais sustentáveis há mais de uma década (AKAR; FISCHER; NAMGUNG, 2013; BALSAS, 2003; CHANEY; BERNARD, WILSON, 2013; DELMELLE; DELMELLE, 2012; MIRALLES-GUASCH; DOMENE, 2010; ZHOU, 2014). A maioria dos estudos envolvem, por um lado, metodologias para identificar ações necessárias para incentivar a mobilidade sustentável (ASSI et al., 2020;

CHOWDHURY; CEDER; SCHWALGER, 2015; KUTELA; TENG, 2019; MANAUGH; BOISJOLY; EL-GENEIDY SCHUBERT, 2017; RAMAKRESHNAN et al., 2020); e por outro, enfoque em planos de ação para solucionar problemas específicos como implementação de rotas cicloviárias, sistemas de compartilhamento e gestão de estacionamentos (ESCOBAR; MONTOYA; MONCADA, 2019; LE PIRA et al., 2016; ROSA MESQUITA et al., 2020).

No entanto, ainda há poucos esforços a um nível mais estratégico da gestão da mobilidade, e as iniciativas conhecidas são a nível internacional, e em países desenvolvidos. Um exemplo é o programa de pesquisa *StudentMoveTOO*, uma parceria colaborativa entre IESs e organizações governamentais do Canadá para diagnosticar e experienciar os desafios de mobilidade dos estudantes universitários (NASH; MITRA, 2019). O *Green campus* é uma iniciativa conduzidas em IESs europeias e asiáticas para cumprimento de indicadores envolvendo questões ambientais e possuem indicadores para reduzir o uso de veículos motorizados (ARES-PERNAS et al., 2020; PEREZ-LOPEZ; ORRO; NOVALES, 2021).

As IESs, como uma parcela da sociedade, têm um papel importante na disseminação de práticas sustentáveis, inclusive relacionadas à mobilidade urbana. As IESs exercem influência na comunidade onde estão inseridas e, por isso, é importante servir como modelo daquilo que ensinam. Portanto, é preciso que, ao gerenciar os problemas gerados pela demanda de mobilidade, as IESs consigam remodelar os padrões de transporte para práticas de mobilidade sustentável em detrimento do veículo motorizado individual. Esses esforços possibilitam a mudança no comportamento da mobilidade urbana, pois uma vez que os estudantes fazem ou farão parte de uma empresa, organização, grupo e/ou comunidade podem incluir gradativamente práticas sustentáveis experienciadas nas IESs. De forma igual, o incentivo a mobilidade sustentável melhora as experiências de transporte e contribuem para a qualidade de vida da comunidade acadêmica e das comunidades do entorno, promovendo bem-estar, estímulo à exercícios físicos e melhoria de desempenho nas atividades. No entanto, as IESs têm o desafio de conseguirem provocar as mudanças de forma construtiva e contínua dentro da gestão de processos da mobilidade sustentável.

1.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

A mobilidade afeta o cotidiano da comunidade acadêmica de variadas formas, portanto, os desafios gerados pelo uso excessivo do automóvel na mobilidade urbana – congestionamentos, disputa por vagas de estacionamentos e acidentes de trânsito – precisam ser considerados pelos planejadores das IESs ao tomarem decisões relativas à gestão da

mobilidade. As IESs precisam ser amigáveis às formas de mobilidade ativa e coletiva, compreendo quais são os desafios de transporte enfrentados e os esforços necessários para remodelar os padrões de transporte para opções sustentáveis e melhorar as experiências de deslocamento da comunidade acadêmica.

Os questionamentos levantados levam à seguinte questão global de pesquisa: como as IES podem contribuir para uma mudança construtiva da mobilidade urbana e tornarem-se referência no âmbito da gestão de processos da mobilidade sustentável?

1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral é fornecer subsídios aos planejadores de projetos de processos que estimulem a mobilidade sustentável em Instituições de Ensino Superior (IESs). Os objetivos específicos são:

- a) Caracterizar o estado da arte em relação às práticas de mobilidade sustentável que as IESs têm considerado para reformular os padrões de transporte;
- b) Propor um plano para guiar os projetos de processos de gestão da mobilidade sustentável nas IESs;
- c) Propor um procedimento de análise de dados da mobilidade como instrumento de apoio à tomada de decisão;
- d) Aplicar o plano de ações estratégicas e o procedimento de análise propostos em um estudo de caso da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

1.3 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA

São delimitações do trabalho:

- a) A pesquisa aplica-se à gestão de iniciativas de mobilidade sustentável em IESs, não incorporando o caso de instituições de ensino médio ou básico e outros polos geradores de viagens, embora não restrinja a aplicação a um único cenário;
- b) A abordagem utilizada nas propostas de gestão é baseada no conceito de mobilidade sustentável que prevê a promoção da mobilidade ativa e do transporte público em detrimento dos veículos motorizados individuais;
- c) O gerenciamento da mobilidade prioriza o espaço disponível e não contemplam a ampliação de áreas e infraestruturas para a circulação de pessoas e veículos;
- d) A mobilidade é tratada em termos gerais, não aprofundando por exemplo o estudo de cumprimento de normativas de acessibilidade universal;

- e) O plano estratégico de gestão proposto é aplicado ao estudo de caso para diagnosticar e propor iniciativas de mobilidade sustentável, servindo de suporte para a posterior implementação, acompanhamento e controle das ações.

1.4 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

A presente pesquisa tem relação com a forma que as IESs podem solucionar os problemas gerados pela circulação e deslocamentos da população acadêmica a partir do incentivo à mobilidade sustentável. O primeiro passo é conseguir delimitar quais as características que influenciam nos padrões de transporte e nas demandas de mobilidade das IESs, bem como os obstáculos na adoção da mobilidade ativa e sustentável (caminhada, ciclismo e transporte público e alternativos) nos deslocamentos universitários. Existem múltiplos fatores que afetam os comportamentos de viagens, envolvendo as características socioeconômicas, comportamentais, estilos de vida da população, localização espacial, particularidades da IES, disponibilidade de serviços, infraestrutura do entorno, entre outros aspectos. Como forma de justificar a relevância deste trabalho, o presente Capítulo concentra-se na apresentação dos principais aspectos que influenciam nas escolhas de viagem de acordo com a literatura e que, portanto, revelam os desafios que as IESs enfrentam no processo de remodelar os padrões de transporte para a mobilidade sustentável.

Em relação às características sociodemográficas, a literatura reporta diferenças de gênero nos comportamentos e escolhas de viagem, estendendo-se também para os casos de deslocamentos universitários. Há indícios de que os homens são mais propensos a utilizar o carro, enquanto que as estudantes mulheres, por sua vez, utilizam mais o transporte público (AKAR; FISCHER; NAMGUNG, 2013; DELMELLE; DELMELLE, 2012; HAMAD; HTUN; OBAID, 2021; SORIA-LARA; MARQUET; MIRALLES-GUASCH, 2017). Embora as mulheres compreendam mais sobre a importância da sustentabilidade, os homens são mais propensos a aderirem o ciclismo como modo de transporte (AKAR; FISCHER; NAMGUNG, 2013; HAMAD; HTUN; OBAID, 2021).

Outros relatos demonstram que adultos com crianças no domicílio têm maiores chances de utilizar o automóvel para os deslocamentos diários. Em contrapartida, os jovens adultos são mais dispostos a mudarem os seus hábitos de transporte para alternativas de mobilidade ativa (BALSAS, 2003; DELMELLE; DELMELLE, 2012; GURRUTXAGA et al., 2017; MIRALLES-GUASCH; DOMENE, 2010; NASH; MITRA, 2019; SORIA-LARA; MARQUET; MIRALLES-GUASCH, 2017). O estudo de Nash e Mitra (2019) realizado em IESs canadenses identificou que estudantes de meia idade eram mais propensos a deslocar-se

de automóvel, enquanto que a caminhada e o ciclismo prevaleceram entre os estudantes jovens. Um comportamento semelhante também foi observado em um estudo brasileiro de Stein e Rodrigues da Silva (2018), onde independentemente do nível de estudo (graduação, pós-graduação), os estudantes foram mais propensos a mudar suas escolhas de transporte para alternativas de mobilidade ativa. Esses resultados demonstram que as IESs são locais favoráveis ao estímulo de práticas sustentáveis como alternativa para reduzir a dependência do transporte motorizado. O ambiente universitário favorece a remodelação de comportamentos, pois promove constantemente a construção do conhecimento, que poderá impactar diretamente nos hábitos das próximas gerações da sociedade (BALSAS, 2003).

É interessante acrescentar que as viagens que envolvem o deslocamento até a IES se diferem dos deslocamentos realizados por outros PGVs, já que dependem de outras variáveis, como horário das atividades do currículo estudantil, perfil da população mais jovem, entre outras diversidades sociais e culturais (BALSAS, 2003; GURRUTXAGA et al., 2017; LIMANOND; BUTSINGKORN; CHERMKHUNTHOD, 2011). A faixa etária representada nesses deslocamentos corresponde majoritariamente a jovens de 18 a 30 anos. Essa característica afeta as escolhas de mobilidade, onde o transporte público torna-se uma alternativa sustentável essencial para desenvolver deslocamentos de longas distâncias, uma vez que nem todos os jovens terão acesso a um veículo motorizado para uso próprio, ou até mesmo habilitação para dirigir (GURRUTXAGA et al., 2017; MIRALLES-GUASCH; DOMENE, 2010).

No entanto, nem sempre o transporte público é incentivado ou suficiente para atender as demandas da população e os deslocamentos podem se concentrar no transporte motorizado individual, especialmente por automóveis (HAMAD; HTUN; OBAID, 2021; LIMANOND; BUTSINGKORN; CHERMKHUNTHOD, 2011; STEIN; RODRIGUES DA SILVA, 2018). Na maioria dos países desenvolvidos, os sistemas de transporte público desempenham melhor suas funções na mobilidade, mas as cidades de países em desenvolvimento – como é o caso das cidades latino-americanas – enfrentam desafios maiores desde a implementação até a operação. Em termos gerais, os custos tarifários associados à baixa qualidade do serviço e tempos de viagens prolongados são os principais fatores de insatisfação com o transporte público (NASH; MITRA, 2019; STEIN; RODRIGUES DA SILVA, 2018). Tais aspectos podem atuar como barreiras ao transporte público, e limitar o uso apenas aos estudantes que possuem restrições de acesso a outros modos de transporte (HAMAD, HTUN; OBAID, 2021; STEIN; RODRIGUES, 2018).

Desse modo, a renda familiar, propriedade veicular e habilitação para dirigir são, em sua maioria das vezes, aspectos determinantes no processo de escolha de transporte e na adoção de modos de transporte alternativos ao automóvel (SORIA-LARA; MARQUET; MIRALLES-GUASCH, 2017; WHALEN; PÁEZ; CARRASCO, 2013). Esses comportamentos se estendem ao caso de deslocamentos associados às IESs: Nash e Mitra (2019) relatam que estudantes com propriedade de veículo e habilitação para dirigir estavam associados a baixa aderência de deslocamentos ativos, porém, aqueles que possuíam uma bicicleta foram associados a um perfil de mobilidade mais ativa e multimodal³.

No contexto da mobilidade ativa, condições climáticas desfavoráveis (muito frio ou muito calor) são vistas como uma barreira importante à adoção da caminhada e o ciclismo como modos de transporte nos deslocamentos (HAMAD, HTUN; IBAID, 2021; STEIN; RODRIGUES DA SILVA, 2018). Outra questão é que o fluxo alto de veículos motorizados no entorno desencoraja a caminhada e o ciclismo, pois gera uma sensação de insegurança viária, conforme relatado no estudo de Delmelle e Delmelle (2012).

A configuração geográfica do entorno da IES, a disponibilidade de serviços essenciais e as infraestruturas de transporte também influenciam na demanda de viagens e consequentemente nos problemas de mobilidade (KUTELA; TENG, 2019; LE PIRA et al., 2016; MIRALLES-GUASCH; DOMENE, 2010; NASH; MITRA, 2019; SORIA-LARA; MARQUET; MIRALLES-GUASCH, 2017; WHALEN; PÁEZ; CARRASCO, 2013; ZHAN et al., 2016). Para Kutela e Teng (2019), o tamanho do campus determinará a demanda de viagens diárias, além disso, os autores inferem que as IESs privadas estadunidenses tiveram um número maior de viagens por bicicletas do que as IESs públicas.

A distribuição espacial das atividades e a localização da IES podem afetar os padrões e a frequência dos deslocamentos para as atividades em geral. Um estudo chinês estabeleceu uma relação entre a frequência de viagens e a disponibilidade de serviços essenciais e atividades sociais dentro do campus, afirmando que as IESs chinesas têm uma frequência menor de deslocamentos fora do campus quando comparadas as estadunidenses ou tailandesas (ZHAN et al., 2016). Isso ocorre, pois, as IESs que possuem no entorno moradias e alojamentos estudantis, espaços esportivos, comércios e atividades de lazer, acabam por satisfazer as demandas rotineiras dos estudantes, diminuindo a necessidade frequente de deslocamentos externos.

A conectividade das IESs aos serviços básicos e atividades sociais também pode ser descrita, indiretamente, pela localização em âmbito urbano, rural ou metropolitano. O estudo

³ A multimodalidade refere-se à utilização de mais de um modo de transporte para otimizar o deslocamento realizado entre a origem e o destino da viagem.

de Soria-Lara et al. (2017), realizado no campus metropolitano da Universidade Autônoma de Barcelona (UAB) na Espanha, indica que há uma forte dependência do automóvel para os deslocamentos universitários. Isso ocorre, pois, a IES é fortemente afetada pela dinâmica metropolitana em que há uma disponibilidade abrangente de infraestruturas para o transporte motorizado que conectam o campus com as cidades ou vilas próximas (BALSAS, 2003; SORIA-LARA; MARQUET; MIRALLES-GUASCH, 2017).

Os resultados corroboram a teoria de que a distância de viagens é um preditor do comportamento nas escolhas de modos de transporte. À medida que as distâncias aumentam, há uma maior probabilidade de veículos motorizados (WHALEN; PÁEZ; CARRASCO, 2013; ZHAN et al., 2016). Para Zhan et al. (2016) distâncias de até 1 km se tornam atrativas para a caminhada, e distâncias de até 4km para o ciclismo. Para Whalen et al (2013) distâncias que geram tempos de viagens maiores de 10 minutos são mais atrativas para o ciclismo. De acordo com normativas brasileiras para a inserção urbana de habitações sociais, considera-se caminhável uma distância de 1 a 1,5km (10 a 15 minutos), já a distância até pontos de embarque e desembarque de passageiros é recomendado uma distância de até 500 metros, enquanto que a distância para bicicleta é dita até 5km (BRASIL, 2017).

O estudo realizado na Universidade de Idaho, situada em uma pequena cidade dos Estados Unidos, os autores reportam que as lojas, moradias e demais atividades estão a uma curta distância da IES. Devido à proximidade com o centro urbano, ciclovias e calçadas são comuns ao longo do percurso; essas características favorecem o deslocamento ativo, sendo que os resultados da pesquisa mostram que 40% dos deslocamentos são a pé, seguido do carro e da bicicleta (DELMELLE; DELMELLE, 2012). Um outro estudo, este realizado no Canadá, avaliou os comportamentos de viagens de sete campi universitários, sendo três localizados em comunidades suburbanas e quatro em região urbana. Os resultados mostram uma diferença na disponibilidade de infraestruturas, enquanto os campi urbanos possuem rotas de ciclismo e mais variedades de transporte público (trens, metrô, ônibus), o acesso dos campi suburbanos é mais limitado (NASH; MITRA, 2019).

No entanto, somente a proximidade das IES com as regiões centrais não garante que a demanda de mobilidade seja orientada para a mobilidade ativa. Em um estudo realizado no Campus da Universidade de São Paulo (USP) na cidade de São Carlos, a proximidade ao centro urbano (cerca de 1,5km) e a boa acessibilidade pelos principais modos de transportes (a pé, bicicleta, transporte público, automóvel), não foi suficiente para garantir um equilíbrio na mobilidade, e há uma problemática com relação aos crescentes aumentos de uma demanda por áreas de estacionamento (STEIN; RODRIGUES DA SILVA, 2018).

Diferentemente da IES do estudo de Delmelle e Delmelle (2012), a Universidade do Ídalo, se localiza próxima ao centro urbano de Moscou na Rússia, e apresenta ciclovias no percurso. Assim, pode-se aferir que por mais que as características espaciais – fundamentadas pela distância menor entre os serviços essenciais e a IES – favoreçam a mobilidade ativa, é importante disponibilizar uma infraestrutura adequada, assim como promover mudanças comportamentais de acordo com os critérios de sustentabilidade. Tais associações podem ser comparadas com o estudo realizado na Universidade McMaster, em Hamilton, no Canadá, onde foi observado que a maior densidade de redes viárias promoveu mais deslocamentos motorizados, assim como uma maior disponibilidade de calçadas diminuiu a utilização de modos de transportes motorizados (WHALEN; PÁEZ; CARRASCO, 2013).

Deste modo, percebe-se que as IES possuem múltiplas características que afetam o comportamento e as preferências de mobilidade da população envolvida. A identificação dos principais problemas gerados pelas demandas de mobilidade é complexa e pode ser exclusiva para cada campus. Primeiramente, é preciso compreender como as IES estão lidando com os problemas gerados pelas demandas de mobilidade nos deslocamentos universitários. Planejar e tomar ações para resolver problemas de mobilidade – por exemplo no fornecimento de vagas de estacionamentos, revitalização de calçadas e até mesmo na implementação de ciclovias – já foram pautas no contexto de planejamento das IES, ou em algum momento, se tornarão. Mas diante dos contextos sociais, econômicos e ambientais levantados, é importante que as IESs tomem as decisões sobre mobilidade a partir de uma reflexão sobre a promoção da mobilidade sustentável. Portanto, a apresentação de instrumentos que deem suporte à gestão da demanda de mobilidade nas IES pode contribuir para a identificação das iniciativas que podem melhorar as experiências de mobilidade da população acadêmica sob a ótica da mobilidade sustentável.

Complementarmente, as IES parecem ser ambientes suscetíveis à implementação políticas relacionadas à mobilidade urbana, uma vez que são espaços que são espaços que promovem constantemente a troca de experiências e mudanças no paradigma social. Dessa forma, ao tomarem decisões baseadas em conceitos da mobilidade sustentável, as IES podem contribuir para a remodelação construtiva e positiva dos padrões de deslocamento da sociedade.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste Capítulo são apresentados os procedimentos metodológicos adotados pela pesquisa. O enquadramento metodológico (seção 2.1) refere-se à classificação da metodologia utilizada e o desenvolvimento da pesquisa (seção 2.2) apresenta o passo a passo realizado para alcançar os objetivos definidos pela pesquisa.

2.1 ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO

A presente pesquisa pode ser classificada como argumentativa, uma vez que o pesquisador tomará uma posição de questionador de ideias e hipóteses levantadas, procurando respondê-las através da realização de buscas bibliográficas e elaboração e análise de dados experimentais (GIL, 2020; MARCOLINI; LAKATOS, 2021)

A classificação da metodologia apresentada nesta pesquisa é baseada nos fundamentos de metodológicos baseado em quatro elementos classificatórios, sendo: quanto à natureza, abordagem, objetivos e método (MARCOLINI; LAKATOS, 2021; PRODANOV; DE FREITAS, 2013). No Quadro 1 é apresentado o alinhamento metodológico de acordo com as etapas de execução da pesquisa.

Quadro 1– Classificação metodológica da pesquisa

Etapas	Classificação metodológica			
	Natureza	Abordagem	Objetivos	Método
Introdução ao tema (<i>Capítulo 1</i>)	Aplicada	Qualitativa	Exploratória	Pesquisa bibliográfica
Revisão sistemática e bibliométrica (<i>Capítulo 3</i>)			Descritiva	Pesquisa experimental
Proposta de plano para gestão da mobilidade (<i>Capítulo 4</i>)		Quantitativa		
Proposta de análise de dados de mobilidade (<i>Capítulo 5</i>)			Qualitativa	Comparação dos resultados
Aplicação ao cenário de estudo (<i>Capítulo 6</i>)				
Considerações finais (<i>Capítulo 7</i>)				

Fonte: Elaborado pela autora.

Quanto à natureza, a pesquisa é classificada como aplicada, visto que busca gerar novos conhecimentos de forma imediata para a solução dos problemas elencados. A abordagem da pesquisa se diferencia de acordo com as etapas metodológicas desenvolvidas. Nos Capítulos 1, 3, 4 e 7 foram utilizadas investigações qualitativas baseadas em uma análise subjetiva através da revisão da literatura para descrição do fenômeno estudados e proposição de ideias. Já os Capítulos 6 e 7 tem uma abordagem quantitativa, pois foram empregados parâmetros numéricos e análises de dados como objeto de discussão.

Quanto aos objetivos propostos, os Capítulos 1 e 3 classificam-se como exploratórios pois têm como finalidade o aprofundamento sobre o assunto a fim de se construir hipóteses relacionadas ao problema. Os Capítulos 4 e 5 são descritivos visto que buscam estabelecer relação entre atributos e levantamento de informações para descrever determinada população. Enquanto que os Capítulos 4 e 5 são explicativos já que visam avaliar fatores que contribuem para a ocorrência de determinados fenômenos relacionados ao tema.

A classificação quanto ao método utilizado na pesquisa refere-se aos procedimentos funcionários e teóricos adotados em cada uma das etapas para realiza-la. Desse modo, os Capítulos 1 e 3, por meio de uma pesquisa bibliográfica, exploraram o assunto de forma sistemática com base em trabalhos publicados na literatura. Os Capítulos 4 e 5 classificam-se como pesquisa experimental uma vez que buscaram compreender o objeto de estudo, a partir de propostas de pesquisa que contemplam variáveis e formas de observação do fenômeno. Já no Capítulo 6, configura-se como um estudo de campo, pois trata da aplicação dos fenômenos e hipóteses levantadas a um estudo de caso. Finalmente, o Capítulo 7 compara os resultados obtidos nas etapas anteriores como forma concluir as discussões sobre o assunto.

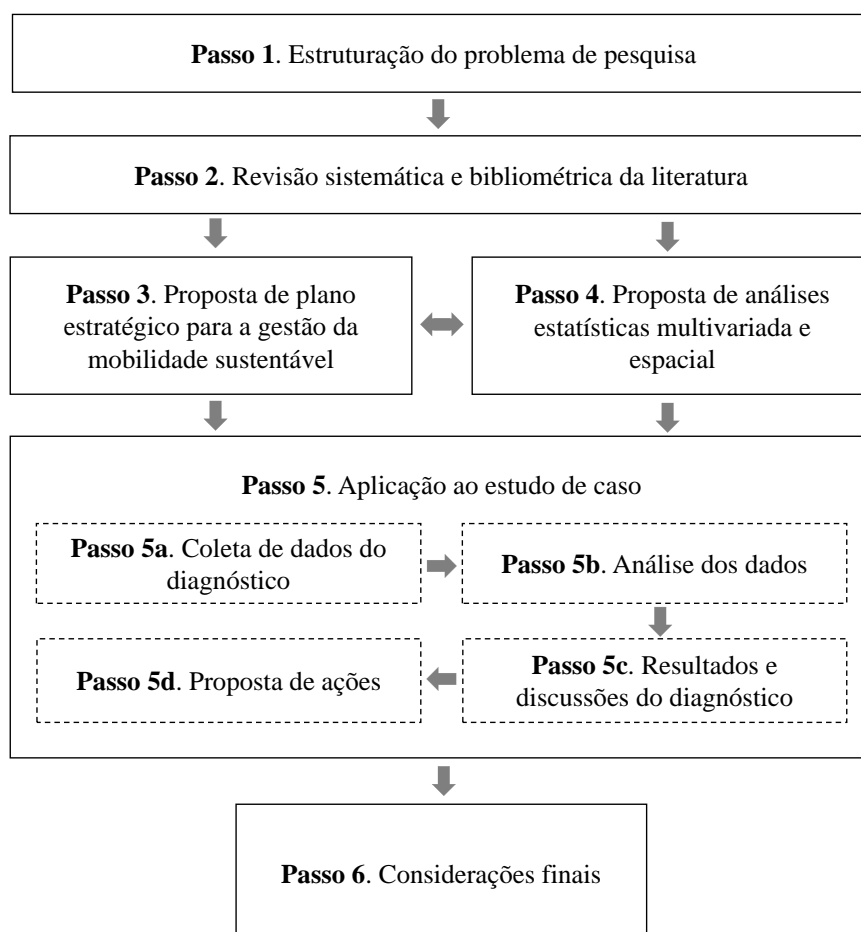
2.2 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

A presente pesquisa foi desenvolvida em seis passos, conforme definições apresentadas na Figura 1. O Passo 1 refere-se à estruturação do problema e consistiu na busca bibliográfica de artigos científicos relacionados à problemática de pesquisa que envolve a gestão de iniciativas voltadas à mobilidade sustentável em IES. Como resultados do Passo 1, constituiu-se a Introdução desta pesquisa.

No Passo 2, foi realizada uma revisão sistemática e análise bibliométrica da literatura para estabelecer o estado da arte do tema considerando três eixos de pesquisa: gestão, mobilidade e universidade. O método do Processo de Desenvolvimento do Conhecimento-Constructivista, do inglês Knowledge Development Process– Constructivist (Proknow–C)

realiza a busca sistemática da literatura por meio de critérios previamente estabelecidos para seleção do portfólio bibliográfico e aplicação de análise bibliométrica de artigos com relevância científica e adequação ao tema de pesquisa (DE CARVALHO et al., 2020). Foram definidas seis questões norteadoras para a revisão sistemática como forma de compreender como as IESs estão lidando com os desafios de mobilidade. O Capítulo mapeia a produção acadêmica conforme o comportamento do tema ao longo dos anos, conforme países, as principais abordagens metodológicas, os principais problemas e soluções de mobilidade adotadas pelas IESs, e também como que as IESs podem contribuir para a remodelação dos padrões de viagens associado a práticas de mobilidade sustentável dentro do processo de gestão dos problemas de mobilidade.

Figura 1 - Passos da pesquisa



Fonte: Elaborado pela Autora.

Assim o Passo 2 subsidiou a elaboração dos passos seguintes, relativos à consolidação de plano estratégico para a gestão da mobilidade em IESs (Passo 3) e a proposição de um

método estatístico de análise de dados de mobilidade para estruturar a tomada de decisões (Passo 4).

O planejamento para a gestão de processos de mobilidade sustentável em IESs proposto no Passo 3 consiste em um guia estratégico para os planejadores das IESs tomarem as decisões de mobilidade baseadas no fortalecimento da mobilidade sustentável. A proposta contemplou a delimitação dos princípios, objetivos e o mapeamento das partes interessadas do processo, bem como incluiu uma estrutura de gestão composta por quatro etapas: diagnóstico, formulação de ações, implementação e monitoramento. A etapa de diagnóstico compreende a apresentação de um instrumento para coleta de dados baseado em um questionário para caracterizar três elementos da mobilidade: comportamento de viagem, infraestrutura e qualidade dos serviços de transporte. Na etapa de formulação de ações foi proposto um catálogo das ações estratégicas obtidos com base na literatura. As ações foram diferenciadas entre contexto de aplicação regulatório, estruturante e comportamental. As ações baseiam-se em conceitos de mobilidade sustentável para mitigar os problemas de mobilidade gerados pelos deslocamentos da população acadêmica das IESs. A etapa de implementação das ações contempla o mapeamento dos aspectos importantes e envolvem a descrição dos atores do processo, recursos necessários e os prazos de execução. Finalmente, para a etapa de monitoramento das ações apresenta os procedimentos para acompanhar as ações implementadas e direcionar os próximos passos da gestão.

A revisão sistemática e bibliométrica da literatura (Passo 2) também descreve o conjunto de abordagens metodológicas aplicadas aos estudos de mobilidade em IESs. Baseando-se nessas discussões, o Passo 4 apresenta uma proposta de análise dos dados de mobilidade fundamentada na literatura e desenvolvida para analisar os dados de coleta da etapa de diagnóstico descrita na estrutura de gestão do Passo 3. A proposta contempla um método híbrido que agrega dois métodos multivariados – a análise fatorial exploratória (AFE) e análise de agrupamentos – combinados com análises espaciais para a representação da distribuição dos fenômenos descritos pelos atributos de mobilidade no espaço.

As análises estatísticas multivariadas de dados são apropriadas aos estudos que preveem a coleta de uma quantidade significativa de dados – como é o caso desta pesquisa – pois têm a capacidade de avaliar simultaneamente um conjunto de atributos e explicar um determinado fenômeno com base na relação entre eles. Dentro desse contexto, a análise fatorial exploratória (AFE) é um método estatístico que permite encontrar uma estrutura de inter-relações das variáveis do estudo ao determinar os fatores (variáveis latentes) que explicam o fenômeno. A análise de agrupamentos também permite encontrar padrões existentes de relações

dentro do conjunto de dados, mas, nesse caso, consiste em agrupar sujeitos com base na similaridade entre as variáveis observadas (HAIR JR et al., 2009). Assim, a AFE é proposta como forma de indicar as variáveis determinantes do comportamento de mobilidade da comunidade acadêmica, e posteriormente, a análise de agrupamento é aplicável para determinar os perfis de mobilidade (*clusters*) do cenário de estudo.

As técnicas de análise de dados espaciais permitem a visualização dos fenômenos e auxiliam na descrição dos padrões existentes nos dados. No âmbito de análises da mobilidade urbana, os recursos geoespaciais são comumente utilizados para a análise do comportamento de atributos e sua relação com o espaço, onde são inseridas características populacionais e do ambiente viário (DAI; JAWORSKI, 2016). Portanto, a partir do uso de ferramentas de Sistema de Informação Geográfica (SIG), o método proposto permite estudar a posição espacial dos modos de transporte conforme as origens (local de moradia) e destino (IES) da comunidade acadêmica, e, em conjunto com os perfis de mobilidade gerados, possibilita uma discussão dos principais problemas enfrentados pela IES para alcançar padrões de mobilidade sustentável.

Assim, com todos os elementos definidos, no Passo 5 aplicou-se o plano estratégico proposto em conjunto com o método de análise de dados para tomada de decisões, como forma de identificar os problemas de mobilidade das IESs e as ações que podem ser tomadas para incentivar a mobilidade sustentável em um estudo de caso aplicado na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Para tanto, foram exploradas as etapas de diagnóstico e formulação de ações da estrutura de gestão proposta, uma vez que as demais etapas – implementação e monitoramento das ações – requerem um tempo de execução maior e envolvimento de gestores da IES e, portanto, não se encaixam no escopo da pesquisa, contudo, a aplicação das etapas propostas subsidia o seguimento do plano. A etapa de diagnóstico prevê a coleta de dados a partir do questionário, então no Passo 5a são realizados os cálculos amostrais e estratificação da amostra da população acadêmica e descritos os procedimentos para a aplicação do questionário na IES. No Passo 5b são descritos os procedimentos de ajustes do método de análise proposto (Passo 4). A consolidação do diagnóstico é alcançada no Passo 5c com as discussões dos resultados de análise, e então, no Passo 5d são definidas as ações que podem ser aplicadas para resolver os problemas de mobilidade no estudo de caso, baseando-se no catálogo disposto pela estrutura de gestão na etapa de formulação das ações.

Finalmente, nas considerações finais da pesquisa (Passo 6) são retomados os objetivos iniciais e os resultados obtidos. São destacadas as principais discussões acerca dos resultados obtidos nas etapas aplicadas da estrutura de gestão e são apresentados os subsídios para a continuidade da aplicação do plano, como também são apresentadas considerações acerca da

aplicabilidade do plano estratégico e método proposto, ou seja, através da experiência de aplicação ao estudo de caso foi realizado um levantamento observacional das principais vantagens, limitações e abrangência. As discussões dão suporte para proposições de estudos futuros e próximos passos a serem desenvolvidos para aperfeiçoar o planejamento estratégico da gestão da mobilidade em IESs voltada para a mobilidade sustentável.

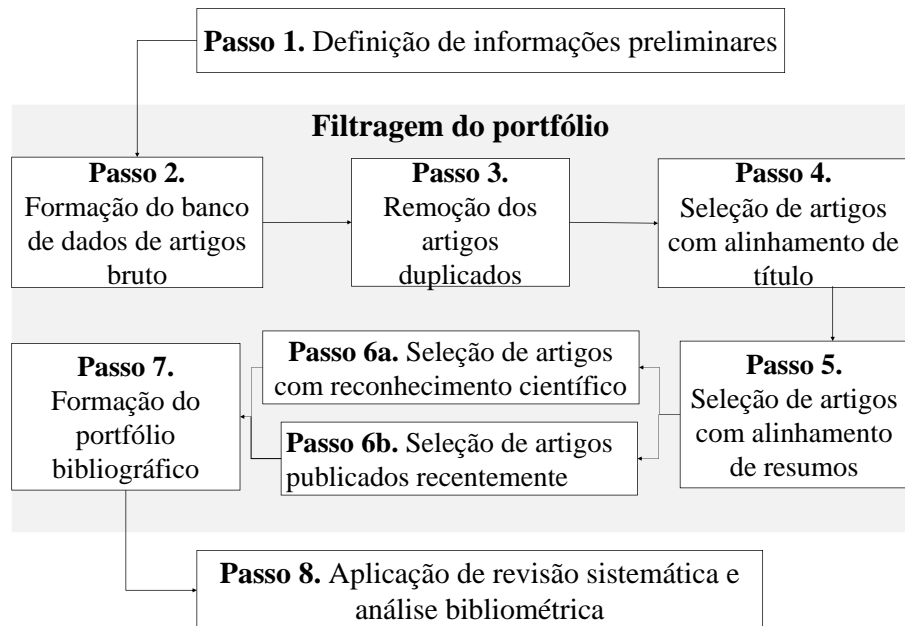
3 INICIATIVAS DE MOBILIDADE SUSTENTÁVEL EM IES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA E BIBLIOMÉTRICA DA LITERATURA

O levantamento de artigos científicos é um passo importante na compreensão de um respectivo tema, e auxilia na busca de respostas para problemas, além de formar um banco de referências que embasam a metodologia e os resultados do estudo. Este capítulo apresenta os resultados dos procedimentos metodológicos adotados para a revisão sistemática e bibliométrica da literatura baseada na ferramenta Proknow – C, como forma de compreender o estado da arte da temática de gestão da mobilidade sustentável em IESs. A seção 3.1 contempla os procedimentos adotados para seleção do portfólio bibliográfico, a definição dos eixos temáticos e palavras-chave, bem como das questões norteadoras do processo de revisão da literatura. A seção 3.2 apresenta o portfólio bibliográfico final. Os resultados da revisão sistemática e bibliométrica da literatura estão na seção 3.3 e diferenciados entre análise descritiva do banco de dados, análise bibliométrica e sistemática de acordo com as questões norteadoras definidas e considerações finais da revisão.

3.1 PROCESSO PARA A REVISÃO SISTEMÁTICA E BIBLIOMÉTRICA

O método utilizado para a revisão sistemática e bibliométrica é baseado na ferramenta Proknow–C que apoia a busca sistemática da literatura por meio de critérios previamente estabelecidos para seleção do portfólio bibliográfico e aplicação de análise bibliométrica de artigos com relevância científica e adequação ao tema de pesquisa (DE CARVALHO et al., 2020). Os passos da ferramenta orientam o pesquisador na definição das questões norteadoras da pesquisa e dos objetivos relacionados ao tema de estudo. Os passos foram resumidos na Figura 2.

Figura 2 – Fluxograma do processo de seleção do portfólio bibliográfico



Fonte: Elaborado pela autora.

No Passo 1 foram definidas as informações preliminares como tema de pesquisa, período de busca, palavras-chave, tipo de publicação, áreas temáticas e bases de dados científicas para extração de artigos. A presente pesquisa baseia-se no tema “planejamento da demanda de mobilidade nas instituições de ensino superior”. A plataforma Scopus foi explorada como base de dados científica e o período de busca foi estabelecido como os últimos 10 anos (2011-2021) – horizonte de pesquisa comumente utilizado em pesquisas bibliográficas e sistemáticas. Foram considerados apenas artigos científicos escritos em inglês, portanto, teses, dissertações, livros ou artigos de congressos não foram inclusos. Para garantir a aderência ao tema de pesquisa, foi delimitado no processo de busca as áreas temáticas *Engineering*, *Social Sciences*, *Environmental Science* e *Decision Science*.

As palavras-chave foram definidas de acordo com o eixo temático e considerando palavras semelhantes, conforme mostrado na Figura 3. O caractere (*) foi utilizado nas palavras-chave para incluir palavras com grafias diferentes, mas significados semelhantes ao eixo de busca, por exemplo: “*plan**” para incluir *plan* e *planning* e “*transport**” para *transportation*. A aderência às palavras-chave foi confirmada pela leitura prévia de artigos científicos relacionados ao tema da pesquisa.

Figura 3 – Eixos temáticos e palavras-chave utilizados na revisão sistemática

Planejamento	Mobilidade	Universidade
Plan* Strategic Plan	Transport* Mobility	University College

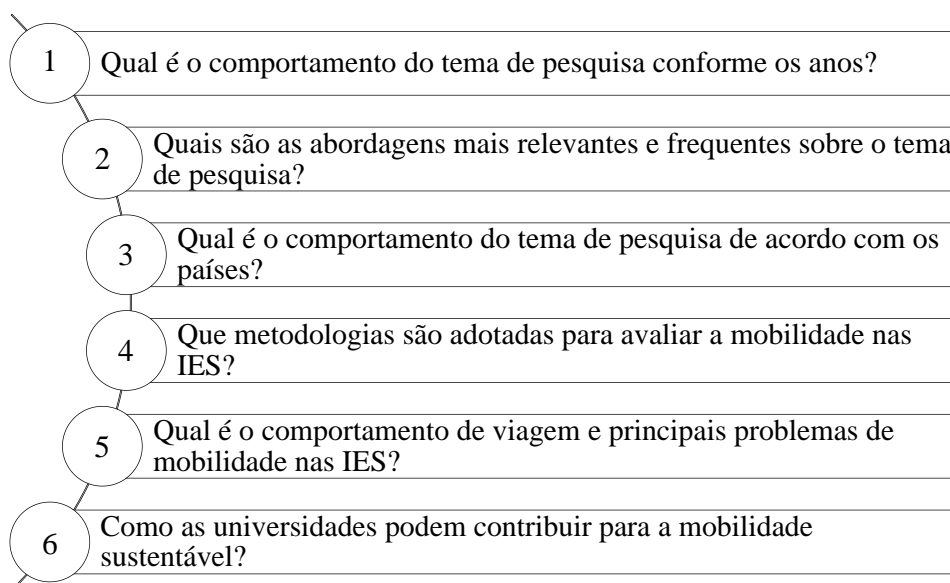
Fonte: Elaborado pela autora.

Os passos seguintes consistem na filtragem do Portfólio da base bruta de artigos, que foi extraída de acordo com as definições preliminares (Passo 2). No Passo 3, os artigos duplicados são removidos e, em seguida, os títulos dos artigos restantes são lidos para selecionar artigos alinhados ao tema de pesquisa (Passo 4). No Passo 5, são lidos os resumos dos artigos com alinhamento de títulos para fazer uma seleção de apenas artigos alinhados aos objetivos definidos.

O Passo 6 é realizado simultaneamente em duas etapas. Na Passo 6a, os artigos são selecionados pelo reconhecimento científico com base nas citações do *Google Scholar*. Os artigos foram ordenados conforme o número de citações decrescente (do maior para o menor) e selecionados pelo princípio de Pareto – 80% dos efeitos surgem de apenas 20% das causas. Esta etapa não contempla novos artigos relevantes na área, pois o reconhecimento científico ainda é pequeno entre os artigos, por terem sido publicados recentemente. Portanto, no Passo 6b, os artigos do Passo 5 que foram publicados nos últimos três anos da busca e descartados no Passo 6a, passaram por uma leitura completa, e a partir disso, foram selecionados os artigos alinhados com o tema da pesquisa e publicados recentemente. Combinando os artigos filtrados no Passo 6a e 6b, o portfólio bibliográfico final (Passo 7) é formado. O último passo constitui-se na aplicação do processo de revisão sistemática e análise bibliométrica (Passo 8).

A etapa de revisão sistemática consiste na leitura completa dos artigos do portfólio bibliográfico final, como forma de realizar pesquisas científicas para avaliar as abordagens adotadas e identificar as semelhanças e diferenças nos resultados obtidos pelos estudos. Para responder aos objetivos propostos pela aplicação da revisão sistemática e subsidiar a análise, foram definidas seis questões norteadoras na revisão sistemática, apresentadas na Figura 4.

Figura 4 – Questões norteadoras para a revisão sistemática baseada no Proknow – C



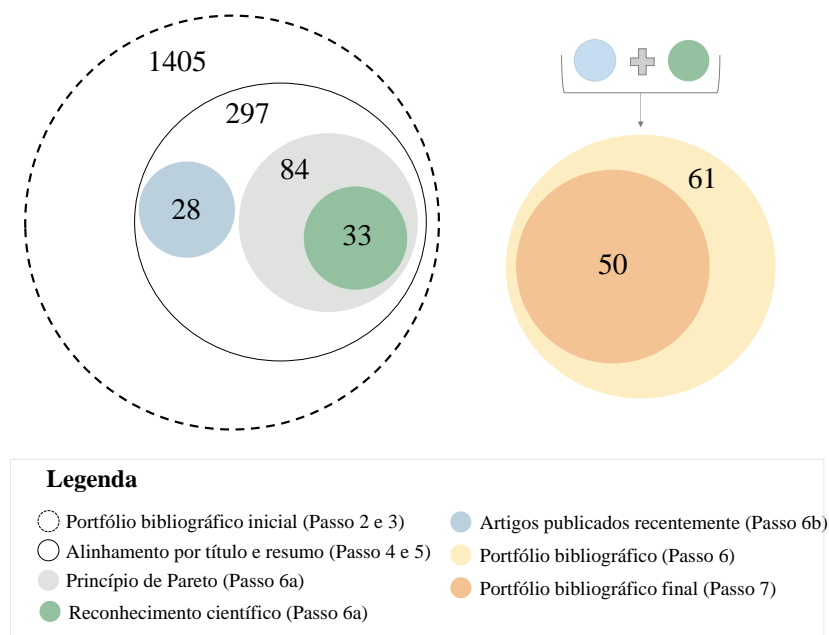
Fonte: Elaborado pela autora.

Para subsidiar as discussões da revisão, foi realizada uma análise bibliométrica. Esta etapa consiste em realizar uma meta-análise para analisar ano de publicações, palavras-chave temas e autores frequentes e mais relevantes, periódicos publicados e países de origem da pesquisa (ARIA; CUCCURULLO, 2017; DE CARVALHO et al., 2020). O *Bibliometrix*, pacote de programação estatística desenvolvido em R, foi utilizado para as análises bibliométricas do portfólio bibliográfico a fim de identificar tendências de pesquisa, exploração estatística e visual da produção científica.

3.2 PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO

O processo de extração dos artigos científicos em cada passo de seleção bibliográfica é apresentado na Figura 5 no formato de diagrama de Venn. O portfólio bibliográfico bruto extraído da base de dados com definições preliminares e a eliminação de artigos duplicados, continha 1405 artigos científicos. Após a etapa de alinhamento de acordo com o título e resumo, foram selecionados um total de 297 artigos. Do total de 4.477 citações, 80,40% correspondem a 84 artigos e representam 28,3% do total de artigos de citação, sendo que cada artigo possui 16 ou mais citações individualmente (regra de Pareto). Após a leitura minuciosa desses artigos, foram selecionados 33 artigos com aderência ao tema de pesquisa e reconhecimento científico.

Figura 5 – Diagrama de Venn dos artigos selecionados com suporte do Proknow-C



Fonte: Elaborado pela autora.

Posteriormente, os artigos descartados na etapa anterior – aqueles publicados nos últimos três anos e reprovados no exame de reconhecimento científico – foram reavaliados por meio de leitura completa. Nesta etapa, foram selecionados 28 artigos publicados recentemente com aderência ao tema de pesquisa. A filtragem pela leitura completa dos artigos obtidos no reconhecimento científico e publicação recente formaram o portfólio bibliográfico final, com um total de 50 artigos.

3.3 RESULTADOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA E BIBLIOMÉTRICA

Esta seção apresenta os resultados da análise sistemática e bibliométrica realizada no Portfólio Bibliográfico final. Primeiramente, apresenta-se uma análise descritiva (Subseção 3.3.1). As subseções seguintes apresentam a revisão sistemática diferenciada conforme as seis questões norteadoras definidas anteriormente.

3.3.1 Análise descritiva

A Tabela 1 apresenta um resumo das principais informações do Portfólio Bibliográfico final. Foram selecionados 50 artigos científicos distribuídos em 29 periódicos científicos. As

médias de citações por artigo são 14 publicações por artigo, sendo duas e meia por ano. Sobre as informações dos autores, são ao total 172 autores, sendo apenas um artigo com um único autor e os demais artigos com múltiplos autores.

Tabela 1 – Análise descritiva

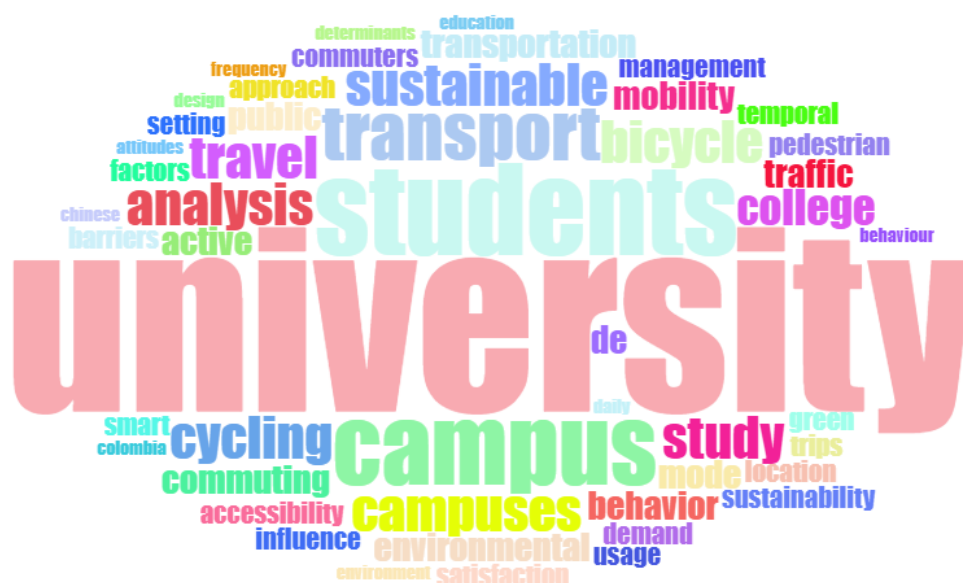
Descrição	Resultados
Número de fontes (<i>Sources – Journals</i>)	29
Número de artigos (<i>Documents</i>)	50
Média de citações por artigo (<i>Average citations per article</i>)	14.12
Média de citações por artigo (<i>Average citations per year per doc</i>)	2.66
Palavras-chave do autor (<i>Author's Keywords</i>)	204
Número de autores (<i>Authors</i>)	172
Autores com um único artigo (<i>Authors of Single-authored</i>)	1
Autores com múltiplos artigos (<i>Authors of multi-authored documents</i>)	171
Autores por artigo (<i>Authors per Article</i>)	3.44
Co-autores por artigo (<i>Co-Authors per Article</i>)	3.76
Índice de Colaboração (Collaboration Index: Total Authors of Multi-Authored Articles per Total Multi-authored Articles)	3.49

Fonte: Elaborado pela autora, extraído de *Bibliometrix R Package*.

As 10 revistas mais frequentes representam 63% do portfólio final. A revista com maior número de publicações é *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, representando 14% dos artigos, classificada como Q1 com base no Factor de Impacto para a categoria. A segunda revista mais frequente é *Case Studies on Transport Policy* com 10% das publicações e pertence a classe Q3, e a terceira é *Sustainability* (8%) classificada como Q2 (CLARIVATE, 2020). Em geral, a maioria dos artigos foi publicado em periódicos de alta qualidade, o que enfatiza a relevância do tema.

A Figura 6 apresenta as palavras de título mais comuns no portfólio bibliográfico. Quanto maior o tamanho da fonte, maior a frequência da palavra nos títulos dos artigos.

Figura 6 – Nuvem de palavras de título



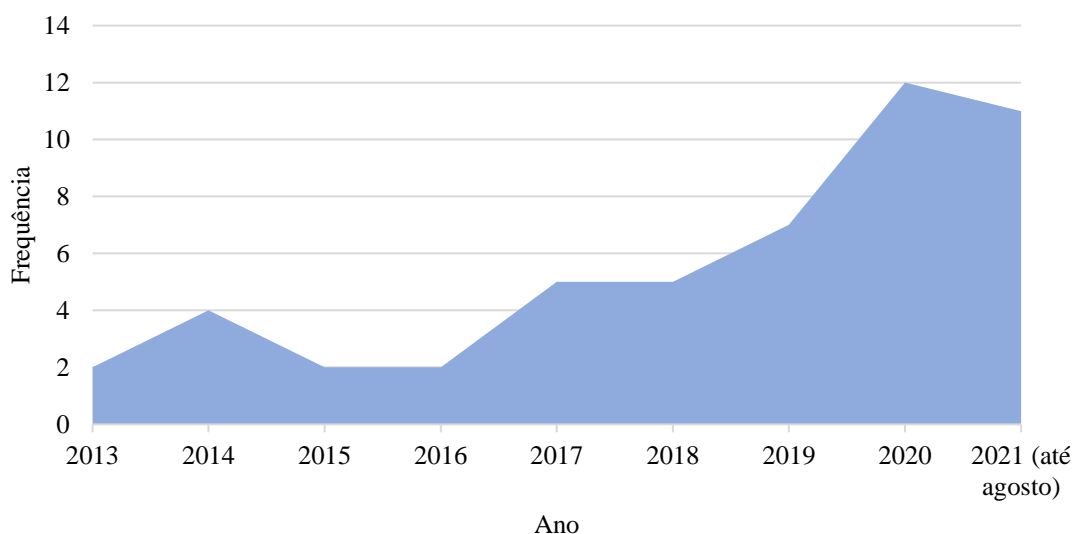
Fonte: Extraído de *Bibliometrix R Package*.

A palavra mais comum é “*university*”, visto que este é o universo desta pesquisa, por isso também é possível encontrar palavras derivadas como “*campus*”, “*campuses*” e “*college*”. A palavra “*students*” é a segunda mais frequente, o que demonstra que os universitários são a população habitual de estudo nas pesquisas. Palavras como “*transport*”, “*sustainable*”, “*bicycle*”, “*cycling*”, “*travel*”, “*pedestrian*” e “*analysis*” indicam a frequência de estudos relacionados à análise dos padrões de viagens e a promoção da mobilidade ativa, especialmente a bicicleta, sendo estas, iniciativas que se relacionam com a mobilidade sustentável.

3.3.2 Qual é o comportamento do tema gestão da mobilidade nas IES ao longo dos anos?

A resposta à Questão Orientadora nº 1 oferece uma perspectiva sobre a evolução do tema ao longo dos anos e possíveis mudanças de foco a serem feitas. A Figura 7 indica o Número de artigos de acordo com o ano de publicação.

Figura 7 – Número de artigos de acordo com o ano de publicação



Fonte: Elaborado pela autora.

Embora o estudo do comportamento de mobilidade nas IESs não seja recente, conforme apresentado na Introdução desta pesquisa, o enfoque sob a ótica do planejamento da mobilidade ainda é recente, pois mesmo o horizonte de pesquisa iniciado em 2011, o portfólio final não incorporou publicações anteriores ao ano de 2013. Além disso, de 2019 para 2020 o número de publicações duplicou. Para 2021, as publicações não se referem ao ano completo, podendo, portanto, ainda ter aumentado consideravelmente. Esses resultados mostram que a busca por planejamento de soluções de problemas de mobilidade nas IESs é um tema de pesquisa recentemente explorado na literatura, confirmando uma tendência de pesquisa atual e relevante.

Os temas analisados nos artigos variam de acordo com os anos de publicação. Segundo a distribuição temporal dos artigos, as primeiras abordagens de pesquisa se concentraram na avaliação comportamental de estudantes universitários em relação a escolhas de transporte (CHANEY; BERNARD; WILSON et al., 2013; HANCOCK; NUTTMAN, 2014; HU; SCHNEIDER, 2015; RISSEL; MULLEY; DING, 2013; WHALEN; PÁEZ; CARRASCO, 2013; ZHOU, 2014). Esta abordagem contribuiu para a compreensão do comportamento de viagem e preferências de mobilidade nas IESs, como uma possível investigação de formas de melhorar a qualidade dos deslocamentos universitários.

Entre 2015 e 2017, os artigos focam em alternativas de planejamento para reduzir os problemas de mobilidade nas IESs, principalmente devido ao uso excessivo do veículo motorizado individual. Chowdhury et al. (2015) avaliaram a percepção de custo e tempo na adoção do transporte público. Le Pira et al. (2016) sugeriram uma ferramenta para tomada de

decisão na gestão de políticas de estacionamento. Em Soria Lara et al. (2017) os autores determinaram quais fatores estavam associados às escolhas de carro nos deslocamentos universitários. No mesmo ano, Alshuwaikhat et al. (2017) e Choi et al. (2017) exploraram o uso de estratégias de sustentabilidade ambiental adotadas pelas IES.

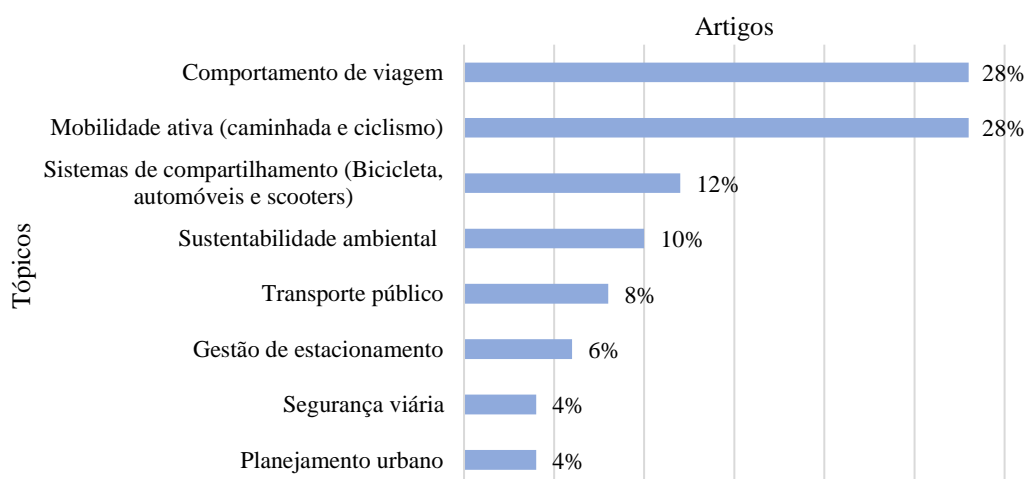
A partir de 2017, foram encontrados os primeiros artigos com foco em fatores que influenciam a adoção da mobilidade ativa, principalmente relacionados ao ciclismo (KELARESTAGHI; ERMAGUN; HEASLIP, 2019; MANAUGH, BOISJOLY, EL-GENEIDY, 2017; NAHAL; MITRA, 2018; WILSON *et al.*, 2018). Nos anos seguintes, foram publicados artigos sobre comportamento de escolha e frequência de deslocamento universitário, relacionados a bicicletas (CHEN et al., 2021; KUTELA; TENG, 2019), patinetes (ECCARIUS; LU, 2020; MATHEW; LI; BULLOCK, 2019), e serviços de compartilhamento de carros (TARABAY; ABOU-ZEID, 2020; ZHANG; LI, 2020). Também se verificaram artigos que subsidiaram a construção de diretrizes para o planejamento de redes cicloviárias (KALIN; YURTCAN; KURDOGLU, 2019; ROSA MESQUITA *et al.*, 2020).

O estudo de elementos urbanos e viários que podem influenciar na intenção de caminhar, conhecido como caminhabilidade, foi encontrado em artigos mais recentes dos estudos em deslocamentos universitários, nos trabalhos de Rahman et al. (2021) e Ramakreshnan et al. (2020). No geral, parcela dos artigos mais recentes do portfólio bibliográfico analisaram práticas para uma mobilidade sustentável: identificação de barreiras do ambiente viário à mobilidade ativa (BAIG et al., 2021; CASTILLO-PAREDES et al., 2021) e fatores associados ao comportamento de escolhas pelo transporte público (NAYUM; NORDFJÆRN, 2021; ZANNAT; ADNAN; DEWAN, 2020). Outros artigos recentes, voltaram a explorar os comportamentos de viagens, contudo, incorporando métodos de análise mais robustos. Assi et al. (2020) identificaram a influência das características socioeconômicas no perfil de deslocamento utilizando redes neurais artificiais; Shafi et al. (2020) exploraram as diferenças no comportamento de estudantes universitários nativos e estrangeiros através do conjunto de análise fatorial e regressão logística multinomial; e Tuveri et al. (2020) examinaram o comportamento diário de viagem relatado em smartphones de motoristas que receberam um roteiro de viagem personalizado.

3.3.3 Quais são os tópicos mais frequentes e relevantes relacionados à gestão da mobilidade em IES na literatura?

Foi possível dividir os artigos do portfólio bibliográfico entre 8 tópicos de pesquisa, permitindo a caracterização dos tópicos mais frequentes. A distribuição dos artigos de acordo com os temas é apresentada na Figura 8. Os temas mais frequentes no portfólio bibliográfico referem-se a pesquisas sobre Comportamento de Viagem (28%) e Mobilidade Ativa (28%). As pesquisas relacionadas à Mobilidade Ativa podem ser diferenciadas de acordo com caminhada, ciclismo ou mobilidade ativa geral, com metade das pesquisas relacionadas apenas ao ciclismo, enquanto as pesquisas sobre caminhada são 14,5%.

Figura 8 – Frequência dos tópicos



Fonte: Elaborado pela autora.

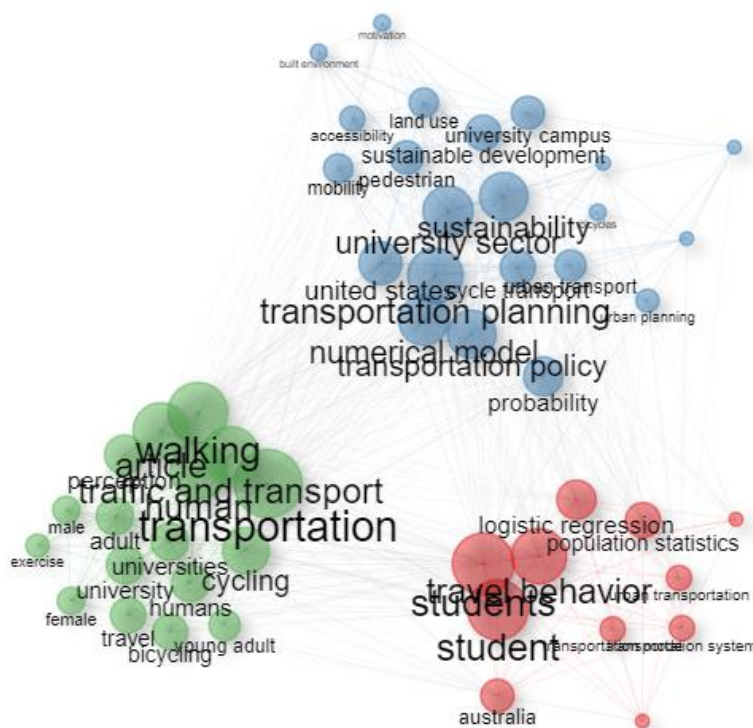
Em geral, pesquisas de Comportamento de viagem são realizadas para explicar os fatores associados aos padrões de viagem (NASH; MITRA, 2019; SORIA-LARA; MARQUET; MIRALLES-GUASCH, 2017; SHAFI; DELBOSC; ROSE, 2020), outros artigos avaliaram mudanças comportamentais com a implementação de planos de viagem personalizados (HANCOCK; NUTTMAN, 2014; TUVERI et al., 2020). A maioria das pesquisas em Mobilidade Ativa buscou identificar barreiras ou incentivos ao uso do ciclismo e a caminhada (BAIG et al., 2021; CASTILLO-PAREDES et al., 2021; KELARESTAGHI; ERMAGUN; HEASLIP, 2019; RAMAKRESHNAN et al., 2020). Outros artigos avaliaram a demanda potencial por mobilidade sustentável, especialmente considerando as condições climáticas (CAPRÌ et al., 2016; GUTIÉRREZ et al., 2021; NAHAL; MITRA, 2019).

É notável a representatividade de artigos relacionados ao tema Sistemas de Compartilhamento no portfólio bibliográfico como Eccarius e Lu (2020) e Chen et al. (2021) representando 12%, superior aos artigos com foco no tema transporte público (8%). Esse resultado demonstra a importância de potenciais alternativas de modos de transporte nas IES. Outro tema frequente é Sustentabilidade Ambiental, relacionado a pesquisas sobre indicadores ambientais e de mobilidade em IESs, com estudos europeus relatando práticas de campus verdes (CHOI et al., 2017; PEREZ-LOPEZ; ORRO; NOVALES, 2021). Os temas Transporte Público, Gestão de Estacionamentos, Segurança Viária e Planejamento Urbano foram menos frequentes, o que sugere que podem ser aprimorados por pesquisas futuras, pois ainda são pouco explorados em artigos sobre o planejamento da mobilidade em IES e também são temáticas importantes no contexto da gestão de processos para a mobilidade sustentável nas IESs.

A Figura 9 mostra a frequência de palavras-chave presentes nos artigos. Os agrupamentos destacam quais palavras melhor descrevem a pesquisa no portfólio bibliográfico, usando um algoritmo de otimização por *Bibliometrix R Package*. A proximidade entre as palavras-chave indica o grau de relação, o tamanho das fontes e dos círculos indicam a frequência das palavras e, por fim, as cores são utilizadas para classificar as palavras-chave nos agrupamentos. Três tópicos principais são visíveis de acordo com os grupos de palavras-chave azul, vermelho e verde.

O Cluster vermelho destaca palavras como *students, travel behavior, population statistics e logistic regression*. Portanto, este cluster está relacionado a artigos sobre o tema Comportamento de Viagem e aponta estudantes universitários como foco principal de pesquisa. O Cluster vermelho também destaca algumas das principais técnicas utilizadas nestes levantamentos, como os modelos de regressão logística e estatística descritivas da população. O Cluster verde destaca palavras como *transportation, traffic, transport, walking, cycling, perception, human, travel e universities*. Portanto, este cluster está relacionado ao tema Mobilidade Ativa e indica as diferentes abordagens adotadas, com artigos com foco no ciclismo e outros na mobilidade a pé. As palavras “*perception*” e “*human*” indicam a principal fonte de dados empregada na análise, obtida a partir da opinião dos usuários. Finalmente, o Cluster azul destaca palavras como *sustainability, transportation planning, transportation policy, numerical model, probability e sustainable development*. Este conjunto de palavras agrupam-se em planejamento e políticas com propósitos sustentáveis, geralmente modelados por técnicas numéricas e estatísticas.

Figura 9 – Clusters de palavras-chave



Fonte: Extraído de *Bibliometrix R Package*.

A relevância das abordagens pode ser medida pela relevância científica dos artigos, de acordo com a taxa de citação. A Tabela 2 mostra os dez artigos mais relevantes no portfólio bibliográfico final.

Tabela 2 – Top 10 artigos mais citados

Artigos	Tópico relacionado	País	TC normalizado
1º Eccarius e Lu (2020)	Sistemas de Compartilhamento	China	4,9
2º Mathew et al. (2019)	Sistemas de Compartilhamento	China	3,3
3º Tarabay e Abou-Zeid (2020)	Sistemas de Compartilhamento	Líbano	2,5
4º Chowdhury et al. (2015)	Transporte Público	N. Zelândia	1,5
5º Manaugh et al. (2017)	Mobilidade Ativa	Canadá	1,5
6º Rissel et al. (2013)	Mobilidade Ativa	Austrália	1,4
7º Wey e Hsu (2014)	Planejamento Urbano	China	1,4
8º Le Pira et al. (2016)	Gestão de Estacionamento	Itália	1,4
9º Soria-Lara et al. (2017)	Comportamento de Viagem	Espanha	1,4
10º Kutela e Teng (2019)	Sistemas de Compartilhamento	EUA	1,3

Fonte: Extraído de *Bibliometrix R Package*.

A ordenação dos artigos apresentados na Tabela 2 é de acordo com o total número de citações (TC) normalizado de acordo com o número total de citações de publicações anuais e o

ano de publicação. É possível observar que os temas Sistemas de Compartilhamento, Mobilidade Ativa, Transporte Público, Planejamento Urbano, Gestão de Estacionamento e Comportamento de Viagem são os temas mais relevantes do portfólio bibliográfico final. Os temas Segurança Viária e Sustentabilidade Ambiental não estão entre os mais citados. O país dos artigos mostra que a China e os países desenvolvidos foram os mais frequentes.

O tópico Sistemas de Compartilhamento se destaca com os 3 artigos mais citados, também entre as publicações mais recentes do portfólio: Eccarius e Lu (2020) e Mathew et al. (2019) estudaram o compartilhamento de patinetes elétricos; enquanto Tarabay e Abou-Zeid (2020) avaliaram os serviços de ridesourcing. Além disso, o trabalho de Kutela e Teng (2019), localizado na décima posição, analisou os fatores associados às viagens de compartilhamento de bicicletas. Os artigos posicionados na quarta, quinta e sexta posições corroboram a relevância dos temas sobre mobilidade sustentável nos deslocamentos universitários. Chowdhury et al. (2015) analisaram a percepção de tempo e custo do transporte público na integração da rede, portanto, é um tema de estudo do Transporte Público. Manaugh et al. (2017) analisaram a frequência de ciclismo e barreiras e Rissel et al. (2013) investigaram os níveis de atividade física e o comportamento de viagem, portanto estão relacionados ao tema Transporte Ativo.

Nas últimas quatro posições apareceram diversos temas: Planejamento Urbano, Gestão de Estacionamento, Comportamento de Viagem e Sistemas de Compartilhamento. Wey e Hsu (2014) exploraram a importância dos princípios de planejamento urbano, Le Pira et al. (2016) propuseram uma metodologia de gestão de estacionamento baseada no consenso entre as partes interessadas e Soria Lara et al. (2017) estudaram fatores que afetam o comportamento de viagem de carro.

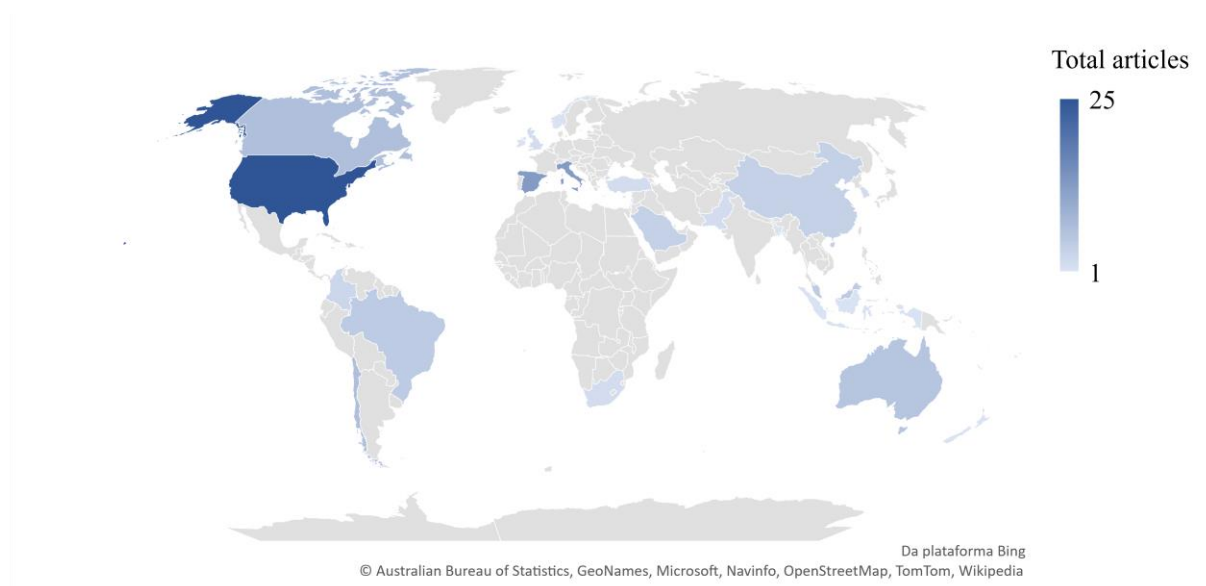
A comparação da posição dos tópicos na análise de frequência e relevância pode indicar possíveis lacunas na literatura. Em primeiro lugar, embora o tópico Comportamento de Viagem seja um dos tópicos mais frequentes no portfólio, em termos de relevância científica, tem menor importância. O tópico Mobilidade Ativa é muito relevante, mas o tópico Sistema de Compartilhamento ainda é mais citado na literatura. Além disso, o tema Planejamento Urbano é pouco frequente, mas possui alto engajamento na literatura. Ao considerar os países que acumulam as citações, os países menos desenvolvidos não são classificados na melhor posição.

3.3.4 Qual é o comportamento dos estudos conforme com os países?

A contribuição científica de acordo com os países pode ser vista na Figura 10. A afiliação foi obtida de acordo com o país do primeiro autor. Foram encontrados artigos em 21 países diferentes. Os Estados Unidos (EUA) é o país que concentra o maior número de artigos no portfólio bibliográfico (22%), seguido de Itália e Espanha com 12%, e Chile e Canadá com 6% das publicações. Na avaliação por regiões, a América do Norte concentra 29% dos artigos, Europa 27%, Ásia 16%, América do Sul 13%, Oriente Médio 7%, Oceania 6% e África com 2% dos artigos.

As estratégias de gestão da mobilidade adotadas são diferentes e isso provavelmente ocorre porque os países adotam políticas de incentivo em diferentes proporções à mobilidade alternativa ao automóvel. Com base nesses levantamentos, pode-se observar certa relação entre a região geográfica do estudo e a abordagem adotada para solucionar os problemas de mobilidade, que também tem relação com os padrões locais de deslocamento da população.

Figura 10 – Contribuição científica conforme países



Fonte: Extraído de *Bibliometrix* e Plataforma Bing.

Conforme discutido na questão norteadora anterior, a promoção da mobilidade sustentável, acessível e segura nos deslocamentos universitários é um tema de pesquisa em alta, mas diferentes estratégias podem ser identificadas de acordo com os padrões habituais de transporte da região do estudo. No continente americano, muitos artigos identificaram formas de promover a Mobilidade Ativa, particularmente associado ao ciclismo. No entanto, enquanto

artigos norte-americanos exploraram o comportamento dos serviços de compartilhamento de bicicletas e patinetes elétricos em deslocamentos universitários (KUTELA; TENG, 2019; MATHEW; LI; BULLOCK, 2019), artigos sul-americanos relataram abordagens mais tradicionais, como a implementação de medidas para mobilidade considerando as condições de acessibilidade e propondo diretrizes para implantação de ciclovias (ESCOBAR; MONTOYA; MONCADA, 2019; ROSA MESQUITA et al., 2020).

Em geral, conforme reportam os artigos, as cidades da América enfrentam problemas diários devido ao uso excessivo de veículos automotores, que são transferidos para o contexto de IESs. A maioria dos estudos avaliou o ciclismo como alternativa de mobilidade ativa, para alcançar destinos mais longos do que caminhada permite e, portanto, reduzir o uso excessivo do automóvel em muitas situações. Por outro lado, poucos artigos visavam melhorar as condições de transporte público para deslocamentos universitários na América. Artigos sobre transporte público em países americanos assumem que esse serviço não pode competir com o carro ao avaliar atributos como tempo, custo e qualidade (HU; SCHNEIDER, 2015; SCHUBERT; HENNING; LOPES, 2020).

Em contraste, a Europa tem uma maior concentração de artigos no tema Transporte Público, especialmente para melhorar a qualidade dos serviços de transporte público (INTURRI et al., 2021; NAYUM; NORDFJÆRN, 2021; ZANNAT; ADNAN; DEWAN, 2020). Os países europeus têm uma tendência maior em usar o transporte público nos deslocamentos universitários em comparação com os países americanos. Na Europa, políticas locais costumam ter mais subsídios ao uso do transporte público. Por outro lado, artigos sobre o tema Mobilidade Ativa com uso de tecnologia por meio de aplicativos móveis também foram frequentes (DI DIO et al., 2018; SOTTILE et al., 2021). Outro conjunto de artigos europeus atua no tema Sustentabilidade Ambiental, com foco em avaliar a sustentabilidade por meio de indicadores e planos de gestão de mobilidade para IESs, como forma de alcançar “*Green Campus*”⁴ que pode ser traduzido como IESs ambientalmente amigáveis (ARES-PERNAS et al., 2020; PEREZ-LOPEZ; ORRO; NOVALES, 2021).

Na Ásia, há artigos sobre o tema Sustentabilidade Ambiental que avaliaram mobilidade sustentável com base em indicadores socioambientais (ALSHUWAIKHAT et al., 2017; SUNDRAM et al., 2021). No entanto, o que se destaca nos países asiáticos é o uso de tecnologias de mobilidade para deslocamento, ou seja, estudos sobre o tema Sistemas de

⁴ *Green Campus* é uma iniciativa de desenvolvimento sustentável adotadas pelas universidades, especialmente europeias e asiáticas, através de programas de apoio a conservação de recursos naturais, otimização energética, gerenciamento de resíduos e iniciativas educacionais para as mudanças climáticas e sustentabilidade.

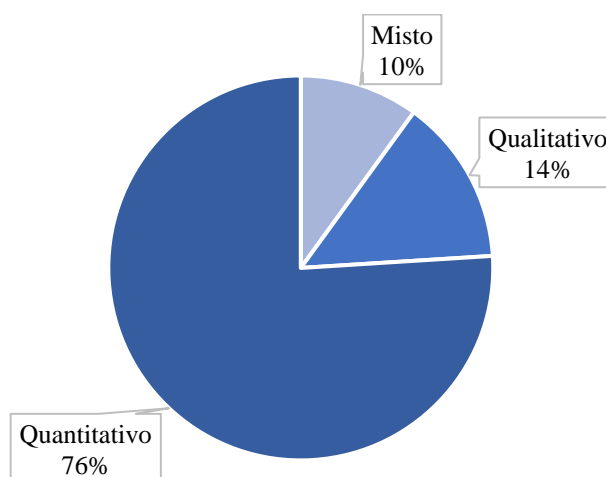
Compartilhamento. Muitos dos artigos exploraram o comportamento e a frequência de passageiros universitários que usam serviços de compartilhamento de bicicleta, *scooters*, carro ou promovam a carona (CHEN et al., 2021; ECCARIUS; LU, 2020; TARABAY; ABOU-ZEID, 2020; ZHANG; LI, 2020). O uso da tecnologia na mobilidade de passageiros se disseminou rapidamente, tornando-se uma tendência mundial difundida pelas *startups*, por isso é interessante identificar as consequências dos serviços de mobilidade e micromobilidade⁵ nessas cidades.

Por fim, na Oceania e África do Sul foram encontrados poucos artigos e estes estão relacionados ao tópico de Comportamento de Viagem. Hancock e Nuttman (2014) e Shafi et al. (2020) são de origem oceânica e o artigo de Mokwena e Zuidgeest (2020) é da África do Sul.

3.3.5 Quais metodologias e abordagens são adotadas para a gestão da mobilidade nas IES?

Para responder à quarta Questão Orientadora nº 4, foi dada atenção às metodologias de coleta de dados e às técnicas de processamento e análise dos dados que fundamentam os problemas de pesquisa. A Figura 11 apresenta a divisão dos artigos de acordo com o tipo de coleta de dados da pesquisa adotado. A maioria dos artigos adotou pesquisas quantitativas (74%), seguido de qualitativa (16%) e misto (10%).

Figura 11 – Divisão da coleta de dados da pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora.

⁵ Micromobilidade é a categoria de veículos leves que servem para deslocar-se a curtas distâncias, *startups* recentemente começaram a lançar alternativas complementares de mobilidade como patinetes elétricos (*e-scooters*), skates, bicicletas e motos elétricas.

As pesquisas qualitativas envolveram a proposição de diretrizes, planos e métodos para tomada de decisão em mobilidade baseados em estudos observacionais, entrevistas abertas e grupos focais. Como exemplos, o uso de dinâmicas de grupo focal foi utilizado por Le Pira et al. (2016) como proposta para tomada de decisões acerca de medidas para gestão de estacionamento, Kalin et al. (2019) e Rosta Mesquita et al. (2020) concentraram seus esforços para a apresentação de procedimentos e diretrizes para a implementação de rotas cicloviárias em estudos de caso. Enquanto que as pesquisas mistas utilizaram recursos qualitativos mencionados, em conjunto com entrevistas semi-estruturadas e estruturadas e coletas de dados no ambiente viário representados através de estatísticas gráficas e análises espaciais. Wilson et al., 2018 explorou quais as práticas que as IESs podem tomar para aumentar a participação da comunidade acadêmica no uso do ciclismo através de entrevistas semiestruturadas. Azzali e Sabour (2018) apresentou resultados observacionais com auditorias do ambiente viário e entrevistas estruturadas para fundamentar propostas para incentivar a mobilidade sustentável.

As pesquisas quantitativas, na maioria dos artigos, foram baseadas em um instrumento de coleta de informações sobre mobilidade baseado em questionários estruturados (ou seja, ASSI et al., 2020; KELARESTAGHI; ERMAGUN; HEASLIP, 2019; NAHAL; MITRA, 2018; SORIA-LARA; MARQUET; MIRALLES-GUASCH, 2017). Embora os artigos sejam diferentes de acordo com os tipos de tópicos (ver Fig. 10), a grande maioria deles foi aplicada em dados coletados da população acadêmica. As informações coletadas dependem dos objetivos da pesquisa, a maioria dos artigos aborda a caracterização da população de acordo com:

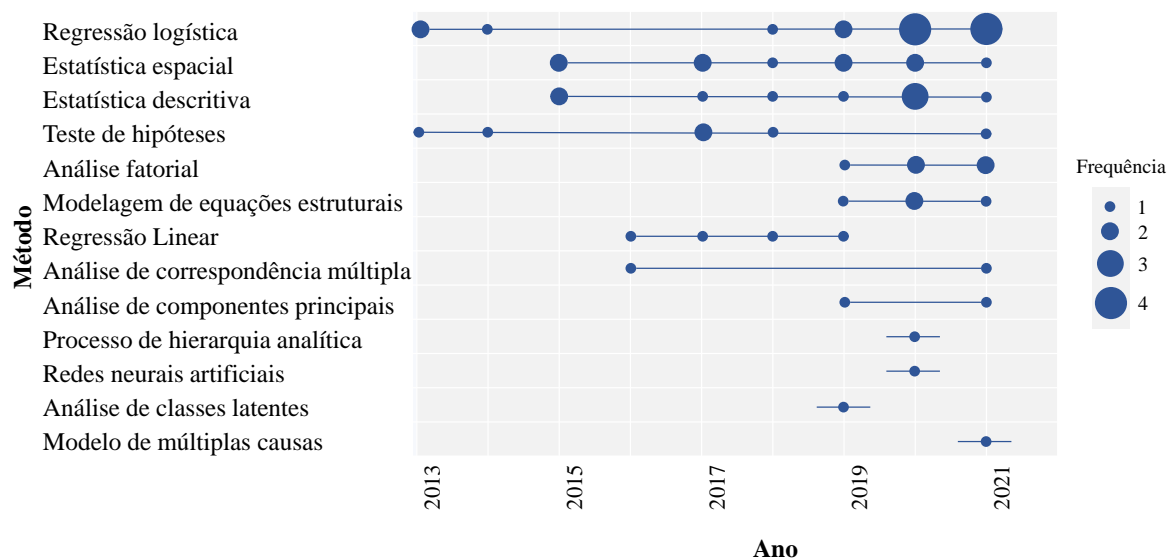
- a) Dados sociodemográficos, como idade, sexo, renda e nível de escolaridade (CHEN et al., 2021; ECCARIUS; LU, 2020; TARABAY; ABOU-ZEID, 2020);
- b) Padrões de viagens, como modo de transporte, tempo de viagem, distância e preferências de viagem (SORIA-LARA; MARQUET; MIRALLES-GUASCH, 2017; SWEET; FERGUSON, 2019; TUVARI et al., 2020; NASH; MITRA, 2019);
- c) Barreiras e incentivos de acordo com diferentes atributos e avaliações de satisfação (BAIG et al., 2021, CASTILO-PAREDES et al., 2021; STEIN; RODRIGUES DA SILVA, NAHAL; MITRA, 2018; MANAUGH; BOISJOLY; BOISJOLY, 2017).

Outras formas de coleta de dados quantitativos envolveram dados de viagem por GPS (MATHEW et al; 2019; SOTTILE et al, 2021, TUVARI et al., 2020), dados de redes de transporte e modelo baseado em GIS (ALSHUWAIKHAT et al., 2017; CAPRÌ et al., 2016;

ESCOBAR; MONTOYA; MONCADA, 2019) e dados de monitoramento de tráfego (LU et al., 2018). Kutela e Teng (2019) avaliou o comportamento da demanda diária de viagens por serviços de compartilhamento de bicicletas sob diferentes características do ambiente viário, fatores temporais e eventos climáticos. Loukaitou-Sideris et al. (2014) combinaram dados de entrevistas estruturadas com dados de acidentalidade viária para definir riscos para ciclistas e pedestres.

Em relação aos métodos quantitativos de análise de dados comumente utilizados, a Figura 12 apresenta a frequência de uso ao longo dos anos. A Regressão Logística é um método clássico frequentemente utilizado nos artigos, podendo ser: Binomial (NAHAL; MITRA, 2018), Binomial Negativa (KUTELA; TENG, 2019) ou Multinomial (SCHUBERT; HENNING; LOPES, 2020). Os primeiros artigos que aplicaram esse método foram publicados em 2013, como Chaney et al (2013) e Rissel et al (2013), ambos avaliam o comportamento de viagem.

Figura 12 – Frequência de uso dos métodos de análise quantitativos



Fonte: Elaborado pela autora.

A Estatística espacial é o segundo método mais frequente do portfólio bibliográfico, com artigos de 2015 a 2021. A maioria das pesquisas utiliza representações espaciais em conjunto com outros métodos de análise, Chowdhury et al. (2015) e Hu e Schneider (2015) complementaram as análises com estatística descritiva para explorar os atributos observados na qualidade percebida do transporte público e no comportamento de viagem, respectivamente. Enquanto que artigos mais recentes exploram conjuntamente métodos mais robustos, como

Regressão Linear (LU et al., 2018) e Regressão Logística (SCHUBERT ET AL., 2020; TARABAY; ABOU-ZEID, 2020).

Quanto aos Testes de hipóteses encontrados, diferenciam-se entre: Análise de Variância – ANOVA, teste T e Qui-Quadrado. A maioria dos artigos utilizou mais de um teste estatístico em conjunto, Soria-Lara et al. (2017) utilizaram Qui-quadrado e teste T para avaliar como os fatores associados afetam a demanda por viagens de automóvel e Nahal e Mitra (2018) utilizaram os testes ANOVA e Qui-Quadrado para examinar a propensão do uso da bicicleta de acordo com as condições meteorológicas. A Regressão Logística normalmente é modelada em conjunto com outros métodos como Testes de Hipóteses (CHANEY et al., 2013; MANAUGH et al., 2017; NAHAL; MITRA, 2018).

Os outros métodos destacados na Figura têm sido utilizados por artigos mais recentes do portfólio bibliográfico. A maioria se refere a Técnicas estatísticas multivariadas, como Regressão logística (CHEN et al., 2021), Análise de componentes principais (Baig et al., 2021), Análise fatorial (KELARESTAGHI; ERMAGUN; HEASLIP, 2019) e Análise de classes latentes (NASH; MITRA, 2019). O método de Análise de componentes principais é comumente utilizado em conjunto com outras técnicas multivariadas (NASH; MITRA, 2018), assim como a Análise fatorial confirmatória (RAHMAN; POUDEL, SINGLETON, 2021) e exploratória (SHAFI; DELBOSC; ROSE, 2020; TARABAY; ABOUT-ZEID, 2020).

3.3.6 Os padrões de viagem e os problemas de mobilidade nas IESs são semelhantes?

Os padrões de viagem nas IESs são influenciados por atitudes individuais e mobilidade preferências da população, de acordo com as características comumente relatadas na literatura. Após uma leitura sistemática do portfólio bibliográfico, foram identificadas algumas implicações sobre a forma urbana e características geográficas das IESs que afetam as características de viagem e as estratégias de mobilidade adotadas. No entanto, esses atributos ainda são pouco discutidos na literatura, e a Questão Orientadora nº 5 visa apresentar o panorama sobre o tema.

Identificou-se que as IESs localizadas em regiões suburbanas ou rurais tinham seus padrões de deslocamento concentrados em veículos automotores, principalmente o automóvel (ASSI et al., 2020; BAIG et al., 2021; CASTILLO-PAREDES et al., 2021; HANCOCK; NUTTMAN, 2014; NASH; MITRA, 2019; SHAFI; DELBOSC; ROSE, 2020; SORIA-LARA; MARQUET; MIRALLES-GUASCH, 2017). Os principais problemas enfrentados pelas IES localizadas em regiões suburbanas estão relacionados ao congestionamento nos pontos de

entrada e saída e problemas com a gestão do estacionamento, frequentemente em horários de pico. Além disso, os problemas mais comuns relacionados aos serviços de transporte público consistem na baixa frequência de horários e superlotação nos horários de pico.

As IESs localizadas em regiões urbanas apresentam padrões de deslocamento mais variados, pois dependem das ofertas de mobilidade disponíveis e da distância entre a residência e a IES (BAIG, et al., 2021; CHANEY; BERNARD; LU et al., 2018; NAHAL; MITRA, 2018; CHANEY; BERNARD; WILSON et al., 2018; ROSA-MESQUITA et al., 2020; TAYLOR; MITRA, 2021; ZANNAT; ADNAN; DEWAN, 2020; ZHOU, 2014). Essas características tornam mais frequente o uso da mobilidade ativa e do transporte público. Isso ocorre porque a distância entre a moradia e a IES é provavelmente menor e as opções de estacionamento no entorno sejam mais limitadas, o que implica uma remodelação natural dos padrões de deslocamento. Tais características não impedem o uso excessivo do automóvel, principalmente entre funcionários e professores, uma vez que o carro é influenciado por outras características socioeconômicas, escolhas pessoais e status social. No entanto, há potencial para promover viagens mais sustentáveis, pois a localização mais urbana e a disponibilidade de infraestrutura permitem um padrão de viagem mais variado.

Em contraste, as condições de vida e os serviços essenciais no entorno também afetam os padrões de viagens para as IESs urbanas e suburbanas. IESs localizadas em regiões suburbanas com predominância de residências e serviços essenciais no entorno apresentam a mobilidade ativa como relevante nos padrões de viagem (ASSI et al., 2020; CHANEY; BERNARD; WILSON et al., 2018; ZHOU, 2014). Isso ocorre porque distâncias residência-IES menores diminuem a necessidade do uso de meios de transporte motorizados para a mobilidade em geral.

Por outro lado, estudos relataram que a moradia em torno das IESs tem um custo mais alto, o que dificulta o acesso dos estudantes a moradias populares próximas à IES (NASH; MITRA, 2019; TAYLOR; MITRA, 2021; ZHOU, 2014). Essa característica foi observada em IESs suburbanas e urbanas. Bairros ao redor de IESs podem ter um custo de vida mais alto que outros bairros, tornando-os incompatíveis com a realidade de uma parcela da população de estudantes universitários. Esta realidade obriga os estudantes a optarem por habitações mais distantes para minimizar os seus custos. Portanto, além de afiançar o acesso ao transporte, garantir a presença de serviços essenciais e moradias populares no entorno da IES é fundamental, proporcionando o acesso à educação para toda a população.

Por fim, a distribuição geográfica das atividades da IES também pode influenciar os padrões de viagem. As IESs que têm suas atividades concentradas em prédios próximos se

assemelham ao comportamento das pequenas cidades. Nesses casos, os deslocamentos curtos podem se concentrar em uma mobilidade ativa. Assi et al (2020) descreveram o estudo de caso de uma IES que tem suas atividades concentradas em um campus e oferece dormitórios subsidiados para os alunos, de modo que a maioria dos alunos mora dentro do campus. Por outro lado, as IESs que têm suas atividades mais distribuídas geograficamente na área urbana dificultam o acesso dos alunos por meio da mobilidade ativa, e os deslocamentos universitários podem estar mais concentrados no carro e no transporte público (TAYLOR; MITRA, 2021; SHAFI; DELBOSC; ROSE, 2020).

3.3.7 Como as IESs podem contribuir para a mobilidade sustentável?

As IES são ambientes suscetíveis à implementação de políticas de mobilidade, pois são espaços que promovem constantemente mudanças relacionadas ao desenvolvimento sustentável de forma construtiva. As IES devem servir de exemplo daquilo que ensinam e, portanto, serem capazes de mitigar os impactos ambientais, sociais e econômicos negativos gerados. A implementação de programas de sustentabilidade ambiental que estimulem a eficiência energética, gestão de resíduos, educação para sustentabilidade e mobilidade são estratégias exemplares disso. A mudança de percepção dos jovens sobre importância de pensar a mobilidade e o meio ambiente de forma integrada é capaz de reformular os perfis de deslocamento da sociedade para transportes mais ecologicamente corretos e comportamentos ambientalmente amigáveis (ALSHUWAIKHAT et al., 2017; ARES-PERNAS et al., 2020; SUNDRAM et al., 2021)

Deslocamentos entre residência e a IES realizados com o automóvel são os principais responsáveis pelas emissões de carbono, congestionamentos e insegurança viária (SORIA-LARA; MARQUET; MIRALLES-GUASCH, 2017; PEREZ-LOPEZ; ORRO; NOVALES, 2021). Portanto, é imprescindível que as IES reduzam a demanda por viagens de veículos motorizados particulares, principalmente as IESs localizadas em regiões metropolitanas uma vez que são ainda mais dependentes da mobilidade motorizada (KELARESTAGHI; ERMAGUN; HEASLIP, 2019; MANAUGH; BOISJOLY; BOISJOLY, 2017; SORIA-LARA; MARQUET; MIRALLES-GUASCH, 2017).

Análises comportamentais demonstram que homens de mais idade e funcionários (professores, funcionários administrativos e terceirizados) são mais dependentes dos automóveis do que os estudantes (SORIA-LARA; MARQUET; MIRALLES-GUASCH, 2017). Entre os estudantes, os alunos de pós-graduação e de maior renda têm maior tendência aos

veículos motorizados. Além disso, as mulheres identificam mais as barreiras ao deslocamento ativo, enquanto que os estudantes homens indicaram menor intenção de usar o transporte público (ASSI et al., 2020; CASTILLO-PAREDES et al., 2021; NASH; MITRA, 2019; NAYUM; NORDFJÆRN, 2021). Portanto, a aplicação de medidas pode ser mais direcionada a esses grupos populacionais. Dentre as estratégias para mudança comportamental incluem-se campanhas de estímulo à mobilidade ativa, incentivos financeiros, jogos de aplicativos para premiação, planos de viagens personalizados, palestras e atividades acadêmicas voltadas a mobilidade sustentável e educação ambiental (ARES-PERNAS et al., 2020; BAIG et al., 2021; DI DIO et al., 2018; TUVERI et al., 2020). Adicionalmente, o desincentivo ao uso dos automóveis particulares pode ser alcançado através da diminuição de vagas de estacionamento, cobranças de estacionamento, aumento do tempo de deslocamento por automóveis, associado com medidas de redução dos custos tarifários do transporte público como aplicação de descontos para compras antecipadas e subsídios aos estudantes (SCHUBERT, HENNING; LOPES, 2020).

Por outro lado, a falta de infraestruturas adequadas atua como barreira à mobilidade sustentável. Para as pequenas distâncias, é necessário disponibilizar infraestrutura favorável ao uso de modos de transportes ativos, como caminhos sombreados, calçadas com dimensionamento e pavimento adequado, mobiliário urbano, ciclovias conectadas ao sistema de transporte, bicicletários e vestiários (ASSI et al., 2020). Para as distâncias maiores, em que os deslocamentos são realizados principalmente por veículos motorizados, é necessário tornar atrativo o uso do transporte público e incentivar as caronas solidárias. Os serviços de transporte público devem estar conectados entre si e integrados a redes de caminhada, ciclismo e sistemas de compartilhamento (CHOWDHUR et al., 2015; NAYUM; NORDFJÆRN, 2021; SHAFI; DELBOSC; ROSE, 2020; PEREZ-LOPEZ; ORRO; NOVARES, 2021).

As IES precisam oferecer opções de moradias, alimentação, descanso, entretenimento e socialização, para modificar os comportamentos de mobilidade, melhorar o bem-estar da comunidade acadêmica e alcançar a mobilidade sustentável. O fornecimento de moradias com preços acessíveis e serviços essenciais nas proximidades e a acessibilidade ao transporte público estimula a mobilidade ativa e aumenta a participação social em atividades acadêmicas recreativas. Do mesmo modo, planejar os espaços com prioridade ao pedestre e o ciclista e com desenhos adequados nas interseções aumenta a segurança viária e diminui as barreiras à mobilidade ativa (CHANEY et al., 2013; KALIN; YURTCAN; KURDOGLU, 2019; TAYLOR; MITRA, 2021; WILSON et al., 2018; ZHOU, 2014). Finalmente, incluir a comunidade acadêmica no planejamento e *feedbacks* das medidas adotadas garante a

efetividade das estratégias de mobilidade sustentável, como também promove a inclusão social (LE PIRA et al., 2016; WILSON et al., 2018).

3.3.8 Considerações sobre a revisão sistemática e bibliométrica

As discussões sobre o planejamento da mobilidade com enfoque sustentável em IESs são recentes e a literatura sobre o assunto ainda é relativamente pequena. No entanto, os resultados mostraram que é um tema relevante que tem crescido consideravelmente nos últimos anos. Os tópicos Comportamento de Viagem e Mobilidade Ativa são os mais frequentes no portfólio bibliográfico, mas o tópico Sistemas de compartilhamento é mais citado na literatura. Esses resultados mostraram que as IESs são interessantes laboratórios urbanos vivos (do inglês, *urban living labs*)⁶ para realizar experimentos comportamentais de uso de novas alternativas de mobilidade urbana, como os patinetes elétricos, bicicletas, serviços de *carsharing* e *ridesourcing*.

De acordo com a distribuição dos artigos por países, aqueles mais desenvolvidos trabalham com temas considerados mais emergentes na literatura como Sistemas de Compartilhamento, Mobilidade Ativa e Sustentabilidade Ambiental, enquanto os artigos dos países menos desenvolvidos abordaram mais assuntos primários relacionados, principalmente aos tópicos de Comportamento de Viagem e Mobilidade Ativa. Outra discussão levantada foi a de que os artigos mais relevantes da revisão bibliográfica são de autoria de pesquisadores de países desenvolvidos, o que revela que a literatura ainda carece de estudos em países em desenvolvimento. Portanto, é fundamental entender os padrões de viagens e os problemas de mobilidade nas IES, para garantir que as políticas de transporte sustentável sejam orientadas considerando as particularidades da comunidade acadêmica desses locais.

A revisão sistemática sobre os métodos de análise de dados empregados pelos artigos revelou que a maioria dos artigos sobre foi apoiada por análise qualitativa, especialmente guiada por um questionário de pesquisa. Os métodos mais tradicionais de análise de dados são a Regressão Logística, testes de hipóteses e a análise descritiva. Em relação às práticas de mobilidade sustentável, foi possível notar que, embora existam diferenças nas características de mobilidade de acordo com a localização e distribuição das atividades universitárias, o princípio básico para a mobilidade sustentável é o mesmo: as IESs precisam se preocupar em

⁶ *Urban Living Labs* (ULLs) é um conceito de experimento científico que se utiliza de espaços urbanos de forma colaborativa entre governos e organizações para encontrar soluções para os desafios enfrentados nas cidades em prol da sustentabilidade e desenvolvimento de cidades inteligentes (BULKELEY et al., 2016)

oferecer moradias populares para estudantes e acesso a serviços básicos e transporte nas proximidades. As diretrizes propostas estão relacionadas ao incentivo à mobilidade ativa para a IES, redução da dependência do carro para deslocamentos universitários, promoção do sistema de transporte público e melhoria da segurança pública e viária, fortalecendo as políticas voltadas aos impactos ambientais e tornando a IES mais acessível e inclusiva.

De acordo com a revisão sistemática e bibliográfica, há uma carência de estudos sobre mobilidade de IES em países menos desenvolvidos, o que demonstra a necessidade de um esforço de países – como os da América Latina – em definir estratégias de atuação na gestão da mobilidade para aprofundar as discussões na literatura do tema nestes cenários e tornar possível a comparação com os resultados de outros países. Sendo assim, a criação de um método de planejamento estratégico da gestão de processos para alcançar a mobilidade sustentável em IES, pode auxiliar as IESs brasileiras no diagnóstico dos problemas, implementação de ações e continuidade dos processos baseado na promoção de ambientes amigáveis à mobilidade sustentável. Os relatos nesses locais podem incentivar pesquisas futuras na área e preencherem a lacuna de pesquisa levantada.

O diagnóstico da mobilidade através de um questionário de pesquisa é amplamente utilizado nos estudos reportados na literatura e permite tomar decisões de gestão da mobilidade. Complementarmente, ao fornecer um modelo de diagnóstico padrão é possível replicá-lo em larga escala e compará-lo a outras IES na mesma escala de análise. Por fim, quanto aos métodos de análise, embora a literatura reporte muitos estudos envolvendo técnicas de Regressão Logística e Testes de Hipóteses, os estudos mais recentes têm buscado alternativas aos métodos tradicionalmente utilizados, principalmente explorando técnicas que permitam a análise multivariada de dados e estatísticas geoespaciais.

4 PROPOSTA DE PLANO ESTRATÉGICO PARA A GESTÃO DA MOBILIDADE SUSTENTÁVEL EM IES

As IESs enfrentam diariamente problemas de mobilidade. Portanto, propor uma ferramenta que ajude a mitigar os problemas de mobilidade a partir da gestão de projetos de processos para a mobilidade sustentável permite a obtenção de soluções de problemas e a alocação de recursos de forma planejada, contínua e sintetizada. Este Capítulo apresenta uma proposta de gestão que serve como guia para os planejadores implementarem a mobilidade sustentável. A proposta contempla a apresentação dos princípios e diretrizes (seção 4.1), as partes interessadas que são envolvidas no processo de gestão (seção 4.2) e a apresentação de uma estrutura composta de etapas que dão suporte ao planejamento e a implementação das ações de mobilidade sustentável (seção 4.3).

4.1 OBJETIVOS E DIRETRIZES

Diante dos desafios levantados, a presente proposta de plano de gestão tem como propósito auxiliar as IES na promoção de uma mobilidade mais sustentável, segura e acessível à toda comunidade acadêmica. Com base na revisão bibliográfica, foi possível definir as diretrizes conforme os principais eixos de atuação da mobilidade urbana sustentável em IES. Foram definidas sete diretrizes básicas que definem o caminho para alcançar a mobilidade sustentável nas IES, as diretrizes encontram-se na Figura 13.

A mobilidade sustentável fundamenta-se na redução dos impactos sociais, econômicos e ambientais causados pelo transporte. Para tanto, é imprescindível que as IES desencorajem o uso excessivo do transporte motorizado privado, uma vez que estes são responsáveis pelos congestionamentos, sinistros de trânsito e contribuem para a poluição nas cidades. É preciso oferecer alternativas de transporte sustentáveis em oposição ao uso dos automóveis e motocicletas (D1). Os serviços de transporte público são alternativas viáveis para deslocamentos motorizados de maior distância, mas precisam ser atrativos para a população acadêmica utilizar, para o que a percepção de satisfação com a qualidade do serviço é essencial (D2). Por outro lado, os deslocamentos mais curtos podem ser realizados por modos de transporte ativo (D3); nesse sentido, as experiências na literatura reportam que a caminhada é viável até 1,5km e a bicicleta até 2,5 km de distância.

Figura 13 – Diretrizes gerais para a mobilidade sustentável nas IES



Fonte: Elaborado pela autora.

Garantir a caminhada é essencial, pois independentemente do modo de transporte utilizado, todos caminham, por isso, os ambientes urbanos devem ser orientados para as pessoas e não para os veículos. É necessário fornecer infraestruturas amigáveis e atrativas para que as pessoas possam ocupar e se apropriar dos espaços públicos (D4). Além disso, é essencial certificar-se de que todas as pessoas tenham acesso aos espaços urbanos e oportunidades iguais de mobilidade, sem discriminação ou barreiras por classe social, idade, deficiência, gênero e preconceito racial (D5). Complementarmente, os espaços públicos precisam garantir a segurança contra roubos, assaltos, assédios e ocorrências de trânsito (D6). Do mesmo modo, é necessário mitigar os impactos ambientais, promover educação sobre sustentabilidade e engajamento em atividades para reduzir as emissões de carbono, gerenciar os resíduos e aumentar a eficiência energética (D7).

As diretrizes foram definidas em um conceito mais amplo, de forma que as organizações universitárias que aderirem ao uso da ferramenta são altamente recomendadas a complementá-las com características e particularidades locais. Além disso, muitas IESs podem identificar que já atuam em determinados âmbitos, assim a ferramenta proposta serve de estímulo para a ampliação dessas ações.

4.2 PARTES INTERESSADAS

Dentro do processo de planejamento para a gestão, é preciso identificar as partes interessadas (*stakeholders*) para que seja possível o posterior direcionamento da execução das ações de mobilidade sustentável e quem serão os beneficiados. A definição dos interessados irá depender da abrangência da análise, no entanto, ao considerar as IES como o cenário de estudo, as partes interessadas diretamente envolvidas serão:

- a) A Instituição de Ensino Superior, representada pela reitoria, pró-reitorias e órgãos de planejamento relacionados com a gestão da IES;
- b) A Comunidade acadêmica, sendo formada pelos estudantes, professores, técnicos administrativos em educação, prestadores de serviços e outros funcionários;
- c) A população da comunidade do entorno onde a IES está inserida, que inclui tanto os moradores próximos, como as pessoas que trabalham, visitam ou frequentam os arredores da IES;
- d) O município e as equipes da gestão municipal responsáveis pela manutenção, fiscalização e aplicação de planejamentos urbanos, infraestruturas de transporte e serviços, tais como secretarias de infraestrutura e obras, serviços urbanos e planejamento, mobilidade urbana, urbanismo, sustentabilidade, educação e desenvolvimento social;
- e) As empresas públicas e privadas responsáveis pelo fornecimento de serviços de transporte público e agentes fiscalizadores relacionados.

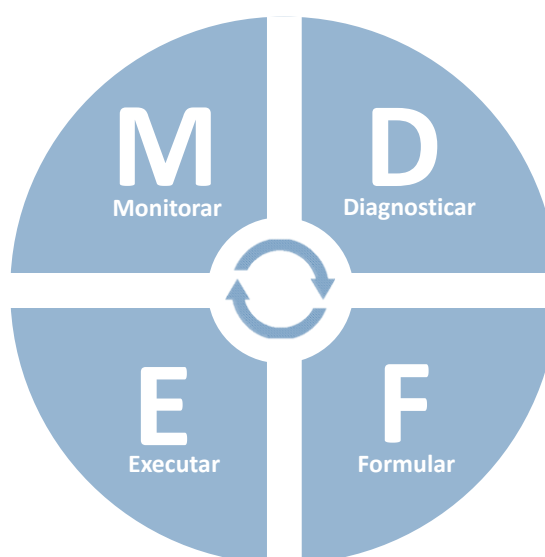
Compreender e diferenciar a atuação de cada uma das partes interessadas é um processo preliminar à gestão da mobilidade sustentável, pois permitirá a participação mais ativa das partes no processo de gestão. Realizar reuniões com esses grupos de *stakeholders*, especialmente aqueles que serão beneficiados com as ações (comunidade acadêmica e população) permite identificar quais as necessidades de mobilidade. A realização de parcerias público-privadas e entre entidades públicas potencializam as ações que podem ser tomadas para garantir a mobilidade sustentável nas IES. Bem como, é imprescindível que seja introduzido dentro da IES uma equipe dedicada a gestão de processos e planejamento da mobilidade sustentável, para evitar possíveis falhas, desorganização e descontinuidade do processo.

4.3 ESTRUTURA DO PROCESSO DE GESTÃO

O processo de gestão busca definir um conjunto de ações a serem executadas em prol de atingir os objetivos previamente estabelecidos. O ciclo PDCA – *plan, do, check e action* é um ciclo popularmente difundido em diversas áreas do conhecimento e utilizado por administradores públicos e privados como uma ferramenta de melhoria da gestão (ISNIAH; PURBA; DEBORA, 2020). O Guia para elaboração de um Plano de Mobilidade Corporativa desenvolvido pela EMBARQ BRASIL (2015) apresenta sete passos para desenvolver um plano: Preparação, Definição do Escopo, Comunicação, Diagnóstico, Elaboração, Implementação e promoção, Monitoramento e revisão. O caderno Gestão da Demanda de Mobilidade elaborado pelo Ministério do Desenvolvimento Regional em parceria com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (MDR; BID, 2020) apresenta um procedimento metodológico sistematizado em quatro etapas para a elaboração de um planejamento pensado do gerenciamento da demanda de mobilidade: Diagnóstico; Definição do programa; Avaliação e Consolidação; e Implementação e Monitoramento.

A proposta de gestão para a mobilidade sustentável em IES foi baseada na integração dos conceitos apresentados nos parágrafos anteriores, portanto, esta pesquisa propõe um ciclo da gestão da mobilidade sustentável a ser utilizado por IES no processo de planejamento (Figura 14).

Figura 14 – Ciclo da gestão para a mobilidade sustentável nas IES



Fonte: Elaborado pela autora, baseado no Ciclo PCDA.

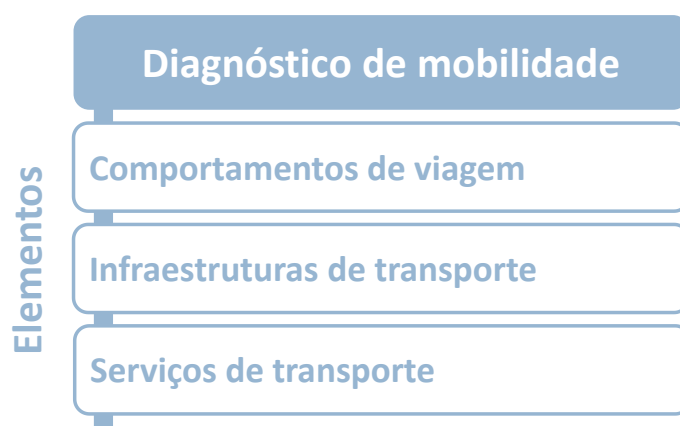
A estrutura da gestão foi proposta no formato de ciclo de quatro ações – Diagnosticar, Formular, Executar e Monitorar – com o propósito de reforçar que a busca pela mobilidade sustentável é constante e deve ser tomada como uma estratégia de análise periódica pelas instituições. Assume-se, portanto, que à medida que algumas soluções são encontradas por meio da tomada de decisões sobre gestão da mobilidade, outras demandas vão surgindo. Igualmente, entende-se que nem sempre será possível solucionar os problemas de mobilidade e sim mitigá-los. Assim, a partir do processo proposto, é possível analisar de tempos em tempos a necessidade de aplicação de medidas para que as IESs possam cada vez mais contribuir para uma mobilidade sustentável, acessível, segura e que promova a qualidade de vida da comunidade envolvida.

Nas subseções abaixo são detalhadas cada uma das etapas propostas pelo Ciclo da gestão para a mobilidade sustentável em IES.

4.3.1 Etapa 1: Diagnóstico

A etapa “Diagnosticar” compreende a primeira fase do processo de gestão. Essa etapa consiste no levantamento de todas as informações que caracterizam a mobilidade na instituição. A proposta de diagnóstico é baseada em três elementos descritos como fundamentais para o diagnóstico da mobilidade (Figura 15), a partir dos resultados descritos na seção 3.3.4 que se refere à terceira questão norteadora da revisão sistemática e que relaciona os tópicos mais frequentes e relevantes da gestão da mobilidade em IES.

Figura 15 – Elementos fundamentais para o diagnóstico de mobilidade



Fonte: elaborado pela autora.

O primeiro elemento fundamental é definido como comportamentos de viagem e refere-se ao diagnóstico dos padrões de viagens conforme o modo de transporte, tempo de viagem, frequência e distância, além dos aspectos que interferem nas escolhas de mobilidade e as preferências. Conforme foi visto nesta seção, a caracterização do comportamento de viagem é frequentemente utilizada em pesquisas na área de mobilidade (CHANEY; BERNARD; DI DIO et al., 2018; HAMAD; HTUN; OBAID, 2021; SHAFI; DELBOSC; ROSE, 2020; TUVURI et al., 2020; WILSON et al., 2018; ZHANG, 2020), sendo um tópico primário e frequentemente abordado nos estudos de gestão da mobilidade em IES.

O diagnóstico dos comportamentos de viagem permite identificar as lacunas de atuação da mobilidade sustentável, uma vez que a partir da identificação das preferências de mobilidade e os comportamentos atuais é possível traçar os enfoques de atuação posteriores (AZZALI; SABOUR, 2018; MOKWENA; ZUIDGEEST, 2020). Por exemplo, ao identificar um grande número de deslocamentos por automóveis sendo realizados a distâncias caminháveis, pode-se engajar ações para atrair essas pessoas para comportamentos mais ativos e, portanto, estimular a mobilidade sustentável (SORIA-LARA; MARQUET; MIRALES-GUASCH, 2017).

A mobilidade ativa é o segundo tema mais frequente nos estudos de gestão da mobilidade (subseção 3.3.3). Os estudos revelam que infraestruturas como calçadas e ciclovias inadequadas ou insuficientes são uma das principais barreiras à mobilidade ativa (BAIG et al., 2021; ESCOBAR; MONTOYA; MONCADA, 2019; MANAUGH; BOISJOLY; EL-GENEIDY, 2017; NAHAL; MITRA, 2018; STEIN; RODRIGUES DA SILVA, 2018; ZANNAT; ADNAN; DEWAN, 2020). Da mesma forma, infraestruturas voltadas ao transporte motorizado e a disponibilidade em larga escala de estacionamentos incentivam o uso excessivo do automóvel, provocando congestionamentos e outros problemas de transporte (LIMANOND; BUTSINGKORN; CHERMKHUNTHOD, 2011; SORIA-LARA; MARQUET; MIRALES-GUASCH, 2017; SHAFI; DELBOSC; ROSE, 2020; SWEET; FERGUSON, 2019).

Assim, analisar as condições da infraestrutura se torna necessário para que seja possível o levantamento dos principais problemas encontrados no ambiente urbano e que podem estar atuando como barreiras à adoção de alternativas de mobilidade sustentável, além de verificar as condições de infraestrutura para melhorar a qualidade do deslocamento naqueles que já tem práticas sustentáveis na mobilidade (CASTILO-PAREDES et al., 2021; NAHAL; MITRA, 2018; STEIN; RODRIGUES DA SILVA, 2018). Assim, como forma de compreender quais os aspectos e condições de infraestrutura precisam de atenção na gestão da mobilidade, definiu-se como segundo elemento a análise das condições de infraestruturas de transporte relacionadas à

caminhada, ciclismo e aos veículos motorizados, além das áreas compartilhadas pelos diferentes modos de transporte.

O terceiro elemento a ser considerado no diagnóstico da mobilidade refere-se aos serviços de transporte. A seção 3.3.3 revela o transporte público e os serviços de ridesourcing como tópicos relevantes na gestão da mobilidade em IES. Nesse contexto, os serviços de transporte público são essenciais para garantir o deslocamento a grandes distâncias dos estudantes universitários, mas a insatisfação com esse serviço é um dos motivos pelos quais podem preferir o automóvel ou a motocicleta (SCHUBERT, HENNING; LOPES, 2020). A promoção de um transporte público de qualidade é essencial para garantir a mobilidade sustentável de longa distância e reduzir os impactos do uso excessivo do veículo motorizado individual (HU; SCHNEIDER, 2015). Sendo assim, avaliar a qualidade dos serviços de transporte público – a partir da qualidade percebida pelos usuários ou coleta de indicadores operacionais – permitem identificar quais aspectos estão apresentando baixo desempenho e poder atuar neles.

Ainda nesse contexto, os sistemas de compartilhamento de bicicletas, e-scooters e carros têm sido uma opção de mobilidade sustentável que possibilita a ampliação da conectividade entre os destinos e ao transporte público (ECCARIUS; LU, 2020). Outra vantagem para as IES é a atuação como modos de transporte alternativos para deslocamento entre departamentos ou salas de aula de diferentes conjuntos prediais (CHEN et al., 2021). Assim, as IES podem se beneficiar desses sistemas como uma ferramenta para a redução do uso do automóvel e aumento da qualidade do deslocamento. Quando já existente, as IES podem adequar os serviços às necessidades da comunidade acadêmica. Quando não existente, podem explorar o grau de aceitação e utilização desses serviços utilizando a simulação de cenários hipotéticos futuros, para posteriormente implementarem.

Resumidamente, o Quadro 2 apresenta a estrutura da proposta de diagnóstico da mobilidade em IES.

Quadro 2 – Estrutura para diagnóstico da mobilidade em IES

Elementos fundamentais	Sub-elementos
1. Comportamento de viagem	1.1 Características pessoais 1.2 Perfil da moradia 1.3 Atividades na IES 1.4 Escolhas de modos de transporte
2. Infraestruturas de transporte	2.1 Mobilidade em geral 2.2 Calçadas e/ou calçadões 2.3 Ciclovias e/ou ciclofaixas 2.4 Pista dos veículos
3. Serviços de transporte	3.1 Transporte público 3.2 Serviços de compartilhamento

Fonte: Elaborado pela autora.

Existem inúmeras formas de coletar e analisar os dados contemplados na estrutura do diagnóstico de mobilidade. A quarta questão norteadora da revisão sistemática apresentada na subseção 3.3.5 discute metodologias de análise e abordagens da gestão da mobilidade nas IES que podem ser exploradas. A escolha da abordagem depende dos objetivos para com o diagnóstico e das limitações de atuação da gestão na IES. Como forma de suprir todos esses levantamentos, esta pesquisa propõe um diagnóstico baseado na coleta de dados por meio de questionário de pesquisa que integra todos os elementos fundamentais.

A primeira seção do questionário, denominada “Comportamento de viagem” corresponde à caracterização das preferências de mobilidade e é composta por quatro subseções que buscam descrever as características que podem afetar os padrões de escolhas de mobilidade como informações pessoais, perfil da moradia e atividades desenvolvidas na IES e por fim, como também, questões sobre escolhas de transporte, tempo de viagem e outros aspectos do deslocamento até a IES. No Apêndice A é apresentada a estrutura da primeira parte do diagnóstico, formada ao todo por 24 questões.

A segunda seção do questionário, denominada “Infraestruturas” busca preencher uma lacuna do diagnóstico relacionada à análise das condições das infraestruturas de transporte no entorno e na IES. Embora a realização de auditorias *in loco* no ambiente urbano seja uma forma eficaz para realizar os levantamentos, precisa ser realizada por especialistas na área, pois terão um olhar aguçado do ambiente e as problemáticas (COCA FERRAZ et al., 2012). Por isso, outra maneira eficaz de avaliar as condições de infraestruturas é consultar a percepção de satisfação para aqueles que as utilizam diariamente (CASTILLO-PAREDES et al., 2021; RAMAKRESHNAN et al., 2019). Assim, a estrutura proposta do questionário busca captar, na avaliação dos entrevistados a através de uma escala *Likert* com cinco graus de concordância, a

percepção de um conjunto de aspectos definidos em relação com a qualidade de cada uma das classificações de infraestruturas de mobilidade (ver Apêndice B).

As infraestruturas de mobilidade foram classificadas conforme três classes de circulação: calçadas ou calçadões, ciclovias ou ciclofaixas e pistas dos veículos, além de aspectos de mobilidade em geral. As calçadas e calçadões referem-se às instalações para circulação dos pedestres que podem influenciar como barreiras ou motivações para a caminhada. A disponibilidade de calçadas com pavimento e largura adequados para circulação e disponibilidade de faixas de pedestres dizem respeito à acessibilidade e segurança viária para pedestres no ambiente urbano (RAMAKRESHNAN et al., 2020; ZANNAT; ADNAN; DEWAN, 2020). Elementos relacionados ao conforto físico e climático, como declividade do terreno e opções de arborização e sombras também afetam os níveis de caminhada (CAPRÌ et al., 2016).

As ciclovias e ciclofaixas dizem respeito aos elementos para a circulação de bicicletas. Da mesma forma que para promover o ciclismo é necessário fornecer instalações seguras como espaços destinados à circulação de bicicletas com pavimento e largura adequados e áreas de estacionamento dos veículos, também são importantes outros elementos que estimulem o conforto nos trajetos, como arborização e terreno plano (AKAR; FISCHER; NAMGUNG, 2013; CHEN et al., 2022; GUTIÉRREZ et al., 2021; ROSA-MESQUITA et al., 2020).

Para a circulação de veículos motorizados, os elementos necessários envolvem a conectividade viária através de rotas e estado de conservação das vias, bem como a disponibilidade de estacionamentos (SORIA-LARA; MARQUET; MIRALES-GUASCH, 2017; SWEET; FERGUSON, 2019). Finalmente, existem elementos que contemplam a circulação de todos os usuários e caracterizam a acessibilidade, segurança, conforto e fluidez do tráfego, assim como a acessibilidade universal, velocidade dos veículos, níveis de congestionamento, exposição ao ruído e poluição, incidência de sinistros de trânsito, sinalização viária e fiscalização de trânsito, iluminação pública e ocorrência de roubos e assaltos.

E finalmente, a terceira seção do questionário busca qualificar o serviço de transporte público prestado pelas empresas locais responsáveis pelas linhas que atendem à demanda relativa aos deslocamentos universitários. A proposta do diagnóstico refere-se à qualidade percebida pelos usuários e foi estruturada pensando no transporte público por ônibus, embora não restrinja a adaptação dos aspectos avaliados para avaliar sistemas de metrô e trens, por exemplo. Recomenda-se a adaptação do questionário para direcionar aos sistemas existentes e a outras particularidades dos serviços no cenário de estudo. Essa seção também é baseada em

uma análise dos aspectos conforme uma escala *Likert*, definida para avaliar o grau de satisfação do serviço com base nos aspectos que definem os indicadores do serviço. O modelo de questionário da terceira seção encontra-se no Apêndice C deste documento. A definição dos 14 aspectos foi baseada na literatura e em especial, inspirada pelo Programa QualiÔnibus desenvolvido pelo *World Resources Institute* (WRI) com o apoio da FedEx Corporation, no qual propõe um manual para a pesquisa de satisfação dos serviços de transporte público por ônibus em cidades brasileiras (BARCELOS; ALBUQUERQUE, 2018).

Ao total, o questionário contempla 63 questões que buscam caracterizar a mobilidade da IES. Testes piloto foram aplicados no estudo de caso para verificar a necessidade de ajustes e aferir o tempo de resposta. Em média, de 15 a 20 minutos foi o tempo para preencher o questionário. Admite-se que se trata de um questionário relativamente extenso, mas é importante considerar que, com exceção da primeira parte seção do questionário, nem todas as perguntas são respondidas pelos entrevistados. A seção 3 é direcionada somente aqueles que utilizam o serviço de transporte público, bem como as infraestruturas calçadas/calçadões, ciclovias e/ou ciclofaixas, pistas de veículos podem direcionadas a somente aqueles que utilizam esses modos de transporte. Já os aspectos de mobilidade em geral, são respondidos por todos os entrevistados.

Além disso, é altamente recomendado fazer ajustes no questionário, a depender das características da IES e das disponibilidades de transporte. Por exemplo, em IESs de grande porte onde as atividades acadêmicas são organizadas em diferentes centros de ensino, a caminhada se torna importante para o deslocamento entre os diferentes conjuntos prediais que formam os centros de ensino. Nesses casos, pode-se considerar que a seção 2 de aspectos de caminhada pode ser respondida por todos, não somente por aqueles que caminham até a IES, uma vez que, independentemente do modo de transporte utilizado, todos em algum momento caminham. Outro ajuste que deve ser feito é com relação a seção 2 de aspectos do ciclismo, nem sempre haverá disponibilidade de vias específicas para o ciclismo como as ciclovias/ciclofaixas; nesses casos, pode-se adaptar a seção para aferir as percepções da infraestrutura das vias compartilhadas com carros de quem utiliza a bicicleta como modo de transporte.

A proposta de diagnóstico da mobilidade mediante a aplicação de questionários é uma recomendação de análise por meio da consulta à comunidade acadêmica formada por estudantes, funcionários administrativos e professores, podendo ou não se limitar a pelo menos uma dessas populações. Ao tornar o planejamento da gestão da mobilidade sustentável uma proposta institucionalizada, é possível utilizar os ambientes virtuais da IES para a divulgação e

aplicação do questionário, assim é possível ter um alcance maior da pesquisa e consequentemente uma qualidade melhor de análises para o diagnóstico.

Destaca-se mais uma vez que a proposta de diagnóstico de mobilidade apresentada nesta seção não é a única forma de coletar as informações relativas aos elementos fundamentais para o diagnóstico da mobilidade. Através da subseção 3.3.5 podem-se fazer algumas consultas a outras formas de coletar os dados, como contagens de tráfego, auditorias, inspeção *in loco*, entrevistas com as partes interessadas, etc. A definição da coleta de dados para o diagnóstico dependerá dos recursos e tempo disponível para execução do planejamento.

4.3.2 Etapa 2: Formulação de Ações

Após o Diagnóstico, será possível identificar quais as principais problemáticas relativas aos perfis típicos de mobilidade da comunidade acadêmica para os deslocamentos universitários, bem como as deficiências em infraestruturas de transportes. A partir disso, é possível traçar ações estratégicas para promover a mobilidade sustentável com base nas características do cenário de estudo. A partir da revisão bibliográfica realizada, é proposto um conjunto de 39 ações estratégicas baseadas em três categorias: ações regulatórias (Quadro 4), estruturantes (Quadro 5) e comportamentais (Quadro 6).

As ações regulatórias são aquelas relacionadas às normativas e políticas públicas ou corporativas que podem ser institucionalizadas para promover a mobilidade sustentável. As ações estruturantes referem-se às intervenções para melhoria das infraestruturas urbanas, de transportes e serviços. Finalmente, as ações comportamentais servem para estimular os hábitos e atitudes das pessoas para a adoção da mobilidade sustentável (BID; MDR, 2020).

As ações estratégicas foram definidas conforme as diretrizes para a gestão da mobilidade sustentável em IES e baseadas na revisão sistemática e bibliométrica da literatura. Os Quadros 4, 5 e 6 apresentam os conjuntos de ações de gestão, bem como as diretrizes abrangidas (apresentadas na Figura 13) e as referências consultadas.

Quadro 3 – Ações estratégicas regulatórias para a gestão da mobilidade em IES

Ações regulatórias (AR)		Diretrizes abrangidas	Referências
AR1	Restringir o acesso e o estacionamento para automóveis e motocicletas através de cobranças, diminuição de vagas, limitação de horários para circulação e para estacionamento gratuito.	D1, D3, D6	BAIG et al., 2020; HANCOCK; LE PIRA et al., 2016; NUTTMAN, 2014; PEREZ-LOPEZ et al., 2021; RISSEL et al., 2013; SCHUBERT et al., 2020; SWEET; FERGUSON, 2019
AR2	Implementar zonas de baixa velocidade nas vias do entorno ou dentro da IES (30 km/h).	D3, D4, D6	DAI; JAWORSKI, 2016; LOUKAITOU-SIDERIS et al., 2014
AR3	Reforçar a sinalização de prioridade aos pedestres e ciclistas em zonas de riscos (<i>hotspots</i>) como cruzamentos, travessias em meio de quadra, paradas ou estações do transporte público e acessos aos prédios universitários.	D3, D5, D6	DAI; JAWORSKI, 2016; GUTIÉRREZ et al., 2021; LOUKAITOU-SIDERIS et al., 2014; MANAUGH et al., 2017
AR4	Reforçar a segurança interna do campus com câmeras de vigilância e frequência de patrulhamento.	D6	GUTIÉRREZ et al., 2021
AR5	Estabelecer sistemas de segurança (ouvidorias, aplicativos institucionais, contato de emergência) para atender chamados de denúncias de roubos, assaltos, assédios ou ocorrências de trânsito.	D6	AZZALI; SABOUR, 2018; GUTIÉRREZ et al., 2021
AR6	Institucionalizar rotinas de trabalho remoto quando aplicáveis, para reduzir deslocamentos ao campus.	D1, D7	AZZALI; SABOUR, 2018
AR7	Implementar políticas de sustentabilidade ambiental para controle de indicadores socioambientais (gestão de resíduos, eficiência energética, emissões de carbono).	D7	ALSHUWAIKHAT et al., 2017; ARES-PERNAS et al., 2020; SUNDRAM et al., 2021; PEREZ-LOPEZ et al., 2021
AR8	Fornecer ou subsidiar moradia para estudantes em condição de vulnerabilidade social.	D2, D3, D5	NASH; MITRA, 2019; ZHOU, 2014
AR9	Subsidiar o transporte público para estudantes em condição de vulnerabilidade social.	D2, D5	CHOWDHURY; CEDER; SCHWALGER, 2015; SCHUBERT et al., 2020; ZHOU, 2014
AR10	Fornecer descontos para compras em lote de passagens do transporte público.	D1, D2, D5	CHOWDHURY; CEDER; SCHWALGER, 2015; RISSEL et al., 2013; SWEET; FERGUSON, 2019
AR11	Garantir descontos à comunidade acadêmica na compra e manutenção de bicicletas com empresas locais.	D3, D5	BAIG et al., 2021

Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 4 – Ações estratégicas estruturantes para a gestão da mobilidade em IES

(continua)

Ações estruturantes (AE)		Diretrizes abrangidas	Referências
AE1	Fornecer infraestruturas de calçadas adequadas e elementos de conforto para a caminhada (calçadas, caminhos sombreados, mobiliário urbano).	D3, D4, D5	ASSI et al., 2020; AZZALI; SABOUR, 2018; CASTILLO-PAREDES et al., 2021; PEREZ-LOPEZ et al., 2021; RAMAKRESHNAN et al., 2020; TAYLOR; MITRA, 2021
AE2	Implementar áreas cobertas ou arborizadas e caminhos alternativos ou passarelas para facilitar a mobilidade ativa entre edifícios.	D3, D4	AZZALI; SABOUR, 2018; GUTIÉRREZ et al., 2021; SUNDRAM et al., 2021; RAMAKRESHNAN et al., 2020; RISSEL et al., 2013;
AE3	Implementar infraestruturas para incentivar a comunidade a praticar esportes e participar de atividades recreativas (praças, quadras, pistas de corrida, musculação, aulas de ginástica e natação)	D3, D4	RAMAKRESHNAN et al., 2020
AE4	Implementar ciclovias nas principais vias de acesso à IES e interligação entre centros de ensino.	D3, D4, D6	KELARESTAG et al., 2019; MANAUGH et al., 2017; NAHAL; MITRA, 2018; RISSEL et al., 2013; ROSA MESQUITA et al., 2020; TAYLOR; MITRA, 2021; WILSON et al., 2018
AE5	Disponibilizar estacionamentos seguros e fechados para bicicletas, vestiários e chuveiros nos banheiros.	D3, D4, D6	BAIG et al., 2021; GUTIÉRREZ et al., 2021; MANAUGH et al., 2017; TAYLOR; MITRA, 2021
AE6	Garantir conectividade entre rotas cicloviárias e calçadas até a IES e acesso ao transporte público.	D3, D4, D6	KLAIN et al., 2019; NAHAL; MANAUGH et al., 2017; MITRA, 2018; PEREZ-LOPEZ et al., 2021; ROSA MESQUITA et al., 2020; WILSON et al., 2018
AE7	Fornecer infraestruturas separadas para o fluxo de pedestres, ciclistas e veículos.	D3, D4, D6	GUTIÉRREZ et al., 2021; KELARESTAGHI; ERMAGUN; HEASLIP, 2019; MANAUGH et al., 2017
AE8	Integrar o transporte público a outros modos de transporte (caminhada, ciclismo e sistemas de compartilhamento).	D2, D3, D6	CHOWDHURY et al., 2015; INTURRI et al., 2021; ZANNAT; ADNAN; DEWAN, 2020
AE9	Implementar sistemas de compartilhamento <i>bikesharing</i> , <i>e-scooters</i> ou empréstimo de bicicletas conectados ao transporte público, moradias estudantis e acessos às instalações universitárias.	D2, D3, D4, D5, D6	SUNDRAM et al., 2021; WILSON et al., 2018; ZANNAT; ADNAN; DEWAN, 2020;
AE10	Melhorar as condições da infraestrutura de parada de ônibus (bancos, cobertura, iluminação).	D2, D6	INTURRI et al., 2021; NAYUM; NORDFJÆRN, 2021; ZANNAT; ADNAN; DEWAN, 2020
AE11	Garantir boa cobertura da rede do transporte público, com conexão às principais rotas de deslocamento e transbordos com tempos adequados e descontos tarifários.	D2, D3, D4, D5	AZZALI; SABOUR, 2018; NAYUM; NORDFJÆRN, 2021; CHOWDHURY; CEDER; SCHWALGER, 2015; TUVERI et al., 2020
AE12	Implementar corredores de ônibus nas principais rotas de acesso à IES.	D1, D2, D6	CHOWDHUR et al., 2015; SUNDRAM et al., 2021

(conclusão)

AE13	Aumentar a frota de veículos e frequência de viagem do transporte público nos horários de pico.	D2	CHOWDHUR et al., 2015; HANCOCK; NAYUM; NORDFJÆRN, 2021; NUTTMAN, 2014; SHAFI et al., 2020; SUNDRAM et al., 2021; ZANNAT et al., 2020
AE14	Implementar aplicativos ou painéis eletrônicos em paradas de ônibus e instalações prediais para informação em tempo real do transporte público.	D2, D5	NAYUM; NORDFJÆRN, 2021; SUMDRAM et al., 2021
AE15	Fornecer unidades habitacionais de aluguel a preços acessíveis para estudantes nas proximidades da IES.	D3, D5	AZZALI; SABOUR, 2018; NASH; MITRA 2019; PEREZ-LOPEZ et al., 2021; TAYLOR; MITRA, 2021; ZHOU, 2014
AE16	Implementar comodidades nas proximidades, tais como restaurantes, farmácias, bancos, mercados, serviços, comércio varejista de mercadorias.	D3, D4	AZZALI; SABOUR, 2018; CHANEY et al., 2013; RAMAKRESHNAN et al., 2020
AE17	Garantir a participação social e inclusiva da comunidade acadêmica e outras partes interessadas na tomada de decisões de processos, investimentos e priorização de projetos de mobilidade.	D4, D5	LE PIRA et al., 2016; SUNDRAM et al., 2021; WILSON et al., 2018

Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 5 – Ações estratégicas comportamentais para a gestão da mobilidade em IES

Ações comportamentais (AC)		Diretrizes abrangidas	Referências
AC1	Fornecer palestras, cursos, disciplinas e atividades extracurriculares sobre a temática de mobilidade sustentável, acessibilidade e inclusão.	D5, D7	HANCOCK; NUTTMAN, 2014; AZZALI; SABOUR, 2018; CASTILLO-PAREDES et al., 2021; TUVURI et al., 2020
AC2	Fomentar atividades de ensino, pesquisa e extensão relacionadas à mobilidade sustentável, acessibilidade e inclusão.	D5, D7	AZZALI; SABOUR, 2018; TUVURI et al., 2020
AC3	Institucionalizar eventos como o Dia Mundial sem carro ou Maio Amarelo para desestimular o uso do automóvel e fomentar a segurança viária.	D1, D3, D7	BAIG et al., 2021; SUNDRAM et al., 2021
AC4	Implantar iniciativas como planos de viagem personalizados ou aplicativos de premiação ou recompensas no uso de modos de transporte ecologicamente corretos.	D1, D3	SORIA-LARA; MARQUET; MIRALES-GUASCH, 2017; TUVURI et al., 2020; SUNDRAM et al., 2021; DI DIO et al., 2018; TUVURI et al., 2020
AC5	Incentivar a carona solidária na comunidade acadêmica através aplicativos de carona, redes de comunicação e outros.	D1, D7	WILSON et al., 2018; PEREZ-LOPEZ et al., 2021
AC6	Realizar campanhas de conscientização para incentivar a mobilidade ativa e modos de transporte ecologicamente corretos.	D1, D2, D3, D7	ARES-PERNAS et al., 2020; BAIG et al., 2021; NAYUM; NORDFJÆRN, 2021; WILSON et al., 2018
AC7	Implementar programas para treinamento de uso da bicicleta e divulgar benefícios de uso.	D3, D4, D5	ASSI et al., 2020; BAIG et al., 2021; WILSON et al., 2018
AC8	Facilitar o acesso às informações sobre rotas e horários do transporte público (divulgar horários nos prédios, aplicativos institucionais e paradas de ônibus)	D2, D5	TUVURI et al., 2020
AC9	Realizar pesquisas periódicas sobre a satisfação com o serviço de transporte público.	D2, D5	INTURRI et al., 2021

Fonte: Elaborado pela autora.

É evidente que as ações estratégicas vão muito além da promoção da mobilidade ativa e do transporte público. Algumas ações estratégicas são semelhantes, mas isso comprova que todas as diretrizes estão alinhadas a um único objetivo: promover uma mobilidade mais sustentável, acessível e segura nas IES, e existem várias formas de alcançá-la. No entanto, as IESs são altamente recomendadas a complementar ações estratégicas com características e particularidades locais. Além disso, muitas IESs podem identificar que já aplicam algumas das medidas, e isso serve de estímulo para continuarem a aplicar as ações estratégicas, bem como fortalecer as já existentes.

4.3.3 Etapa 3: Implementação

A implementação das ações requer todo um processo dentro do planejamento do plano de gestão da mobilidade. Ao definir as ações estratégicas, é preciso se atentar sobre quem são os atores, qual é o papel de cada um e a relação entre as partes interessadas. Na seção 3.2.2 pode-se consultar as partes interessadas definidas como atuantes na gestão da mobilidade sustentável em IES. O conhecimento preliminar da opinião dos múltiplos atores auxilia no processo de decisão compartilhada sobre as prioridades de atuação, os recursos a serem utilizados e os prazos para a implementação (AZZALI; SABOUR, 2018; GURRUTXAGA et al., 2017; LE PIRA et al., 2016).

As ações, sejam elas regulatórias, estruturantes ou comportamentais, não dependem exclusivamente da IES para serem implementadas. Pelo contrário, exigem um esforço de múltiplos atores e cada um tem um papel a desempenhar. Enquanto que os especialistas – gestores da IES ou profissionais especializados consultados – têm alta competência para definir parâmetros de projeto, tomar decisões e gerir as ações, a comunidade acadêmica e a população beneficiada têm alta participação no engajamento para visibilidade e sucesso dessas ações (LE PIRA et al., 2016). Por isso, é importante garantir a participação de todos no processo de decisão e estabelecer relação entre as partes interessadas.

A definição dos prazos e a prioridade de atuação das ações podem ser obtidas através de entrevistas com os especialistas. No estudo de Azzali e Sabour (2018), os autores categorizaram as ações para melhorar o sistema de mobilidade em uma IES entre Ações Imediatas (um ano), Ações de Curto Prazo (até três anos) e Ações de Longo Prazo (mais de três anos). Nesse processo podem ser utilizados modelos de dinâmica de opinião para chegar-se à convergência da decisão. LE PIRA et al. (2016) sugerem que, ao trabalhar com atores institucionais, sejam promovidas reuniões departamentais para favorecer a convergência de

opiniões dentro do mesmo grupo e então reuniões eventuais entre os departamentos para realizar a troca de opiniões.

A implementação das ações requer também o mapeamento dos recursos necessários, sejam recursos políticos, financeiros ou organizacionais. É preciso estabelecer a relação entre as partes interessadas e os recursos necessários (BID; MDR, 2020). A criação de intervenções conjuntas entre a IES, sociedade, poder público e outras instituições é uma combinação importante dentro do processo de implementação das ações. Algumas ações estratégicas dependem do poder público, principalmente aquelas relacionadas ao planejamento urbano (infraestruturas externas a IES, transporte público, habitações e moradias, comodidades), mas a IES tem um papel importante em manifestar o interesse nessas melhoras e auxiliar o poder público para que essas ações sejam feitas através do apoio técnico, realização de consultas populares em projetos orçamentários, planos de mobilidade urbana e plano diretor, nos editais de licitação do transporte público, entre outros.

Considerando esses aspectos, na Figura 16 apresenta-se uma proposta para mapeamento e controle dos elementos importantes no processo de implementação das ações estratégicas.

Figura 16 – Proposta de mapeamento do processo de implementação das ações

	PROBLEMA x		
	ATORES	RECURSOS	PRAZOS
AÇÃO 1			
AÇÃO 2			
(...)			
AÇÃO n			

Fonte: Elaborado pela autora.

O mapeamento deve considerar que para cada problema levantado na Etapa 1 (Diagnóstico) contemplará um conjunto de ações definidas na Etapa 2 (Formulação de Ações) e para cada uma das ações, deverá ser definido quem são os atores, quais são os recursos necessários, e os prazos para a implementação (curto, médio, longo) considerando o grau de complexidade para implementação e as prioridades, configurando-se na Etapa 3: Implementação.

4.3.4 Etapa 4: Monitoramento

O monitoramento compreende o processo de fiscalização do cumprimento das etapas e prazos definidos no plano de implementação das ações. É importante garantir nesse processo o comprometimento de um departamento ou funcionários dedicados ao comando do fluxo dos processos das ações de mobilidade, especialmente para que haja continuidade na implementação das ações, que às vezes pode ser um processo demorado. A emissão de relatórios periódicos do cumprimento das ações e os próximos prazos é uma importante forma de monitoramento do desempenho do plano de ações. O controle de desempenho pode ser realizado através do estabelecimento de indicadores e realização de *feedbacks* das partes interessadas e beneficiadas pelas ações (AZZALI; SABOUR, 2018; GURRUTXAGA et al., 2017). Esses aspectos, conectam o Monitoramento com a Etapa 1 de Diagnóstico, uma vez que ao serem implementadas as ações, deve-se identificar o surgimento de novas problemáticas de transporte ou necessidade de reforço das ações implementadas.

5 CONCEPÇÃO DOS MÉTODOS ESTATÍSTICOS DE APOIO À TOMADA DE DECISÃO: ANÁLISES MULTIVARIADAS E ESPACIAL

O presente Capítulo apresenta uma síntese das ferramentas estatísticas propostas para análise dos dados do Diagnóstico, especificamente referindo-se aos dados de Comportamento de viagem, conforme definido no Passo 4 (ver Figura 1). A proposta contempla o uso de técnicas estatísticas multivariadas Análise fatorial exploratória e Análise de agrupamentos em conjunto com técnicas espaciais para representação dos dados, sendo, portanto, uma metodologia híbrida de análise.

O procedimento proposto consiste na utilização da análise fatorial exploratória para identificar os fatores (variáveis latentes) que afetam os comportamentos de viagens, as cargas fatoriais calculadas para cada variável devem ser utilizadas na Análise de agrupamentos para determinar os perfis de mobilidade da IES. A representação espacial dos resultados dos diferentes perfis considerando as origens (moradia) e as escolhas dos modos de transporte utilizando ferramentas SIG, permitem discutir acerca dos comportamentos típicos de mobilidade de acordo com os fatores. Além de auxiliarem na medição de outras variáveis do ambiente construído e espaço-temporais, como distâncias de viagem e proximidade com rotas do transporte público. O cruzamento dos múltiplos resultados dá suporte para a identificação dos principais problemas de mobilidade enfrentados pela IES e quais ações estratégicas são necessárias para promover a mobilidade sustentável.

5.1 ANÁLISE FATORIAL EXPLORATÓRIA

A análise fatorial exploratória (do inglês, *Exploratory factor analysis*) é um procedimento estatístico de análise multivariada de dados amplamente utilizado para compreender a estrutura de uma grande quantidade de dados que estão inter-relacionados, simplificando-as e extraindo informações relevantes. A AFE demonstra quais são os constructos latentes que explicam a covariância entre as variáveis, eliminando a parcela das variâncias específicas individuais que não covariam entre si (DAMÁSIO, 2012). Considerando uma matriz de dados originais $\mathbf{X} = X_1, X_2, \dots, X_p$ formada por p variáveis e n observações da população, que pode ser representada pela matriz de ordem $n \times p$ conforme a Equação 1.

$$X = [X_1, X_2, \dots, X_p] = \begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1p} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2p} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ X_{p1} & X_{p2} & \dots & X_{pp} \end{pmatrix} \quad (1)$$

A AFE busca definir uma estrutura latente entre as variáveis do estudo (HAIR et al., 2009). Considerando um vetor aleatório $X = [X_1, X_2, \dots, X_p]$ com média μ e matriz de covariância (Σ), o modelo teórico da análise fatorial, baseado em uma regressão linear, descreve que a variável observável (X) é linearmente dependente das variáveis aleatórias F_1, F_2, \dots, F_m (fatores comuns) e das cargas fatoriais (*factor loadings*) = ℓ_{ij} da i -ésima variável no j -ésimo fator. O modelo fatorial é descrito conforme a Equação 2 (JOHNSON; WICHERN, 2008), onde com $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_p$ são os erros associados.

$$\begin{aligned} X_1 - \mu_1 &= \ell_{11}F_1 + \ell_{12}F_2 + \dots + \ell_{1m}F_m + \varepsilon_1 \\ X_2 - \mu_2 &= \ell_{21}F_1 + \ell_{22}F_2 + \dots + \ell_{2m}F_m + \varepsilon_2 \\ &\dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ X_p - \mu_p &= \ell_{p1}F_1 + \ell_{p2}F_2 + \dots + \ell_{pm}F_m + \varepsilon_p \end{aligned} \quad (2)$$

O modelo pode ser representado na forma matricial pela Equação 3.

$$X_{(p \times 1)} - \mu_{(p \times 1)} = L_{(p \times m)} F_{(p \times m)} + \varepsilon_{(p \times 1)} \quad (3)$$

Onde $X - \mu$ é uma matriz de dimensões, e L é a matriz das cargas fatoriais (*factor loadings*). As cargas fatoriais são as covariâncias medidas entre as variáveis observadas e os fatores comuns $Cov(X_i, F_j)$.

Outra métrica importante a ser observada na AFE é a comunalidade que é definida como a proporção da variância de cada variável X_j explicada pelos fatores comuns, dado por $h_j^2 = \ell_{j1}^2 + \ell_{j2}^2 + \dots + \ell_{jm}^2$. A comunalidade pode ser entendida como a proporção de explicação da variável quando agrupada no fator, e assume valores entre 0 (variância zero quando comparada a outras variáveis do fator) e 1 (quando não há variância específica ou erro). Em geral, são adequados valores superiores a 0,5 (HAIR et al., 2009), embora o pesquisador tenha autonomia para verificar o ajuste das variáveis ao modelo de acordo com os critérios próprios de análise.

O procedimento para aplicação da AFE precisa da delimitação de procedimentos em quatro elementos, sendo eles: (i) pressupostos iniciais; (ii) retenção dos fatores; (iii) rotação dos

fatores; e (iv) extração dos fatores. Os procedimentos adotados devem respeitar o rigor teórico-metodológico para obtenção de análises fatoriais adequadas (DAMÁSIO, 2012, FERRANDO; LORENZO-SEVA, 2018). Embora a análise fatorial seja um modelo linear desenhado para avaliar variáveis contínuas, o método tem sido amplamente utilizado em pesquisas de comportamentos de escolha, que trabalham com dados categóricos ordinais (especialmente a escala *Likert*) (DAMÁSIO, 2012; LEDESMA et al., 2021; KELARESTAGHI; ERMAGUN; HEASLIP, 2019). Assim, um modelo mais apropriado para variáveis categorias ordenadas prevê a estimativa das matrizes de correlação baseado em uma correlação policórica (*polychoric rather*) ao invés da correlação de Pearson (HOLGADO- TELLO et al., 2010). No entanto, softwares estatísticos amplamente utilizados para a estimação de modelos multivariados, como o SPSS IBM, não contemplam esse tipo de exigência para trabalhar com dados categóricos (LEDESMA et al., 2021). Por outro lado, o software FACTOR é um programa gratuito desenvolvido especificamente para realizar procedimentos completos de AFE e contempla especificações adequadas para avaliar dados ordinais (FERRANDO; LORENZO-SEVA, 2018).

A avaliação de pressupostos iniciais (i) busca compreender se a implementação da análise fatorial é adequada a matriz de dados. Os métodos mais comuns de avaliação utilizados são critério de Kaiser-Meyer-Olkin – KMO e o Teste de Esfericidade de Bartlett (*Bartlett's test of sphericity* – BTS). A medida de KMO, também conhecida como índice de adequação da amostra (*Measure of Sampling Adequacy* – MSA), compara as correlações simples com as correlações parciais, que variam de 0 a 1, conforme a Equação 5.

$$MSA = \frac{\sum_{i \neq j} \sum r_{ij}^2}{\sum_{i \neq j} \sum r_{ij}^2 + \sum_{i \neq j} \sum a_{ij}^2} \quad (5)$$

Onde r_{ij} é o coeficiente de correlação entre as variáveis e a_{ij} o coeficiente de correlação parcial. Conforme os critérios de aceitabilidade, é considerado um modelo bom $KMO > 0,7$ e valores inferiores a 0,5 são inaceitáveis (FIELD, 2012).

O BTS examina a matriz de correlações e assume como hipótese H0: a matriz de correlações é uma matriz identidade – essa situação indica que não há relações de independência e, portanto, as variáveis não podem ser agrupadas em nenhum constructo. Valores de Bartlett com níveis de significância ($p < 0,05$) indica que a hipótese nula pode ser rejeitada e que, portanto, a matriz é favorável.

A retenção dos fatores (ii) refere-se à identificação do número de fatores a serem retidos pela AFE. Os métodos mais reportados na literatura são: critério de Kaiser (*Kaiser's criterion*)⁷ e *Scree plot* de Cartell⁸ (*Cattell's scree test*). Embora tenham seu uso generalizado, não são os critérios mais adequados por uma série de razões, conforme reportado por Damásio et al (2012), Ferrando e Lorenzo-Seva (2018) e Ledesma et al (2021). Em geral, os autores recomendam a complementação do *Scree plot* com uma alternativa menos subjetiva, como a Análise Paralela (*Parallel analysis – PA*). O procedimento estatístico de PA é baseado na simulação de Monte-Carlo⁹ para criar um conjunto de matrizes de correlação de variáveis e calcular a média dos *eigenvalues*. Assim, os *eigenvalues* dos dados reais ($p \times n$) são comparados com os *eigenvalues* aleatórios. A retenção dos fatores também é baseada em *eigenvalues* > 1, mas não é considerado o fator decisivo (TIMMERMAN; LORENZO-SEVA, 2011).

O procedimento de rotação fatorial (iii) serve para facilitar a leitura dos resultados das cargas fatoriais. Inicialmente as variáveis podem assumir valores elevados em outros fatores, a rotação faz com que a variável assuma carga fatorial elevada em número menor de fatores ou em apenas um fator. A rotação de fatores pode ser classificada em duas categorias: ortogonais e oblíquos. As rotações oblíquas (*Oblimin*, *Promax*, *Promin* e outros) são mais adequadas nos casos em que a correlação entre as variáveis seja esperada (DAMÁSIO, 2012; LEDESMA et al., 2021).

E finalmente, a extração fatorial (iv) das variáveis mensuradas é realizada com base na análise das matrizes de correlação/covariância. O método de extração mais popular é o de Análise de Componentes Principais (*Principal component analysis – PCA*), no entanto, é um método sensível ao erro de medição, o que pode resultar na superestimação dos fatores comuns. Métodos de extração como método da máxima verossimilhança (*Maximum likelihood – ML*), principais eixos fatoriais (*Principal axis factoring – PAF*), mínimos quadrados não ponderados (*Unweighted least squares – ULS*) e mínimos quadrados ponderados (*Weighted least squares – WLS*) são métodos mais aprimorados em oposição a PCA (DAMÁSIO, 2012; FERRANDO; LORENZO-SEVA, 2018; LEDESMA et al., 2021; TIMMERMAN; LORENZO-SEVA, 2011). Complementarmente, os métodos ULS e WLS são mais robustos e apresentam um melhor

⁷ Critério de Kaiser foi desenvolvido para modelos de Análise de Componentes Principais (PCA) e determina o número de fatores a serem retidos baseado em autovalores (*eigenvalues*) superiores a um.

⁸ *Scree plot* de Cartell determina o número de fatores através da representação gráfica dos autovalores para identificação do achatamento da curva, o “cotovelo”.

⁹ A simulação de Monte-Carlo é uma modelagem de simulação baseada em probabilidades múltiplas para prever um conjunto de resultados baseado na estimação de valores de entrada.

desempenho para diferentes condições de tamanho amostral e categorias de análise (LEDESMA et al., 2021).

De maneira geral, as escolhas dos parâmetros dependem da abordagem e do tipo de variáveis observadas. Considerando as discussões levantadas da literatura, o uso de variáveis categóricas ordenadas advindas do Diagnóstico e os objetivos quanto a aplicação da AFE, propõe-se o uso de uma AFE não linear (matriz de correlação policórica) com rotação fatorial ortogonal e método de extração ULS ou WLS, este último, a depender da capacidade de ajuste ao modelo.

5.2 ANÁLISE DE AGRUPAMENTO

A análise de agrupamento (em inglês, *Cluster Analysis* ou *Clustering*) refere-se a um conjunto de técnicas multivariadas com a finalidade de classificar objetos semelhantes de acordo com variáveis estatísticas de agrupamento previamente definidas (HAIR et al., 2009). O agrupamento ocorre com base na medida de similaridade entre os objetos, onde para o resultado final do agrupamento se busca maximizar a homogeneidade dentro dos grupos e heterogeneidade entre os agrupamentos. Quanto as heurísticas de agrupamento são comumente diferenciadas entre métodos hierárquicos e não-hierárquicos.

A combinação hierárquica é uma técnica de simples aplicação comumente empregada, a vantagem é que não requer a definição do número *a priori* de clusters. O procedimento consiste em inicialmente cada objeto pertencer a um grupo que se unem sucessivamente a outros objetos que formam os agrupamentos. A representação do procedimento é através de um dendograma – um tipo de diagrama que mostra o procedimento da formação dos agrupamentos. Os métodos de Ward e ligação média são os mais populares, a similaridade é uma medida de distância onde a distância euclidiana é a mais popular (CASTRO; FERRARI, 2016; HAIR et al., 2009).

Os métodos não hierárquicos requerem a definição *ad-hoc* do número de agrupamentos, mas são métodos mais flexíveis para aplicação. O algoritmo de K-means é o método mais popular. O processo do método consiste em dividir n objetos em k clusters, o objetivo é minimizar a função do erro quadrado (variância intra-cluster) calculado com base na distância euclidiana entre o objeto x_i e o centroide do cluster c_j . O procedimento pode ser descrito por uma função de custo (f_c) dado pela Equação 6.

$$f_c = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n \|x_i^{(j)} - c_j\| \quad (6)$$

No entanto, conforme mencionado, o melhor número de k clusters deve ser definido *a priori* pelo pesquisador. Algumas técnicas de validação do número k cluster podem auxiliar o pesquisador para verificar qual seria o melhor ajuste. O Critério de Razão de Variância (do inglês *Variance ratio criterion* – VRC) ou também chamado de Índice Calinski-Harabasz (CH) introduzido por Calinski e Harabasz em 1974 é um método popularmente utilizado como uma medida para determinar o número “correto” de clusters. O critério compara a semelhança dos objetos no cluster aos outros clusters. Para uma solução com n objetos e k clusters, o critério é dado pela Equação 7 (KRYSZCZUK; HURLEY, 2010).

$$VRC_k = \frac{BGSS/(k-1)}{WGSS/(k-1)} \quad (7)$$

Onde $BGSS$ refere-se a soma do quadrado entre os grupos (*between group sum of squares*), e $WGSS$ a soma do quadrado dentro do grupo (*within the group sum of squares*).

De maneira geral, não existe um consenso de qual abordagem, hierárquica ou não hierárquica, é a melhor. A escolha do método depende do caráter da pesquisa e os objetivos com a análise. Assim, segundo Hair et al (2009) utilizar uma combinação do método hierárquico e o não hierárquico pode ser uma solução para extrair as vantagens de cada método para a pesquisa. Esse tipo de abordagem é conhecido como agrupamento em duas etapas, onde inicialmente o procedimento hierárquico é utilizado para determinar a número de clusters ideal através da compreensão do particionamento dos objetos em clusters por uma inspeção visual do Dendograma. A aplicação de critérios para determinação do número de clusters também é recomendável. Posteriormente, a solução do K-means determinará o conjunto de clusters e os objetos pertencentes a ele, bem como as distâncias equivalentes do agrupamento.

6 PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO PARA A GESTÃO DA MOBILIDADE SUSTENTÁVEL: ESTUDO DE CASO DO CAMPUS SEDE DA UFSM

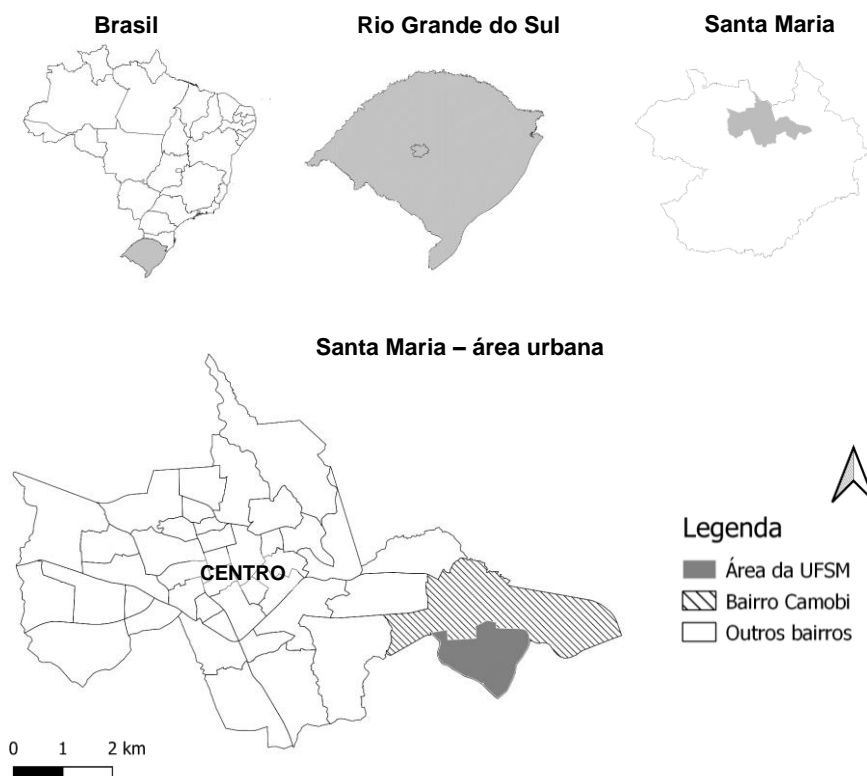
Nesse Capítulo será apresentada a aplicação da proposta de gestão da mobilidade, especificamente sobre as Etapas 1 e 2 relativas ao Diagnóstico e a Formulação de Ações, ao estudo de caso selecionado, bem como o método de análise proposto no Capítulo 5. O subcapítulo 6.1 apresenta e caracteriza o cenário de estudo que corresponde ao estudo de caso da UFSM. A seção 6.2 aborda sobre os processos de aplicação do questionário proposto na Etapa 1, posteriormente são detalhados os procedimentos e ajustes nos métodos de análises dos dados (seção 6.3), e então na seção 6.4 são apresentados os resultados da aplicação da metodologia, diferenciados entre o diagnóstico de qualidade das infraestruturas na IES e do serviço de transporte público, descrições gerais das características sociodemográficas e de mobilidade do cenário de estudo, fatores associados e perfis de mobilidade da comunidade acadêmica. Finalmente, na seção 6.5 é discutido sobre as problemáticas de mobilidade enfrentadas pela IES e são propostas ações para alcançar uma mobilidade mais sustentável.

6.1 CENÁRIO DE ESTUDO

A proposta de gestão para planejamento da mobilidade sustentável em IES foi explorada em um estudo de caso aplicado ao campus sede da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), localizado na cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. A UFSM caracteriza-se como uma instituição de ensino superior pública e federal brasileira situada no endereço Avenida Roraima nº 1000, no bairro Camobi, a uma distância de aproximadamente 10 quilômetros do centro da cidade (Figura 17). Além do Campus sede, a UFSM conta com mais três campi, localizados nas cidades de Frederico Westphalen, Palmeira das Missões e Cachoeira do Sul, distantes de Santa Maria, e que não são contemplados neste estudo.

Santa Maria é considerada uma cidade de tamanho médio com uma população de 285.159 habitantes, tem um clima subtropical e está localizada no centro geográfico do estado do Rio Grande do Sul (IBGE, 2021). Além da IES, o bairro Camobi inclui o aeroporto municipal e uma base militar. Em período anterior à implantação da UFSM, ocorrida em 1960, o bairro Camobi era uma localidade rural na cidade. A instauração da IES impulsionou o crescimento do bairro, que em 1979 tornou-se parte do perímetro urbano. Assim, as atividades do bairro são predominantemente influenciadas pelas demandas da UFSM e da Base Aérea de Santa Maria (BASM), esta última, adjacente ao Campus.

Figura 17 – Localização do campus principal da UFSM



Fonte: Elaborado pela autora no QGIS Desktop versão 3.22.6.

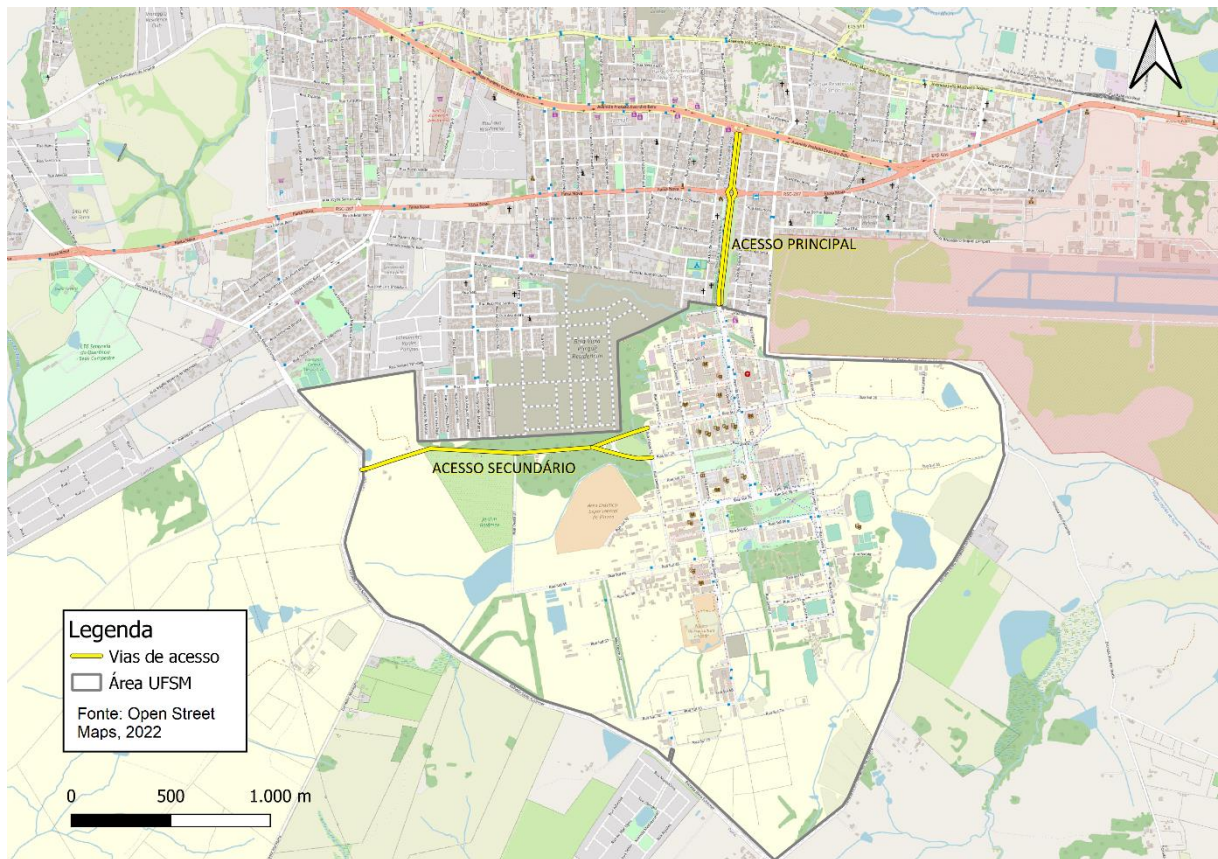
As principais atividades acadêmicas e administrativas do campus principal da UFSM estão localizadas no bairro Camobi, embora existam outros prédios localizados na área central da cidade, com menor atividade. As análises nesta pesquisa foram simplificadas ao estudo das atividades do campus principal no bairro Camobi, uma vez que a demanda de transporte para atividades universitárias no centro teria pouco impacto na representatividade dos deslocamentos universitários em um primeiro estágio de análise.

O campus principal da UFSM possui ao seu redor e nas dependências: moradias estudantis, agências bancárias, posto de combustível, restaurantes, lancheiras, farmácia, hospital universitário e veterinário, algumas atividades de lazer ou estudo como bibliotecas, centro esportivo e de eventos, planetário, jardim botânico e áreas verdes. A IES possui refeitórios com café da manhã, almoço e jantar servido a um baixo custo para os estudantes, e para estudantes de baixa renda, com comprovação de Benefício Socioeconômico, a alimentação nos refeitórios é gratuita e é fornecido alojamento dentro campus chamados de Casa do Estudante Universitário (CEU). Quanto à infraestrutura de transporte, o campus possui três

pontos de ônibus cobertos distribuídos no campus, calçadas e ciclovias que ligam os centros acadêmicos e diversos estacionamentos gratuitos entre os prédios.

O acesso principal à IES é pela Avenida Roraima, que se conecta ao acesso ao centro da cidade, a outros bairros e cidades vizinhas por duas auto-estradas estaduais, RSC 287 e RS 509, ambas com duas faixas de tráfego por direção e interseccionadas com rotatórias. Há também, um acesso secundário pela rua Sul 20 (do Jardim Botânico) que está perpendicular à Estrada Silvio Schirmer, a qual também se obtém acesso à RSC 287. Os acessos e demais configurações do campus estão representados na Figura 18.

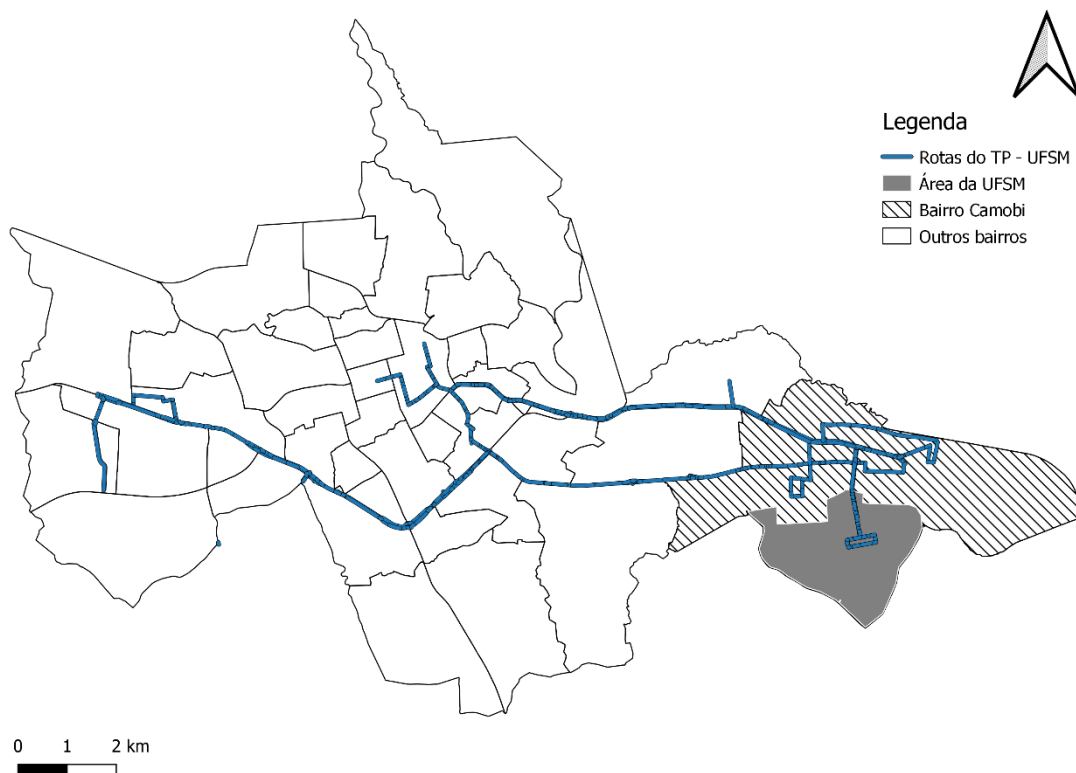
Figura 18 – Caracterização dos acessos ao campus principal da UFSM



Fonte: Elaborado pela autora no QGIS Desktop versão 3.22.6.

Externamente ao campus, as calçadas são descontinuas ao longo do percurso e há ciclovias apenas na Av. Roraima. Cinco linhas de transporte público por empresas de transporte local atendem a UFSM: Circular Camobi, Camobi, Universidade, Bombeiros e Tancredo Neves/Campus. Na Figura 19 está representado as rotas formadas por esse conjunto de linhas do transporte público (TP) que tem acesso ao campus pela Av. Roraima.

Figura 19 – Rotas do transporte público que atendem à demanda da IES



Fonte: Elaborado pela autora no QGIS Desktop versão 3.22.6.

Pela Figura, observa-se que nem todos os bairros são atendidos pelas rotas que levam até a IES, portanto, em certos casos são realizados transbordos entre paradas de ônibus, essa transferência é gratuita por uma hora e os estudantes têm 50% de desconto no valor da passagem.

6.2 COLETA DE DADOS DO DIAGNÓSTICO

O Diagnóstico baseado em um questionário foi desenvolvido em parceria com o Laboratório de Mobilidade e Logística – LAMOT e a Pró-Reitoria de Planejamento e a Pró-Reitoria de Infraestrutura, da UFSM. A aplicação foi feita de modo institucional pelo portal da IES entre os meses de fevereiro e abril de 2021, após aprovação da Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa. O questionário básico (Apêndices A, B e C) foi adaptado para os três tipos da população acadêmica: alunos, docentes e técnicos administrativos.

A população acadêmica foi convidada a participar da pesquisa de forma voluntária e o questionário incorporado pelo portal institucional da IES foi divulgado por meio de e-mails

institucionais e redes sociais. Uma observação importante é que durante o período de aplicação da pesquisa as atividades presenciais da IES encontravam-se suspensas devido à pandemia de Covid-19 e, por esse motivo, as perguntas foram direcionadas aos comportamentos de transporte antes da pandemia.

O campus sede da UFSM possui uma população acadêmica ativa com 20.564 alunos de nível superior, 1.763 professores e 1.582 funcionários administrativos, no período da pesquisa. Considerando um nível de confiança de 95% e erro amostral de 5% para uma amostragem aleatória, o número mínimo de respondentes do questionário de pesquisa é de 378 alunos, 316 professores e 310 funcionários administrativos. A Tabela 3 apresenta a população acadêmica, amostra mínima calculada e os respondentes obtidos na pesquisa.

Tabela 3 – Entrevistados e população acadêmica

	População acadêmica *	Amostra mínima	Respondentes
	<i>n</i> (%)	<i>n</i> (%)	<i>n</i> (%)
<i>Estudantes</i>			
Homens	8.816 (42,9)	162 (43,0)	863 (46,9)
Mulheres	11.748 (57,1)	216 (57,0)	979 (53,1)
Ensino Médio	2.408 (11,7)	45 (12,0)	234 (12,7)
Graduação	16.474 (80,1)	302 (80,0)	1.524 (82,8)
Pós-Graduação	1.681 (8,2)	31 (8,0)	84 (4,6)
<i>Docentes</i>			
Homens	920 (46,5)	148 (47,0)	250 (46,6)
Mulheres	943 (53,5)	168 (53,0)	286 (53,4)
<i>Técnicos administrativos</i>			
Homens	759 (48,0)	149 (48,0)	181 (43,6)
Mulheres	823 (52,0)	161 (52,0)	234 (56,4)

* Dados do Sistema de Informação Educacional (SIE) da UFSM em 2021. <https://portal.ufsm.br/ufsm-em-numeros/>. Acesso em 20 de abril de 2021.

Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com a Tabela 3, a amostra mínima foi ultrapassada e, portanto, optou-se por manter as respostas completas, garantindo a proporção da população acadêmica por gênero e nível de estudo, e de docentes e técnicos administrativos por gênero. A proporção de população e respondentes teve uma variação máxima de $\pm 4,4\%$. O número total de respondentes ($n=2.793$) refere-se às respostas completas ao questionário. Foram excluídas as respostas que não continham informações completas, de acordo com os objetivos da pesquisa.

6.3 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados obtidos do questionário de Diagnóstico da mobilidade foram tratados e analisados mediante a técnicas estatísticas e análises geoespaciais. Para as análises de caracterização geral da comunidade acadêmica e para os diagnósticos de qualidade foram utilizadas estatísticas descritivas como gráficos, tabelas e mapas, uma vez que se referem a uma compreensão primária dos dados brutos do questionário.

As análises geoespaciais presentes nesta pesquisa são baseadas na georrefenciamento de endereços geográficos. Dentro do questionário de mobilidade, os entrevistados foram convidados a declararem o local de moradia, essa informação foi utilizada para representar as origens no mapa da cidade. Os endereços de moradia (rua, bairro, CEP e cidade) dos respondentes foram manuseados para realizar a geocodificação através de dois serviços: Google Maps API Platform e o módulo Geocoding da Mapbox API. O processo consiste na busca das coordenadas de latitude e longitude a partir dos endereços nominais. Os resultados foram exportados para o Qgis Desktop versão 3.22.6 e incorporou-se aos resultados para complementar as discussões.

As análises também envolveram o uso de estatísticas multivariadas de dados com o objetivo de explorar simultaneamente o conjunto de variáveis para entender relações complexas entre os objetos observados (HAIR et al., 2009). Para compreender os principais fatores que afetam os comportamentos de viagens da comunidade acadêmica, a AFE foi aplicada, e as cargas fatoriais (*factor loadings*) – calculadas para cada respondente com base nos fatores gerados – foram utilizados para identificar os perfis de mobilidade da comunidade acadêmica através de Técnicas de Agrupamento (*Clustering*) com representação geoespacial dos dados.

6.3.1 Procedimentos de ajustes da AFE

Para realizar o procedimento de análise, os dados coletados foram desagregados em 26 variáveis caracterizadas como variáveis de entrada no modelo AFE (*input*). As variáveis, os atributos envolvidos e os níveis desagregados são apresentados no Quadro 6.

Quadro 6 – Variáveis de entrada no modelo AFE

	Atributo	Variável	Níveis	
Características socioeconômicas	Tipo de respondente	v1 <i>tipo-estudante</i>	estudante (1); professor ou técnico (0)	
	Gênero	v2 <i>genero</i>	masculino (1); feminino (0)	
	Faixa etária (em anos)	v3 <i>fx-idade</i>	<30 (1); ≥30 <60 anos (2); ≥60 anos	
	Nível de escolaridade completo	v4 <i>nível-escolar</i>	ensino médio (1); graduação (2); pós-graduação (3)	
	Faixa de renda mensal (em salários mínimos R\$)	v5 <i>fx-renda</i>	<2 (1); ≥2 <4 (2); ≥4 <10 (3); ≥10 <20 (4); ≥20 (5)	
	Filhos dependentes (em creche ou idade escolar)	v6 <i>tem-filho</i>	sim (1); não (0)	
	Propriedade veicular	v7 <i>prop-veiculo</i>	sim (1); não (0)	
		v8 <i>prop-bicicleta</i>	sim (1); não (0)	
	Habilitação para dirigir	v9 <i>tem-cnh</i>	sim (1); não (0)	
Características da moradia	Perfil da moradia	v10 <i>reside-ceu*</i>	sim (1); não (0)	
		v11 <i>pesoas-moradia</i>	uma pessoa (1); duas pessoas (2); três pessoas (3); quatro pessoas (4); cinco pessoas (5); 6 pessoas (6); sete ou mais pessoas (7)	
		v12 <i>mora-colega</i>	sim (1); não (0)	
		v13 <i>mora-sozinho</i>	sim (1); não (0)	
	Distância de viagem	v14 <i>fx-dist-origem</i>	< 0,5 km (1); ≥ 0,5 <1 km (2); ≥1 <1,5 km (3); ≥1,5 <2,5 km (4); ≥2,5 <3,5 km (5); ≥3,5 <5 km (6); ≥5 <10 km (7); ≥10 <15 km (8); ≥15 <20 km (9); ≥ 20 km (10)	
	Cobertura do transporte público	v15 <i>parada-próxima</i>	tem parada próxima (1); não tem (0)	
		v16 <i>faz transbordo</i>	sim (1); não (0)	
		v17 <i>fx-dist-parada</i>	<0,1 km (1); ≥0,1 <0,3 km (2); ≥0,3 <0,5 km (3); ≥0,5 <1 km (4); ≥1 <2 km (5); ≥2 <5 km (6); ≥5 <10 km (7); ≥10 km (8)	
	Características dos deslocamentos	Modo de transporte	v18 <i>modo-ativo</i>	modo de transporte ativo (1); modo de transporte motorizado (0)
			v19 <i>modo-transpub</i>	transporte público (1); outro modo (0)
Tempo de viagem		v20 <i>tempo-viagem</i>	até 5 min (1); entre 5 a 15 min (2); entre 15 a 30 min (3); entre 30 a 60 min (4); entre 60 a 120 min (5); mais de 120 min (6)	
Turno que realiza as atividades da IES		v21 <i>turno-noturno</i>	somente noturno (1); diurno e outros (0)	
Deslocamentos no horário do almoço		v22 <i>almoça-ru**</i>	sim (1); não (0)	
		v23 <i>almoça-fora</i>	sim (1); não (0)	
Realizar outras atividades		v24 <i>ativ-trabalha</i>	sim (1); não (0)	
		v25 <i>ativ-compras</i>	sim (1); não (0)	
	v26 <i>ativ-creche</i>	sim (1); não (0)		

* ceu sigla para Casa do Estudante Universitário (CEU)

** ru sigla para Restaurante Universitário (RU)

Fonte: Elaborado pela autora.

Todas as variáveis foram obtidas através do questionário de mobilidade aplicado à comunidade acadêmica, com exceção das variáveis *fx-dist-origem* e *fx-dist-parada*, que foram calculadas geoespacialmente pela ferramenta Qgis Desktop considerando o endereço de moradia declarado no questionário. A variável *fx-dist-origem* se refere à distância entre cada

ponto de origem (moradia) e o ponto de chegada simplificado como o centróide da área da IES. A variável *fx-dist-parada* se refere à menor distância entre o ponto de origem até uma parada de ônibus com rota universitária (ver Figura 19). Ambas as distâncias foram calculadas considerando a distância euclidiana (distância reta entre dois pontos), ou seja, foi considerada uma simplificação da distância a considerando a distância real na malha viária.

A AFE foi implementada utilizando o software FACTOR com uma matriz policórica (adequada para dados categóricos ordinais) e o método de extração dos fatores *Unweighted least squares* (ULS) com rotação *Promin*. A determinação do número dos fatores do modelo linear foi realizada utilizando a técnica *Parallel Analysis* (PA) com permutação aleatória dos dados observados. Sendo assim, os parâmetros definidos para a modelagem seguem as recomendações discutidas do Capítulo 5. A adequação do modelo foi avaliada por meio do *Root Mean Square of Residuals* (RMSR) = 0,0703 e assume-se como um valor bom segundo os critérios de aceitabilidade do modelo = 0,0189 (Kelley's criterion) (KELLEY, 1935, p. 13).

O ajuste das variáveis ao modelo foi feito através da análise da matriz de correlação de Pearson como *proxy* da matriz de correlação policórica, o que permitiu eliminar as variáveis pouco representativas no modelo através do método de adequação das variáveis à amostra (*measure of sampling adequacy*) > 0,5 e análise das comunalidades superiores a 0,6 que foram consideradas adequadas ao modelo (HAIR et al., 2009).

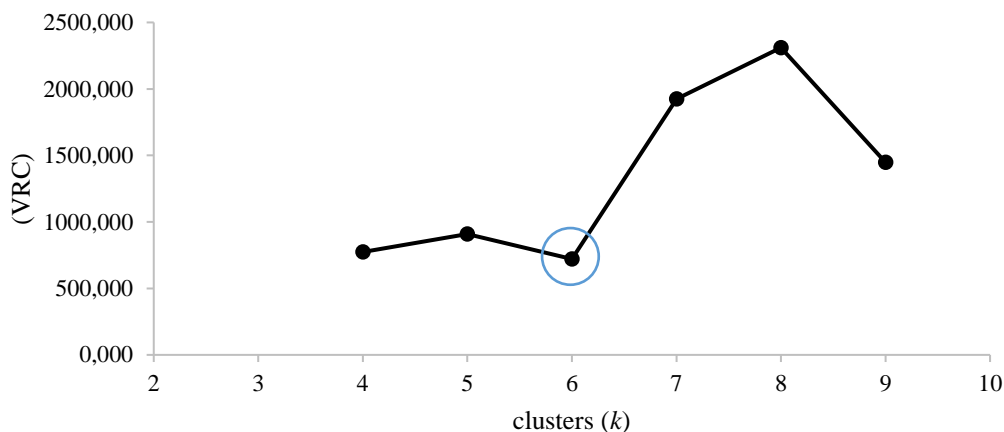
6.3.2 Procedimentos da análise de agrupamento

A análise de agrupamentos foi empregada para identificar os perfis de mobilidade da IES. As variáveis estatísticas do agrupamento referem-se aos escores fatoriais calculados a partir dos fatores que afetam os comportamentos de viagens obtidos da AFE. Os escores fatoriais são uma medida composta criada para cada respondente baseando-se nas cargas fatoriais do conjunto de variáveis de cada fator extraído da análise fatorial. O processo de agrupamento com base em escores fatoriais para cada fator – em oposição ao uso das variáveis originais – é uma forma de padronização das escalas de mensuração das variáveis, evitando possíveis distorções na estrutura do agrupamento.

A análise de agrupamento foi empregada em duas etapas. Na primeira etapa, o procedimento de agrupamento hierárquico foi empregado usando a medida de distância de ligação média (*average linkage*) – método menos afetado por observações atípicas (HAIR et al., 2009). A partir da inspeção visual do Dendograma (Anexo 1) identificou-se os possíveis números de clusters (variação de 4 a 9), a depender da distância. Sendo assim, o VRC foi

aplicado para determinar o número ótimo de clusters para basear a solução final. Na Figura 20 encontra-se o resultado gráfico do VRC, onde o número ótimo é igual a $k = 6$.

Figura 20 – Gráfico do critério da Razão de variância (número ótimo de k)



Fonte: Elaborado pela autora.

Assim, o método K-means foi aplicado ao número ótimo de clusters para refinar os resultados e obter o agrupamento final.

6.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES DO DIAGNÓSTICO

O presente Capítulo refere-se à apresentação dos resultados das análises do questionário de mobilidade. A seção 6.4.1 faz uma descrição geral das características sociodemográficas e de mobilidade do cenário de estudo, a seção 6.4.2 apresenta o diagnóstico de qualidade das infraestruturas na IES e do serviço de transporte público; a seção 6.4.3 discorre sobre os resultados obtidos da AFE para os fatores associados ao comportamento de viagens e a seção 6.4.4 apresenta os resultados da análise de agrupamento para determinar os perfis de mobilidade da comunidade acadêmica.

6.4.1 Análise da infraestrutura de mobilidade na IES

Conforme o modelo do questionário apresentado nos Apêndices B e C, os respondentes foram convidados a expressar a sua avaliação sobre variáveis que envolvem a qualidade das infraestruturas e os serviços de transporte público através de uma escala Likert com cinco graus de concordância variando entre Péssimo (1) a Ótimo (5). O resultado das avaliações foi

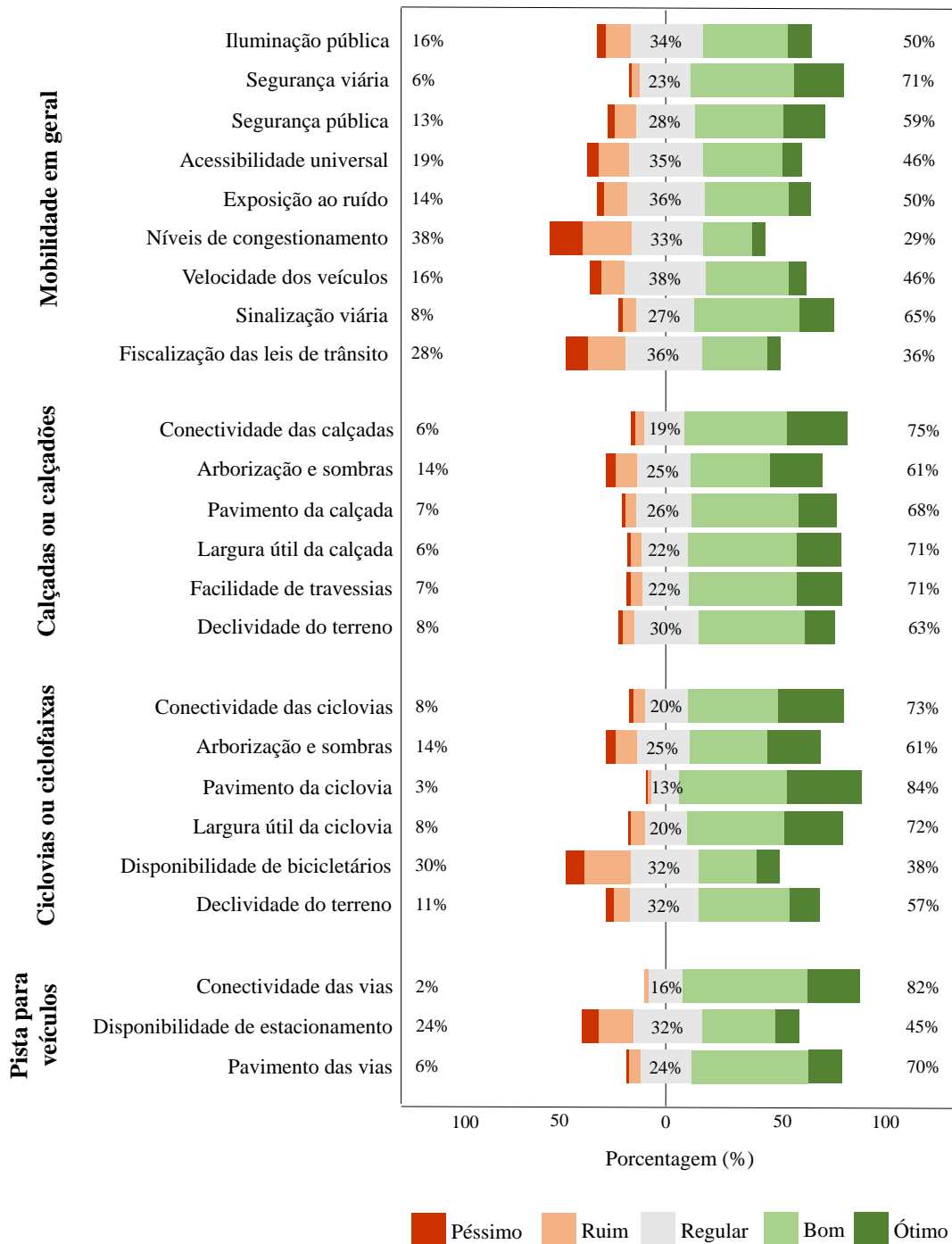
apresentado através de recursos gráficos, na Figura 21 encontra-se o diagnóstico das infraestruturas internas a IES. As variáveis relativas às Infraestruturas estão diferenciadas entre quatro seções segundo apresentado na seção 3.3.1: mobilidade geral, calçadas ou calçadões, ciclovias ou ciclofaixas e pista de veículos. As questões foram direcionadas a percepção da condição das infraestruturas de transporte presentes dentro da área da IES. Para os aspectos de ciclovias e pista dos veículos foram considerados apenas a percepção dos entrevistados que utilizam a bicicleta ou veículo motorizado privado, respectivamente, de forma a coletar a percepção diretamente dos usuários dessas infraestruturas. Para os aspectos das calçadas não se aplicou essa limitação, uma vez que em algum momento todos se tornam pedestres, do mesmo modo que os aspectos de mobilidade em geral foram questionados para todos entrevistados.

Na Figura 22 é apresentada a qualidade percebida dos usuários do serviço de transporte público por ônibus nos trajetos com destino a IES. A percepção de qualidade é referente aos aspectos considerando todo o trajeto, desde a origem, o trajeto e até a IES.

Os gráficos apresentados nas Figuras, expressam o grau de concordância baseando-se na centralidade do terceiro elemento denominado de Regular (3), uma vez que ele assume uma posição de neutro, sendo assim, as barras mais posicionadas à direita – coloração em tons de verde – indicam que a variável tem uma Boa (4) a Ótima (5) qualidade, enquanto que o posicionamento mais à esquerda – coloração em tons de vermelho – demonstra que a variável é classificada de Ruim (2) a Péssima (1). Os percentuais apresentados indicam nas extremidades a soma das categorias de baixa qualidade percebida (graus 1 e 2) e de boa qualidade percebida (graus 4 e 5), além do valor central neutro.

Com relação a mobilidade em geral, as variáveis *Níveis de congestionamento* (38%) e *Fiscalização das Leis de Trânsito* (28%), assumem os maiores percentuais de insatisfação, embora sejam valores pequenos em comparação aos percentuais de satisfação. As melhores avaliações foram para as variáveis, *Segurança viária* (71%) e *Sinalização Viária* (65%). Quanto as Calçadas ou Calçadões, basicamente todas as variáveis receberam boas avaliações, a variável que tem o menor desempenho é a *Arborização e sombras* (14%). As ciclovias ou ciclofaixas tem um menor desempenho em relação a *Disponibilidade de bicicletário* (30%), as outras variáveis também apresentam bons desempenhos. Sobre as Pistas para veículos, a *Disponibilidade de estacionamentos* (24%) foi o elemento com destaque em baixo desempenho.

Figura 21 – Diagnóstico de qualidade das infraestruturas de mobilidade

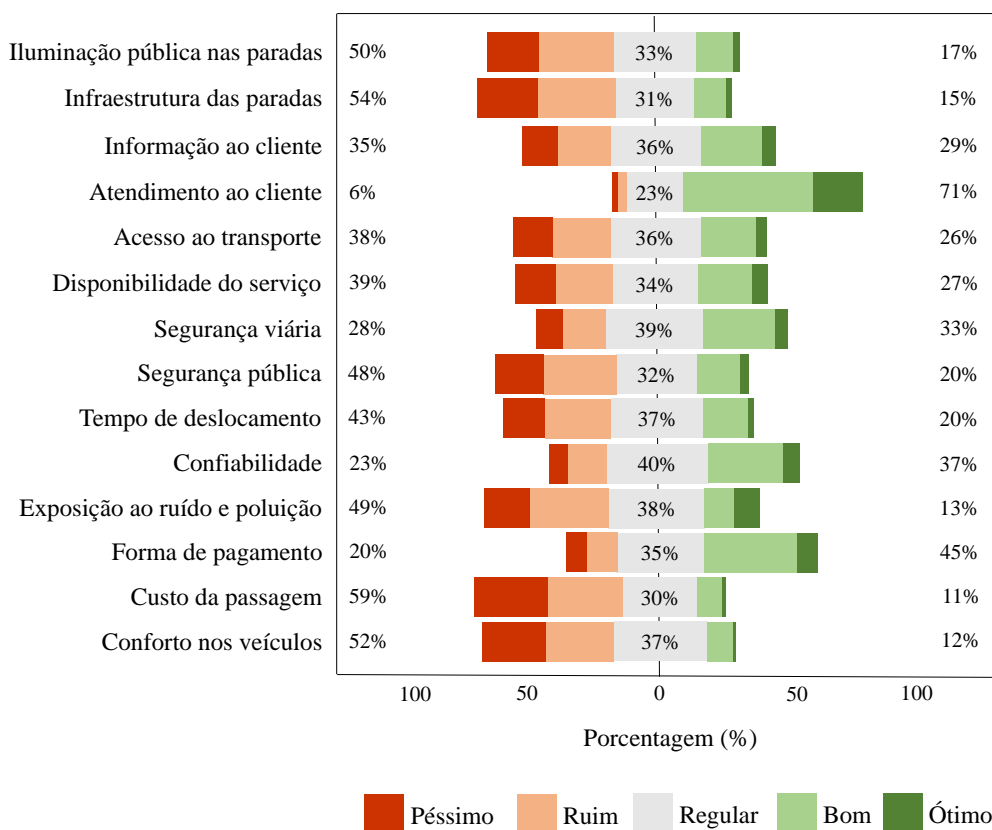


Fonte: Elaborado pela autora.

Sob outra perspectiva, o Diagnóstico de qualidade do serviço de transporte público apresenta baixos desempenhos para múltiplas variáveis. A única variável que se destaca com um bom desempenho é *Atendimento ao Cliente* (71%). Fazendo um ranqueamento das piores avaliações, as que se destacam são: *Custo da passagem* (59%), *Conforto nos veículos* (52%),

Infraestruturas das Paradas (54%), Exposição ao ruído e poluição (49%), Segurança pública (50%) e Tempo de deslocamento (43%).

Figura 22 – Diagnóstico de qualidade do serviço de transporte público



Fonte: Elaborado pela autora.

Em termos gerais, o bom desempenho nas variáveis relativas à circulação dos pedestres e ciclistas indicam que a IES é amigável da mobilidade ativa, os destaques de desempenho nas variáveis de segurança viária e sinalização também contribuem para esse quesito. As melhorias devem ser relativas ao aumento da disposição de bicicletários e aumento de áreas sombreadas, este último pode ser através do aumento de áreas verdes ou investimento em caminhos cobertos. Por outro lado, as principais problemáticas envolvem os congestionamentos, provavelmente nas áreas de acesso à IES, que se intensificam nos horários de pico. Mas a disputa por vagas de estacionamento também parece ser um problema recorrente. Sendo assim, disponibilizar mais áreas para veículos causaria um incremento aos congestionamentos, portanto, as soluções devem ser pensadas para o desestímulo ao uso do automóvel e aumento da rotatividade das vagas de estacionamento. Quanto a fiscalização das leis de trânsito, é preciso aumentar o

patrulhamento da IES para fiscalizar irregularidades nas áreas internas e comunicar as autoridades de trânsito competentes para aplicarem os autos.

Sendo assim, as ações para melhoria dos serviços de transporte público devem priorizar o aumento dos subsídios tarifários e melhora em geral da qualidade do serviço para se adequar à percepção do custo da passagem, além de renovação da frota dos ônibus com prioridade de veículos mais confortáveis e movidos a eletricidade. As infraestruturas das paradas devem ser melhoradas a partir do aumento de áreas cobertas com bancos e iluminação pública, reforçar o policiamento nas ruas e nos veículos coletivos. Quanto aos tempos de deslocamento, é preciso rever se as rotas universitárias estão atendendo as demandas dos passageiros, além disso, a criação de faixas exclusivas para o transporte coletivo pode diminuir os tempos de espera no congestionamento.

6.4.2 Características gerais da mobilidade da comunidade acadêmica

O questionário de mobilidade contemplou um conjunto de questões que caracterizam o comportamento de viagem (informações pessoais, moradia, atividades desenvolvidas e modos de transporte). Os atributos sociodemográficos dos respondentes válidos são detalhados ($n=2.793$) na Tabela 4.

Os participantes que responderam à pesquisa eram predominantemente do sexo feminino (53,7%) e com idades entre até 29 anos (50,9%) e 30 a 59 anos (44,6%), respeitando a representatividade da população acadêmica. Os estudantes concentram a menor renda familiar mensal, 63,8% declararam até 4 salários mínimos, conforme o valor de referência. Os professores assumem os maiores rendimentos familiares mensais, 54,7% com mais de 10 a 20 salários e os funcionários administrativos com renda familiar mediana, 4 a 10 salários mínimos (55,7%). Na metade dos casos, o perfil da moradia refere-se a familiares/parentes (50,5%), para os estudantes o também é significativo morar somente com colegas/amigos (24%), enquanto que professores e funcionários administrativos moram também somente com parceiros¹⁰ 26,1% e 27%, respectivamente. Em termos gerais, a maioria dos entrevistados 80,8% não possuem filhos dependentes¹¹, uma vez que mais de dois terços dos participantes são representados pelos

¹⁰ Para a condição de parceiro foram considerados todas as relações afetivas declaradas pelo entrevistado, tais como casamento, união estável e namoro.

¹¹ Para a condição de filhos dependentes foram considerados crianças ou adolescentes em idade de período escolar, escola infantil e creches.

alunos, no entanto, mais da metade dos professores e funcionários administrativos possuem filhos nesta condição (58,4% e 61,9%, respectivamente).

Tabela 4 – Resumo das estatísticas sociodemográficas (n= 2.793)

Variável	População acadêmica			Total
	Estudantes	Docentes	Técnicos Administrativos	
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Sexo				
Homens	863 (46,9)	250 (46,6)	181 (43,6)	1.294 (46,3)
Mulheres	979 (53,1)	286 (53,4)	234 (56,4)	1.499 (53,7)
Idade				
até 29 anos	1.391 (75,4)	5(0,9)	27 (6,5)	1.423 (50,9)
30 a 59 anos	445 (24,1)	446 (83,2)	357 (86,0)	1.248 (44,6)
Mais de 60 anos	9 (0,5)	85 (15,9)	31 (7,5)	125 (4,5)
Renda Familiar*				
NI**	133 (7,2)	47 (8,8)	12 (2,9)	192 (6,8)
Menor que 2	641 (34,7)	0 (0,0)	1 (0,2)	642 (22,9)
2 a 4	536 (29,1)	4 (0,7)	76 (18,3)	616 (22,0)
4 a 10	387 (21,0)	122 (22,8)	231 (55,7)	740 (26,4)
10 a 20	118 (6,4)	293 (54,7)	91 (21,9)	502 (17,9)
Mais que 20	30 (1,6)	70 (13,1)	12 (1,0)	112 (4,0)
Perfil da moradia				
Sozinho	285 (15,4)	85 (15,9)	55 (13,3)	425 (15,2)
Familiares/parentes	866 (46,9)	309 (57,6)	238 (57,3)	1.413 (50,5)
Parceiro	252 (13,7)	140 (26,1)	112 (27,0)	504 (18,1)
Colegas/amigos	442 (24,0)	2 (0,4)	10 (2,4)	454 (16,2)
Filhos dependentes				
Sim	156 (8,5)	223 (41,6)	158 (38,1)	537 (19,2)
Não	1.689 (91,5)	313 (58,4)	257 (61,9)	2.259 (80,8)
Carteira de habilitação				
Sim	1.073 (58,2)	497 (92,7)	358 (86,3)	1.928 (68,9)
Não	772 (41,8)	39 (7,3)	57 (13,7)	868 (31,1)
Acesso ao automóvel				
Sim	1.113 (39,7)	487 (90,9)	325 (78,3)	1.925 (68,8)
Não	732 (60,3)	49 (9,1)	90 (21,7)	871 (31,2)
Acesso à motocicleta				
Sim	116 (6,3)	22 (4,1)	29 (7,0)	167 (6,0)
Não	1.729 (93,7)	514 (95,9)	386 (93,0)	2.629 (94,0)
Acesso à bicicleta				
Sim	350 (19,0)	102 (19,0)	68 (16,4)	520 (18,6)
Não	1.495 (81,0)	434 (81,0)	347 (83,6)	2.276 (81,4)

*Quantidade de salários mínimos em moeda local (R\$ 1.100,00 – valor do salário mínimo em 2021)

** Não Informado (NI)

Fonte: Elaborado pela autora.

Em relação à carteira de habilitação para dirigir, mais da metade dos entrevistados tem a posse (68,9%), e os professores e funcionários administrativos quase em sua totalidade são habilitados (92,7% e 86,3%). A disponibilidade de veículos para uso individual foi questionada quanto ao automóvel, motocicleta e bicicleta. O acesso ao automóvel acontece para mais da metade dos entrevistados (68,8%), e para os docentes e técnicos administrativos o percentual é maior. Há uma baixa adesão à motocicleta, sendo pouco representativa entre os entrevistados.

A posse de bicicleta consegue ser representativa para 18,6% dos respondentes, não tendo variações significativas entre a população acadêmica.

As escolhas de transporte foram resumidas na Tabela 5. Em termos gerais, o transporte público é o modo de transporte mais utilizado, com 38,8% dos entrevistados, seguido do automóvel (37,4%) e a caminhada (14,1%). É interessante notar que embora o uso do automóvel se assemelha ao uso do transporte público, ainda assume uma posição inferior a este, e mesmo assim já está provocando insatisfação da população acadêmica com os níveis de congestionamento.

Tabela 5 – Escolhas de modos de transporte da população acadêmica

Modo de transporte	População acadêmica (n= 2973)			
	Estudantes	Professores	Funcionários administrativos	Total
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Transporte público	931 (50,5)	52 (9,7)	102 (24,6)	1.085 (38,8)
Automóvel	333 (18,1)	440 (82,1)	270 (65,1)	1.043 (37,4)
Caminhada	361 (19,6)	17 (3,2)	17 (4,1)	395 (14,1)
Bicicleta	151 (8,2)	15 (2,8)	15 (2,9)	178 (6,4)
Motocicleta	53 (2,9)	10 (1,9)	14 (3,4)	77 (2,8)
Outros	13 (0,7)	2 (0,4)	0 (0,0)	15 (0,5)

Fonte: Elaborado pela autora.

Outra observação é que as escolhas de transporte variam entre a população acadêmica. Enquanto que metade dos estudantes (50,2%) é dependente do transporte público, seguido da caminhada (19,6%) e automóvel (18,1%), os professores concentram os deslocamentos no automóvel (82,1%) e os funcionários administrativos no automóvel (65,1%), seguido do transporte público (24,6%). Entre os estudantes, os alunos de graduação se deslocam mais de transporte público (51,9%) e caminhada (20,6%), enquanto que alunos de pós-graduação dividem-se entre o transporte público (41,0%) e o automóvel (35,0%). Dos estudantes que residem na Casa do Estudante Universitário (CEU), 76% utilizam a mobilidade ativa, sendo que 69% caminham e 7% pedalam.

Conforme a Tabela 6, pode-se observar que a escolha do modo de transporte também varia conforme renda familiar. Para rendimentos mensais de até 4 salários mínimos, os padrões de escolha são semelhantes, onde um pouco mais da metade utiliza o transporte público, em média 53,2%, a caminhada prevalece em segunda posição para renda inferior a 2 salários mínimos (25,4%) enquanto que o automóvel recebe essa posição para renda entre 2 a 4 salários com 21,6%. Mas a dependência do veículo motorizado individual ocorre na população com rendimentos superiores a 10 salários mínimos, onde em média 75,4% desloca-se com o

automóvel. Para renda familiar mensal de 4 a 10 salários mínimos, os deslocamentos dividem-se entre o automóvel (47,9%) e o transporte público (33,7%).

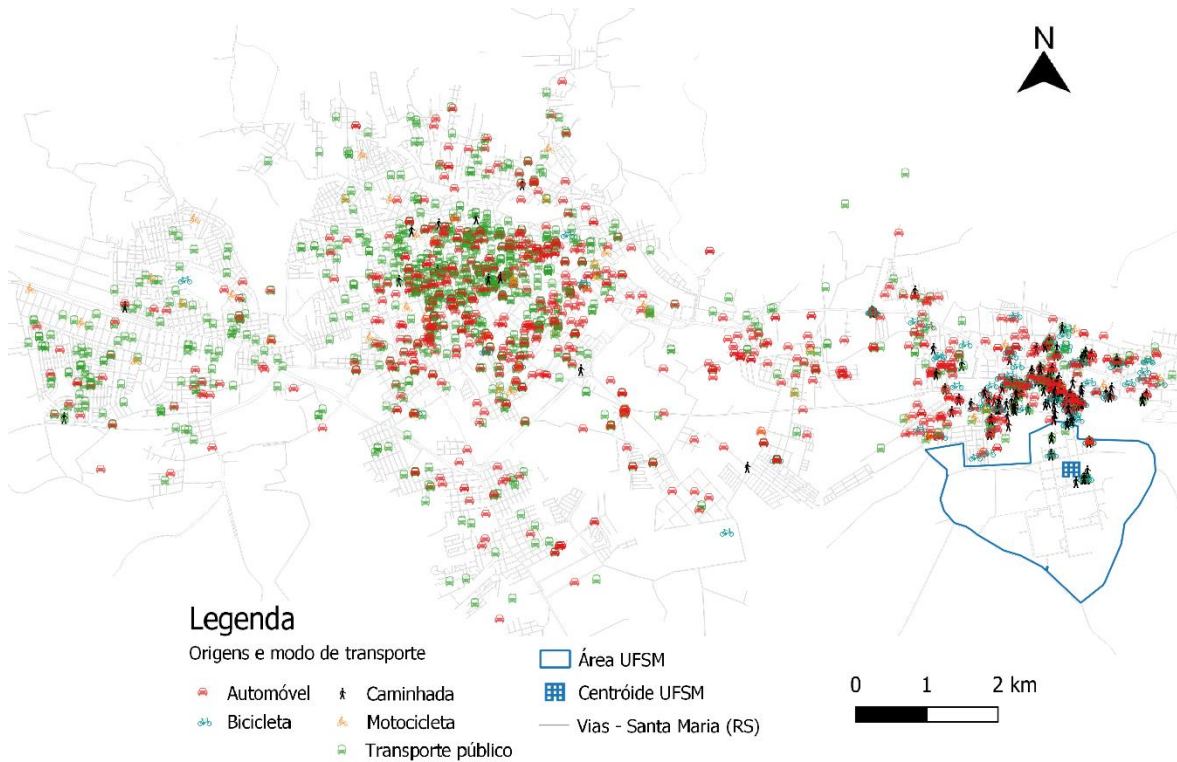
Tabela 6 – Escolhas de modos de transporte conforme faixas de renda

Modo de transporte	Renda familiar mensal declarada (n° salários mínimos)					NI
	< 2	2 – 4	4 – 10	10 – 20	> 20	
	<i>n</i> (%)	<i>n</i> (%)	<i>n</i> (%)	<i>n</i> (%)	<i>n</i> (%)	<i>n</i> (%)
Transporte público	358 (55,9)	311 (50,5)	249 (33,7)	91 (18,1)	10 (9,6)	66 (34,6)
Automóvel	44 (6,9)	133 (21,6)	354 (47,9)	356 (70,9)	88 (79,8)	14 (37,3)
Caminhada	163 (25,4)	102 (16,6)	67 (9,1)	26 (5,2)	5 (4,8)	32 (16,8)
Bicicleta	56 (8,7)	47 (7,6)	40 (5,4)	17 (3,4)	4 (3,8)	14 (7,3)
Motocicleta	18 (2,8)	21 (3,4)	21 (2,8)	9 (1,8)	2 (1,9)	6 (3,1)
Outros	2 (0,3)	2 (0,3)	8 (1,1)	3 (0,6)	0 (0,0)	0 (0,0)

Fonte: Elaborado pela autora.

A distribuição geoespacial das moradias (origens) da comunidade acadêmica da UFSM ao longo da área urbana da cidade é representada a Figura 23.

Figura 23 – Distribuição das origens e escolhas de modo de transporte

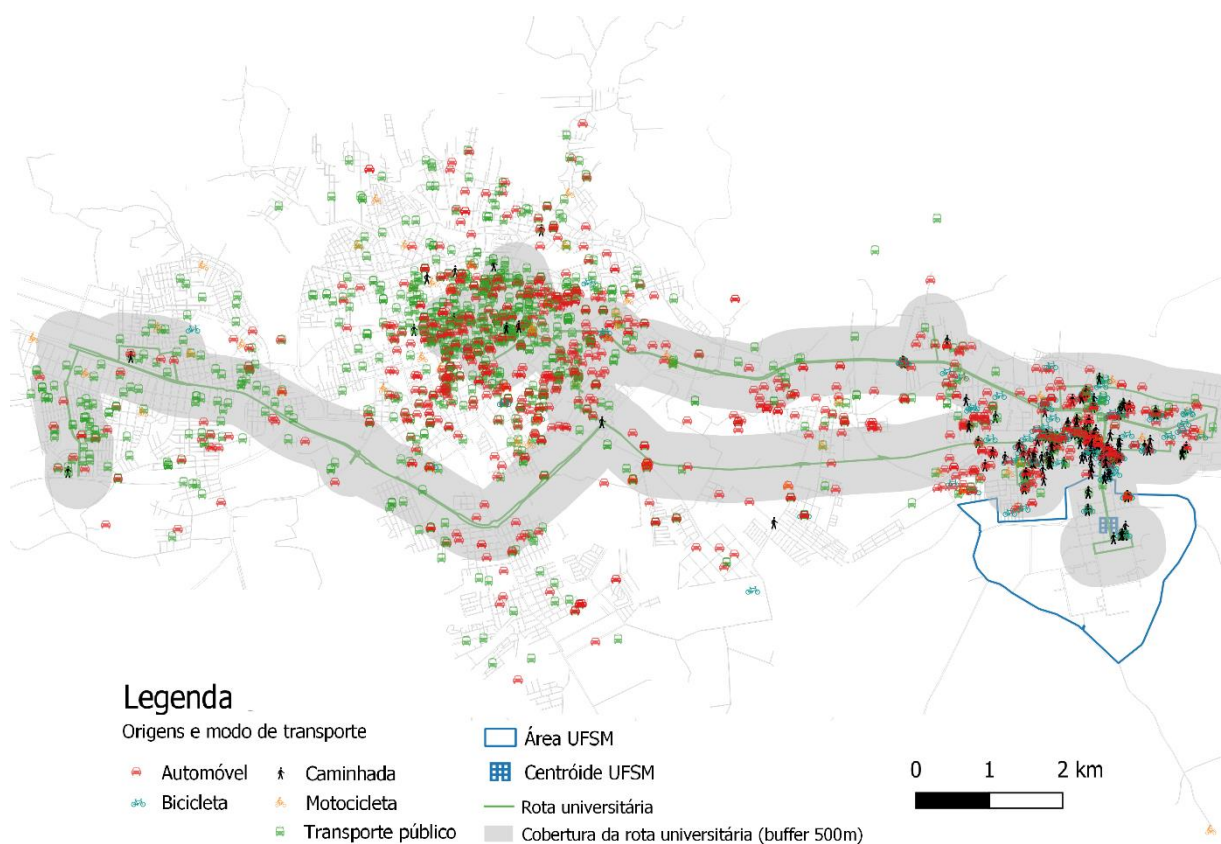


Fonte: Elaborado pela autora no QGIS Desktop versão 3.22.6.

Há dois aglomerados maiores: primeiramente, aqueles que residem no bairro mais próximo ao campus (Bairro Camobi), e o segundo próximo à região central, que abrange os bairros Centro, Bonfim, Nossa Sra. de Lourdes, de Fátima, do Rosário e das Dores. Por se tratar de uma IES suburbana, nem todas as atividades (compras, lazer, trabalho) são supridas no entorno da IES, desta forma, parece que a comunidade acadêmica tende a otimizar local de moradia considerando esses aspectos, além da dinâmica de deslocamentos do contexto familiar.

Uma das características importantes para estimular o uso do transporte público é torná-lo acessível a uma distância caminhável. Parâmetros referenciais do planejamento urbano brasileiro indicam que 500 metros é considerado a distância ideal de caminhada até a parada de ônibus (BRASIL, 2017). A Figura 24 apresenta a distribuição espacial das origens e as escolhas de modos de transporte motorizadas (automóvel, motocicleta e transporte público) com uma máscara das rotas do transporte público com destino à IES, considerando um *buffer* de 500 metros.

Figura 24 – Origens, escolhas motorizadas de transporte e cobertura do transporte público em rotas universitárias (*buffer* 500 m)

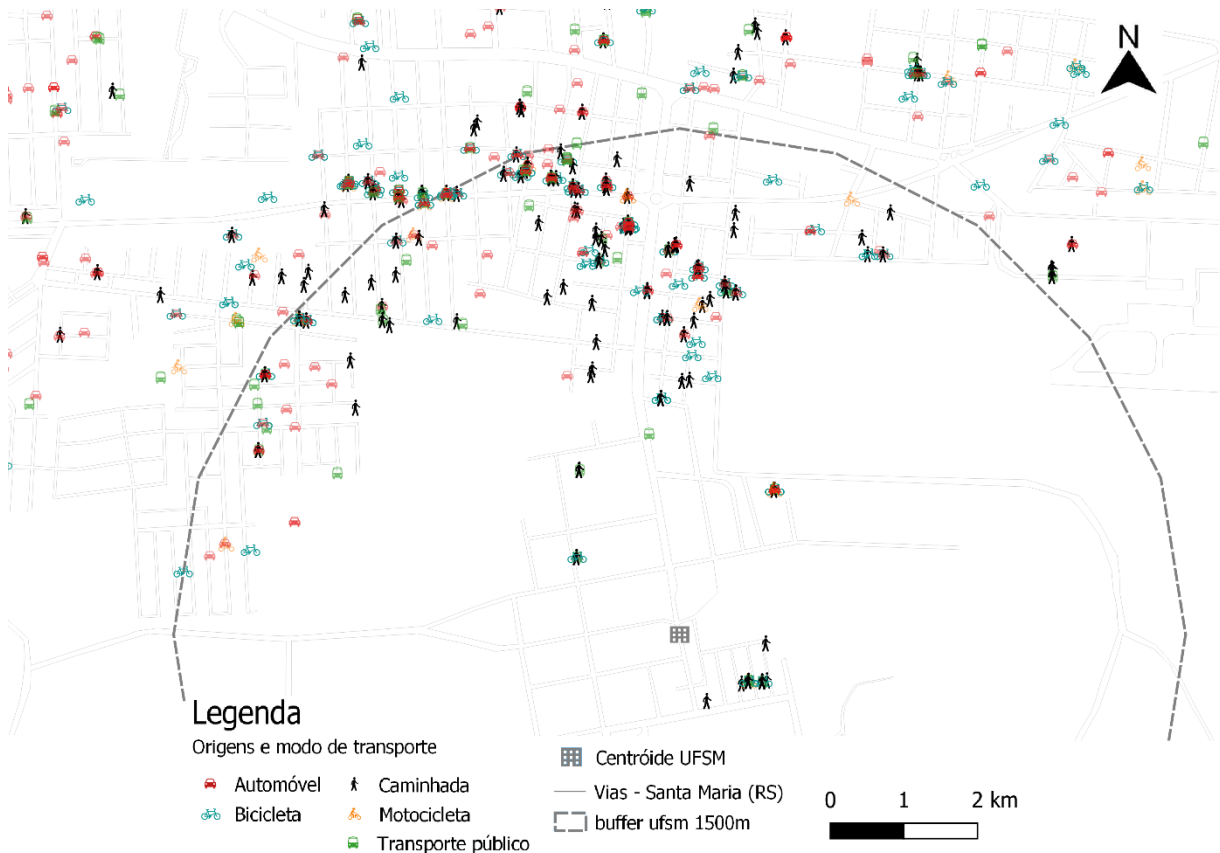


Fonte: Elaborado pela autora no QGIS Desktop versão 3.22.6.

Primeiramente, é possível notar que as rotas universitárias não cobrem toda a população que utiliza o transporte público, sendo que 8% dos respondentes declarou utilizar o transbordo para conseguir finalizar as viagens. Por outro lado, ao filtrar apenas aqueles contemplados dentro do *buffer*, as estatísticas mostram que 39% utiliza o transporte público, 39% o automóvel, 11% caminhada, 8% bicicleta e 3% a motocicleta. Considerando que a mobilidade ativa ocorre nas áreas próximas a IES, nota-se que 42% da população tem acessibilidade ao transporte público em rotas universitárias, mas não o utiliza para deslocar-se. É preciso explorar formas de incentivar parcela dessa população a utilizar o transporte público e assim reduzir as viagens por veículos particulares na IES.

A literatura considera que distâncias até 1,5 km entre a origem e destino são distâncias adequadas para serem realizadas através da caminhada (BRASIL, 2017; ZHAN et al., 2016). Na Figura 25 consta um *buffer* com distância caminhável criado a partir do centróide da IES, como forma de verificar as escolhas de transporte da população acadêmica.

Figura 25 – Origens e modo de transporte com buffer de distância caminhável (*buffer* 1,5km)

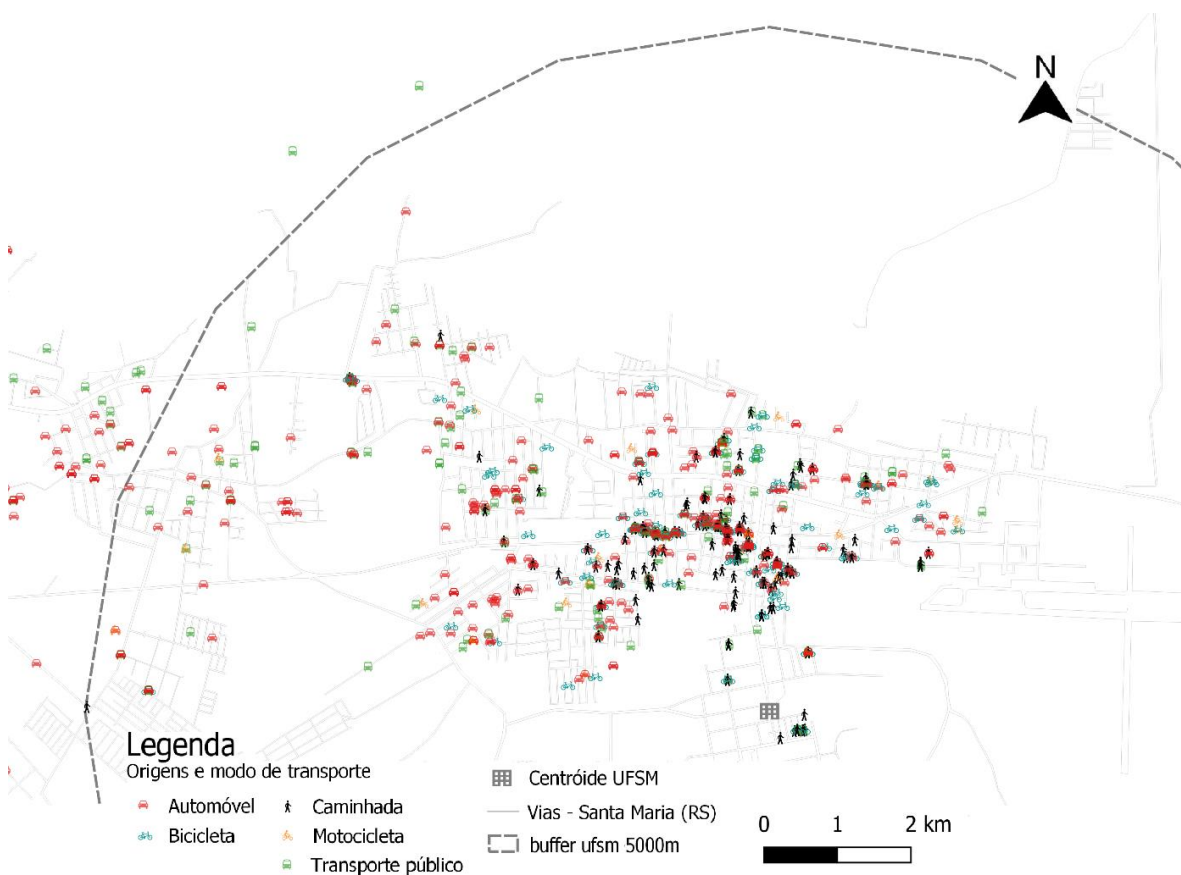


Fonte: Elaborado pela autora no QGIS Desktop versão 3.22.6.

As estatísticas no filtro dentro do *buffer* de 1,5 km indicam que 21% da população acadêmica reside a uma distância caminhável da IES ($n= 594$). Quanto aos modos de transporte, 51% realizam os deslocamentos a pé, 23% automóvel, 16% bicicleta 7% transporte público, 2% a motocicleta e 1% outros. A utilização do transporte público nessa área deve ser dada pela boa cobertura do serviço na área, no entanto, 25% da população utiliza veículos privados, medidas de estímulo a mobilidade ativa podem ser direcionadas a essa população motorizada, que corresponde a 68% docentes ou técnicos administrativos com idades entre 30 a 59 anos (71%). Cabe destacar que também existem respondentes fora do *buffer* que manifestam se deslocar a pé até a IES.

Com relação ao ciclismo, distâncias de até 5 km são consideradas ideias para pedalar em deslocamentos diários (BRASIL, 2017; WHALEN et al., 2013; ZHAN et al., 2016). A Figura 26 mostra o *buffer* da distância ciclável referenciada pelo centróide da IES e as escolhas de transporte dos entrevistados.

Figura 26 – Origens e modo de transporte com *buffer* de distância ciclável (*buffer* 5km)



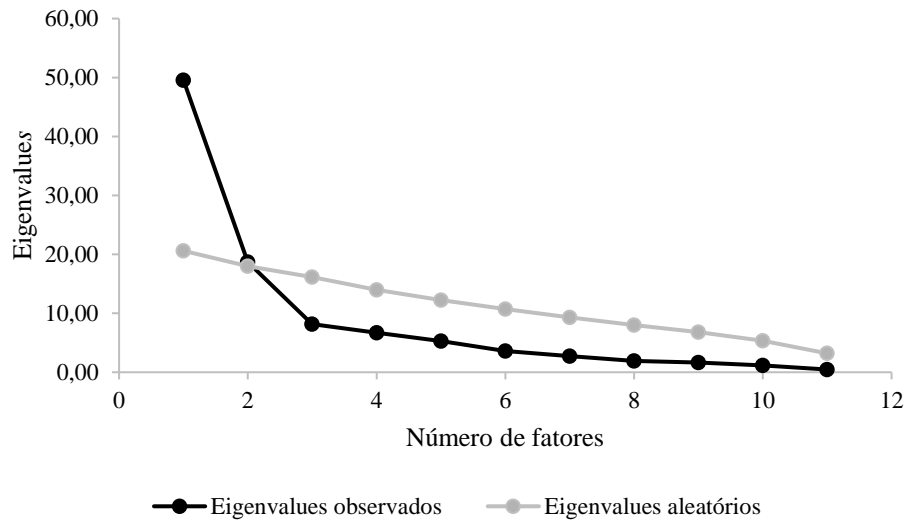
Fonte: Elaborado pela autora no QGIS Desktop versão 3.22.6.

Nota-se que área do *buffer* formado equivale a quase toda extensão do bairro Camobi. Da população do estudo, cerca de 41% ($n=1.015$) reside a uma distância de até 5 km, onde 36% utiliza o automóvel, 33% a caminhada, 15% ciclismo, 13% transporte público, 3% motocicleta, e 1% outros. A caminhada ocorre em distâncias mais próximas, há uma porcentagem significativa do ciclismo, no entanto, nota-se uma dependência maior do veículo motorizado que poderia ser convertido em mobilidade ativa. Neste recorte, a população é majoritariamente formada por estudantes (66%) com idades de até 29 anos (54%) e de 30 a 59 anos (42%). Todos os respondentes que se deslocam de bicicleta moram nas proximidades do Campus, dentro do *buffer* definido.

Em termos gerais, a caracterização da mobilidade da população acadêmica mostra que a IES tem potencial para explorar modos de transportes que se configuram como mobilidade sustentável. A compreensão dos aspectos que estão influenciado no comportamento dessas viagens e a análise dos perfis de mobilidade conforme é proposto nas próximas seções auxiliará na identificação das principais barreiras de transporte e definição das ações necessárias para alcançar a mobilidade sustentável.

6.4.3 Fatores que afetam o comportamento de viagens da IES

A AFE foi aplicada aos conforme os procedimentos de ajuste apresentados na seção 4.2.1. O modelo assumiu o melhor ajuste com $n=12$ variáveis (*output*). Os testes de adequação da matriz de correlação policórica, teste de esfericidade de Bartlett [32088,4, $gl=66$, $p < 0,001$] e de Kaiser-Meyer-Olkin ($KMO = 0,839 \geq 0,5$), mostram que a correlação é suficientemente adequada ao problema. A *Parallel analysis* (PA) sugeriu o melhor ajuste com dois fatores latentes, como mostra os resultados apresentados no *scree-plot* da Figura 27. As cargas fatoriais das variáveis, bem como as comunalidades são apresentadas na tabela 7. As cargas fatoriais destacadas em negrito referem-se as variáveis que pertencem aos respectivos fatores: em geral, assume-se que o fator em que a carga fatorial tem o maior valor absoluto é o fator que a variável. O sinal positivo (+) ou negativo (-) da carga fatorial indica o comportamento da variável dentro do fator e a forma que ela se relaciona com as outras variáveis. As comunalidades descrevem proporção de variabilidade de cada variável que é explicada pelos fatores.

Figura 27 – Scree-plot com procedimento *Parallel Analysis* (PA)

Fonte: Elaborado pela autora.

O primeiro fator uniu variáveis que descrevem as características relacionadas à moradia que interfere diretamente nas escolhas de transporte trazendo atributos relacionados ao perfil dos moradores e distância casa-IES, como por exemplo. Por outro lado, o segundo fator descreve características pessoais que afetam às escolhas de transporte como idade, renda, perfil familiar, posse veicular e de habilitação. Ambos os atributos descritos em cada um dos fatores são amplamente difundidos na literatura como características que afetam os padrões de viagens.

Tabela 7 – Cargas fatoriais (*factor loadings*) e comunalidades

Variável	Fator 1	Fator 2	Comunalidades
v1 <i>tipo-estudante</i>	-0,076	-0,911	0,891
v3 <i>fx-idade</i>	0,200	0,732	0,695
v4 <i>nivel-escolar</i>	0,037	0,911	0,859
v5 <i>fx-renda</i>	0,054	0,546	0,325
v6 <i>tem-filho</i>	0,235	0,536	0,444
v7 <i>prop-veiculo</i>	0,106	0,643	0,48
v9 <i>tem-cnh</i>	0,024	0,609	0,383
v12 <i>mora-colega</i>	-0,633	-0,365	0,722
v14 <i>fx-distancia-origem</i>	0,995	-0,434	0,829
v18 <i>modo-ativo</i>	-0,834	-0,092	0,766
v20 <i>tempo-viagem</i>	0,711	-0,571	0,503
v22 <i>almoca-ru</i>	-0,158	-0,719	0,634

Fonte: Elaborado pela autora.

De forma complementar, é possível descrever os dois fatores gerados como os fatores impeditivos da mobilidade ativa e sustentável ao atentar sobre a forma atuante desses atributos na comunidade acadêmica. O primeiro fator descreve que morar com familiares (*mora-colega*, -0,663) com distâncias maiores entre moradia-IES (*fx-distancia-origem*, 0,995) implica em utilizar modos de transporte motorizados (*modo-ativo*, -0,834) pois os tempos de viagem são maiores (*tempo-viagem*, 0,711). Sendo assim, as maiores distâncias impedem a mobilidade ativa para os deslocamentos universitários. Acontece também que esse fator descreve a ocorrência de distâncias pouco otimizadas pois a escolha do local de moradia é afetada pela dinâmica de trabalho, lazer, preferências e condição financeira no contexto familiar. Essa circunstância pode ser associada principalmente ao perfil da população acadêmica que já residia na cidade de Santa Maria (RS), em oposição àqueles que tiveram que mudar-se de cidade para realizar as atividades de estudo ou trabalho na IES.

O Fator 2 descreve um fenômeno mais observado na população formada por docentes e técnicos administrativos (*tipo-estudante*, -0,911), sendo uma população que não costuma almoçar no restaurante universitário (*almoca-ru*, -0,719). O perfil está relacionado a adultos de idade maior (*fx-idade*, 0,732), maior nível de escolaridade (*nivel-escolar*, 0,911) e renda familiar (*fx-renda*, 0,546), que possuem um veículo motorizado (*prop-veiculo*, 0,643) e habilitação para dirigir (*tem-cnh*, 0,609). Esse fator descreve o típico perfil de pessoas que por mais que possam até residir a uma distância caminhável ou ciclável, têm outros aspectos pessoais que afetam suas escolhas comportamentais atitudinais que levam a utilizar o automóvel por conveniência, comodidade ou envolvimento em rotinas familiares.

6.4.4 Perfis de mobilidade da comunidade acadêmica da IES

Na sequência, foi aplicada a análise de agrupamentos para obter os perfis de mobilidade, os resultados mostram que cada um dos clusters ($k = 6$). As características de cada clusters estão resumidas na Tabela 8 e descritas na seção a seguir.

Tabela 8 – Resultados do agrupamento para os seis perfis de mobilidade da IES (n= 2.793)

Variável	(continua)					
	Clusters					
	1 (n =616) %	2 (n =167) %	3 (n =382) %	4 (n =652) %	5 (n =565) %	6 (n =411) %
v1 tipo-estudante						
0	19,6	0,6	60,5	20,7	58,6	31,1
1	80,4	99,4	39,5	79,3	41,4	67,9
v3 fx-idade						
≥ 29	66,6	64,7	36,4	56,7	30,6	53,8
≥ 30 ≤ 59	26,9	33,5	60,2	39,4	63,0	44,3
≥ 60	6,5	1,8	3,4	3,8	6,4	1,9
v4 nivel-escolar						
1	72,6	82,6	38,7	67,0	38,1	61,3
2	10,9	16,8	17,8	16,1	18,8	16,3
3	16,6	0,6	43,5	16,9	43,2	22,4
v5 fx-renda						
0 (não declarado)	7,5	9,0	7,3	6,1	6,0	6,8
≤ 2	26,8	29,3	16,2	22,5	15,4	31,9
> 2 ≤ 4	23,4	25,7	19,1	26,4	15,0	23,8
> 4 ≤ 10	24,5	22,8	25,4	27,6	33,5	20,4
> 10 ≤ 20	15,1	10,2	27,0	13,7	25,3	13,9
≥ 20	2,6	3,0	5,0	3,7	4,8	3,2
v6 tem-filho						
0	96,3	99,4	44,5	97,9	75,8	63,5
1	3,7	0,6	55,5	2,1	24,2	36,5
v7 prop-veiculo						
0	45,8	51,5	33,0	47,9	27,6	54,0
1	54,2	48,5	67,0	52,1	72,4	46,0
v9 tem-cnh						
0	42,0	23,4	32,7	23,0	28,3	32,4
1	58,0	76,6	67,3	77,0	71,7	67,6
v12 mora-colega						
0	98,2	100	61,0	99,4	87,4	47,0
1	1,8	0	39,0	0,6	12,6	53,0
v14 fx-distancia-origem						
≤ 1	1,9	3,6	0,3	1,5	5,8	12,9
> 1 ≤ 2,5	16,4	76,0	19,9	35,6	23,5	35,5
> 2,5 ≤ 5	7,6	11,4	2,6	7,1	4,6	17,8
> 5 ≤ 15	70,6	9,0	74,3	55,4	61,9	30,4
> 15	3,4	0,0	2,9	0,5	4,1	3,4
v-17 fx-distancia-parada						
≤ 0,5	45,8	80,2	57,6	64,4	58,4	67,9
> 0,5 ≤ 1	24,0	8,4	13,9	16,4	14,9	10,0
> 1	12,8	0,0	10,5	5,4	8,8	4,6
v18 modo-ativo						
0	84,4	91,6	74,9	84,2	84,2	57,4
1	15,6	8,4	25,1	15,8	15,8	42,6
v19 modo-transpub						
0	45,5	57,5	73,3	56,1	67,1	74,7
1	54,5	42,5	26,7	43,9	32,9	25,3

	(conclusão)					
v20 tempo-viagem						
≤ 5	4,7	24,0	3,1	14,1	9,2	19,7
> 5 ≤ 15	23,1	50,3	20,4	32,7	21,1	35,3
> 15 ≤ 30	14,9	12,6	38,0	19,2	34,9	17,8
> 30 ≤ 60	46,6	12,6	35,1	31,1	28,1	24,3
> 60	10,7	0,6	3,4	2,9	6,7	2,9
v22 almoca-ru						
0	34,1	55,7	59,9	60,3	70,3	43,6
1	65,9	44,3	40,1	39,7	29,7	56,4

Fonte: Elaborado pela autora.

Resumidamente, os *clusters* descrevem a população acadêmica em termos de características de mobilidade, sendo quatro deles relativos ao perfil dos estudantes e dois de professores e funcionários administrativos. Os grupos obtidos são os seguintes: Estudante dependente do transporte público (*Cluster 1*), Estudante motorizado a curta distância (*Cluster 2*), População acadêmica com renda individual elevada (*Cluster 3*), Estudante orientado para mobilidade motorizada (*Cluster 4*), Docentes e técnicos sem filhos (*Cluster 5*), Estudante orientado para mobilidade ativa (*Cluster 6*).

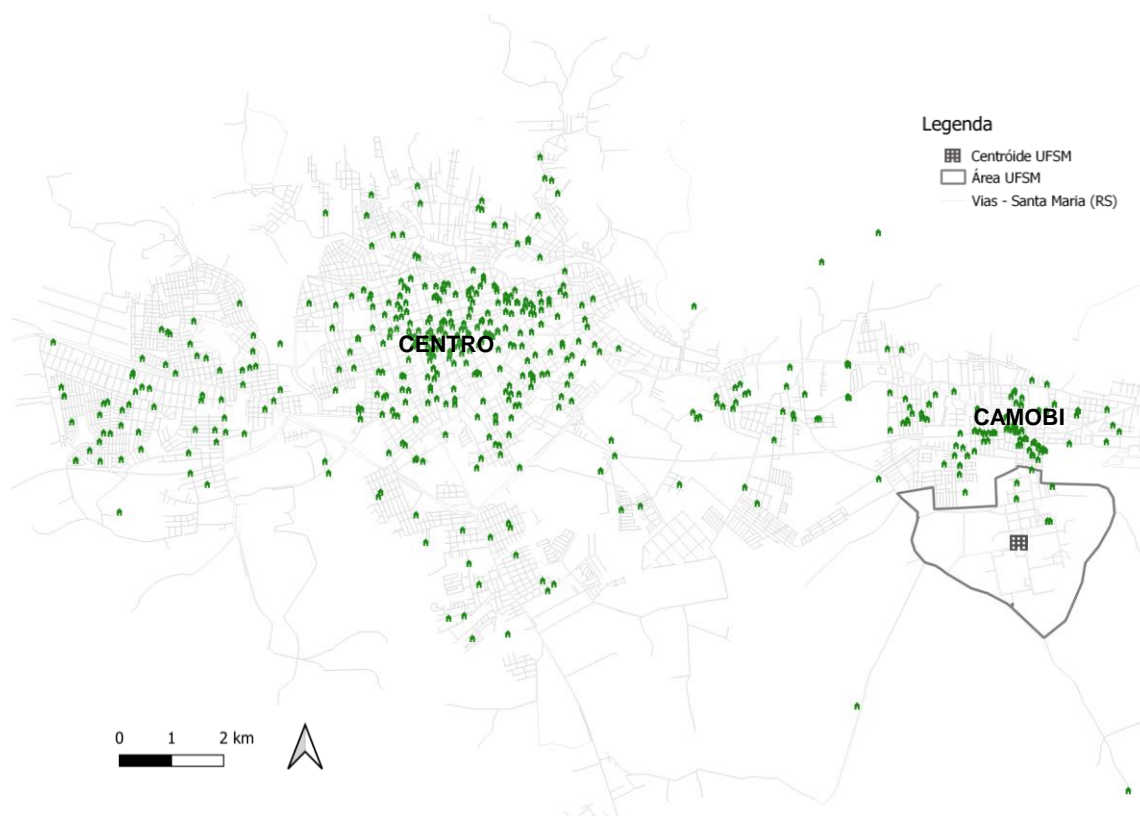
6.4.4.1 Estudante dependente do transporte público

Esse cluster destaca o perfil de estudantes (80,4%) mais jovens (66,6% tem até 29 anos), que moram com familiares (55,4%), somente com parceiros (21,9%) ou sozinhos (20,9%) e não possuem filhos (96,3%). A renda familiar é predominantemente baixa, 50,3% da população tem renda familiar igual ou inferior a quatro salários mínimos. A escolha do local de moradia está influenciada por outras dinâmicas que envolvem o contexto familiar, por isso, os agrupados neste cluster residem a distâncias longas, entre 5 a 15 km (70,6%), o que justifica a necessidade da mobilidade motorizada. Por outro lado, esse é o cluster com menor frequência de habilitação para dirigir (58%) em comparação aos demais, o que pode ter influenciado na predominância do transporte público como modo de transporte (54,5%), em oposição ao automóvel (26,6%), mesmo que a disponibilidade de veículo prevaleça para metade do grupo (54%). Neste caso, a disposição de veículo pode ser relativa à propriedade veicular da família, que deve assumir papel importante no deslocamento dos outros membros familiares. Complementarmente, esse *cluster* apresenta o maior uso do transbordo no transporte público (28%) em comparativo com

os demais e maiores tempos de viagens, mais da metade (57%) leva mais de 30 minutos para se deslocar.

A Figura 28 mostra a distribuição espacial dos locais de moradia da população pertencente ao *Cluster 1*, é possível notar que apesar de haver aglomerados no entorno da região central e no Bairro Camobi, em uma perspectiva geral, a população é dispersa e distribuída ao longo dos demais bairros da cidade, por isso que apesar dos usuários serem cativos ao transporte público, o serviço assume a menor cobertura para rotas universitárias quando comparado aos demais *clusters*, havendo a necessidade de transbordo em certos casos.

Figura 28 – Distribuição espacial das origens (local de moradia) do *Cluster 1*



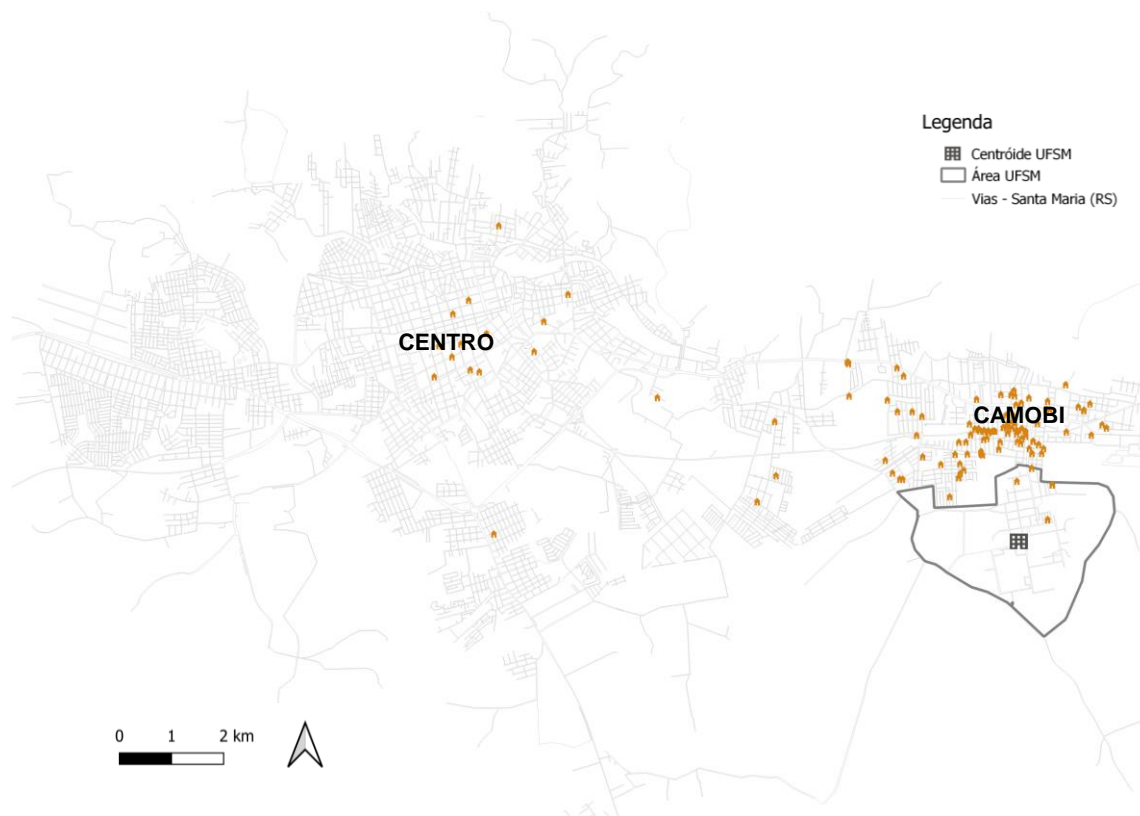
Fonte: Elaborado pela autora no QGIS Desktop versão 3.22.6.

6.4.4.2 Estudante motorizado a curta distância

Esse cluster é formado especificamente por estudantes (99,4%) jovens (64,7% tem até 29 anos), que residem com a família (45,5%), sozinhos (32,9%) ou somente com parceiros (21,6%) e não possuem filhos (99,4%). A renda familiar é predominantemente baixa, 55,1% é até quatro salários mínimos, mas considerando que um pouco mais da metade reside sozinho ou somente com parceiro, pode-se inferir que tenham um poder econômico um pouco mais

elevado. A distância que prevalece entre a moradia e a IES é relativamente curta, até 2,5 km (79,6%), confirmado na localização espacial das origens (Figura 29), onde as moradias estão em sua maioria aglomeradas no Bairro Camobi. Apesar disso, modos de transporte motorizados predominam (91,6%), sendo o transporte público utilizado por uma parte da população (42,5%) e o automóvel pela outra (40,1%), o que leva a tempos de deslocamentos pequenos, 74,3% se desloca em até 15 minutos para se deslocar, sendo que 24% até 5 minutos. A habilitação para dirigir prevalece na população (76,6%), embora somente metade tenha acesso a um veículo próprio (48,5%). A cobertura do transporte público é a maior entre todos os clusters, sendo que 80,2% tem acesso a uma parada de ônibus com rota universitária a uma distância caminhável (500 metros).

Figura 29 – Distribuição espacial das origens (local de moradia) do *Cluster 2*



Fonte: Elaborado pela autora no QGIS Desktop versão 3.22.6.

Esse é o perfil dos estudantes que residem a uma curta distância, mas optam por utilizar modos de transporte motorizados. O transporte público se torna atrativo, pois a população desse *cluster* é estimulada ao utilizá-lo, uma vez que os estudantes recebem desconto tarifário e a acessibilidade ao serviço é a melhor entre os *clusters*. Mesmo assim, chama a atenção o escasso uso da caminhada e bicicleta para esses deslocamentos, que poderiam ser feitos teoricamente

devido à curta distância, contudo, outros aspectos, como as deficiências das infraestruturas para ciclismo e caminhada externas as IES, devem estar atuando como barreira à mobilidade não motorizada.

6.4.4.3 População acadêmica com renda individual elevada

Mais da metade do *Cluster* é composta por docentes e técnicos administrativos (60,5%), com idades medianas entre 30 a 59 anos (60,2%), destes, 87,9% possuem filhos e residem com a família (89,2%); por outro lado, dos estudantes pertencentes a este *Cluster*, 94% residem com colegas ou amigos e não possuem filhos. Esse é o *cluster* com maior percentual de população com filhos (55,5%), como também, é o segundo que mais acumula população estudante que reside com colegas e amigos (39%). Parece, portanto, haver alguma relação comportamental que assemelha essas duas populações, que em primeiro momento parecem ser distintas.

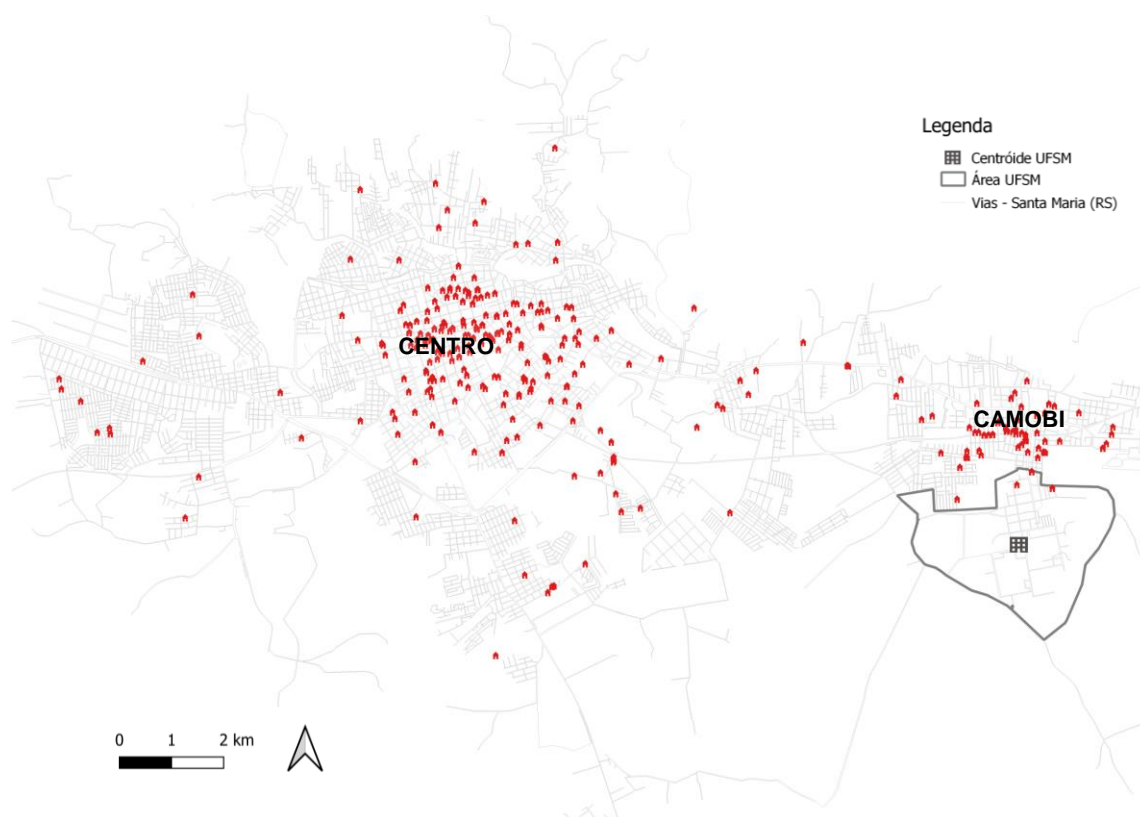
A renda familiar é predominantemente mais alta, onde 57,3% tem renda familiar superior a quatro salários mínimos, sendo que 31,9% é mais do que dez salários mínimos. A moradia está a longa distância da IES, entre 5 a 15 km (74,3%), embora 20% esteja a uma distância entre 1 a 2,5 km.

A posse veicular é a segunda maior (67%) entre os *clusters*, no entanto, também é o segundo *cluster* com menor percentual de carteira de habilitação (67,3%). O cruzamento entre essas duas últimas informações mostra que a posse de habilitação está vinculada a quem tem propriedade veicular (91%) enquanto que quem não possui habilitação também não tem um automóvel a disposição (81%). Estes resultados denotam, mais uma vez, uma distinção dentro da população, mas o comportamento se repete entre estudantes e não estudantes do *cluster*.

A cobertura do transporte público é a segunda menor, perdendo somente para o *cluster* 1, onde somente um pouco mais da metade (57,6%) tem acesso a uma rota universitária a distância caminhável (500 m). Consequentemente, o modo de transporte que predomina é o automóvel (46,4%) em oposição ao transporte público (26,7%) que assume o segundo menor percentual de uso entre os *clusters*. É interessante notar que a mobilidade ativa é significativa também, assumindo 25,1% dos deslocamentos, sendo 18,1% caminhada, o segundo maior percentual entre os *clusters*, o que deve ter relação com o percentual de pessoas que residem muito próximo a IES, fato que relacionado aos elevados custos de moradia nas proximidades do Campus é condizente com a maior renda do *cluster* em geral. Os tempos de viagens são medianos a longos, cerca de 76,5% realiza seus deslocamentos com mais de 15 minutos, onde 38,5% demora mais de uma hora.

Conforme se pode visualizar na Figura 30, identificam-se dois aglomerados de moradia, um na região central da cidade e outro em Camobi. Assim, esse *cluster* assume um caráter duplo de comportamento de viagem: residentes na região central utilizam automóveis e aqueles que residem próximo a IES vão a pé. Como foi indicado anteriormente, esse perfil está associado à população acadêmica com renda familiar mais elevada que, ou são docentes e técnicos administrativos que residem com familiares e filhos, ou são estudantes que residem com colegas e amigos.

Figura 30 – Distribuição espacial das origens (local de moradia) do *Cluster 3*



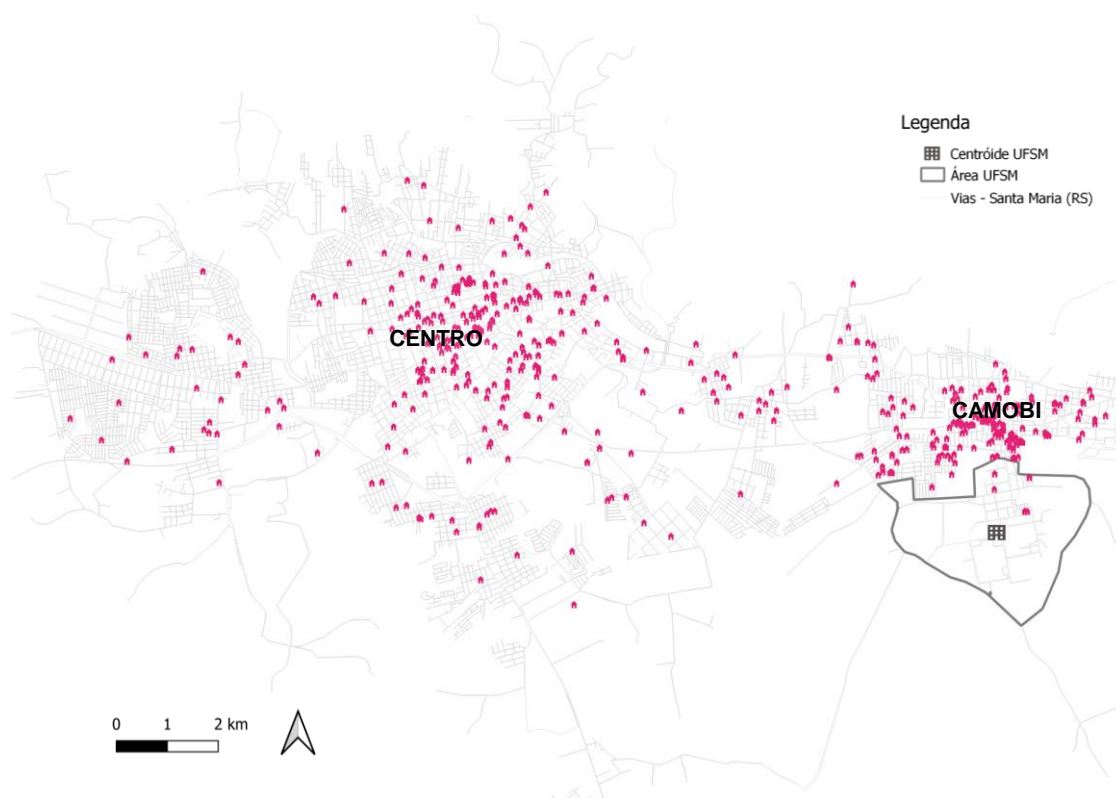
Fonte: Elaborado pela autora no QGIS Desktop versão 3.22.6.

A população desse *cluster* consegue otimizar a escolha do seu local de moradia conforme os benefícios envolvidos. Por um lado, residir próximo da IES e otimizar o tempo de deslocamento e economizar com transporte, ou por outro, residir na região central e ter proximidade maior a redes de serviços (mercados, restaurantes, bancos, *shoppings*, entre outros). Ambas as regiões apresentam padrões de vida mais elevado, que interferem nos valores de aluguéis e preços dos imóveis. Por isso que essas escolhas são possíveis para a população com renda familiar maior, ou no caso dos estudantes que conseguem manter os custos dividindo-os com colegas ou amigos.

6.4.4.4 Estudante orientado para mobilidade motorizada

Esse *cluster* assume algumas características parecidas ao *Cluster 1*, formado majoritariamente por estudantes (79,3%) jovens de até 29 anos (56,7%). O perfil da moradia é predominantemente familiar (47,4 %), somente com parceiro(a) (28,9%) ou sozinho (23,2%). A metade das distâncias entre moradias e a IES são longas, mais do que 5 km (55,9%), embora tenha um percentual significativo de distâncias menores que 2,5 km (37,1%). Esse é o *cluster* com maior percentual de população com habilitação para dirigir (77%) e a propriedade veicular é a segunda maior entre os perfis de estudantes (52,1%), depois do *Cluster 1*. A Figura 31 retrata os locais de moradia da população acadêmica pertencente ao *cluster 4*.

Figura 31 – Distribuição espacial das origens (local de moradia) do *Cluster 4*



Fonte: Elaborado pela autora no QGIS Desktop versão 3.22.6.

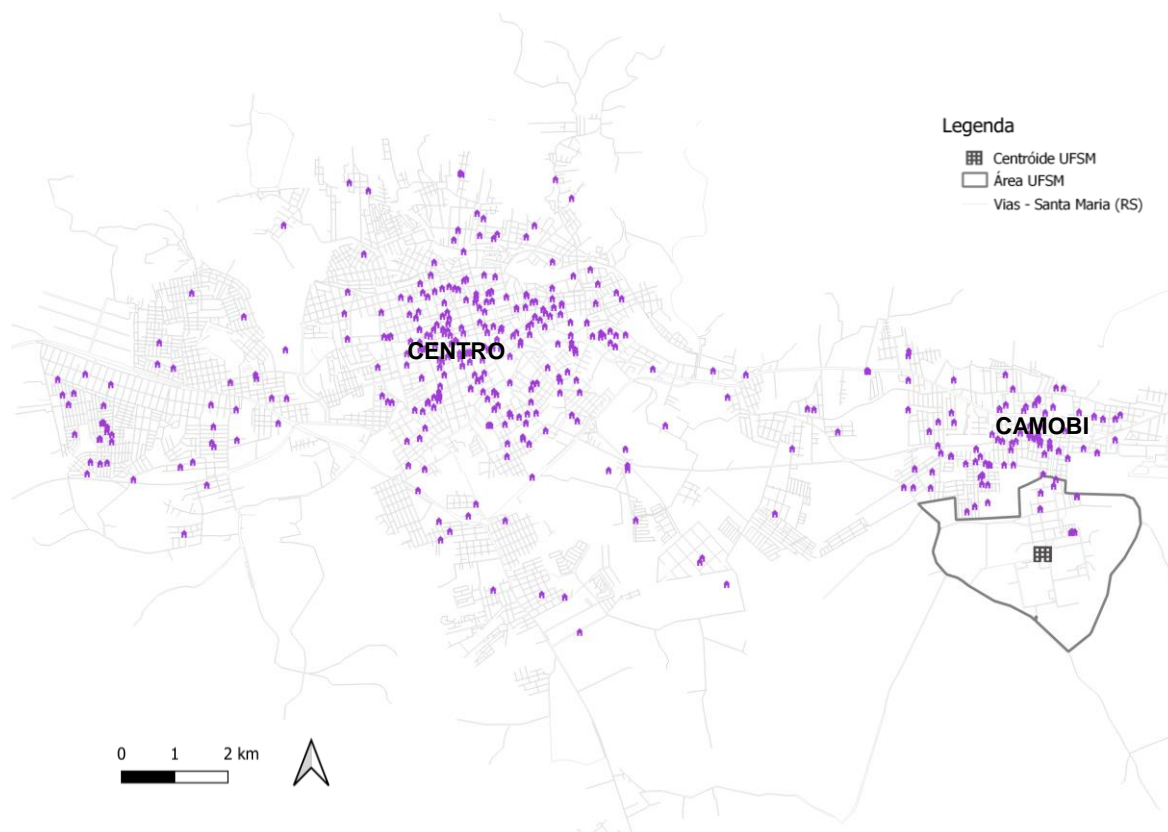
O perfil da mobilidade é motorizado, 43,9% o transporte público e 35,7% o automóvel, ainda que a mobilidade ativa seja 15,8%. A maior diferença deste *cluster* para o primeiro está nos tempos de viagens, que neste assumem tempos um pouco menores, metade da população se desloca em até 30 minutos (66%), sendo 46,8% até 15 minutos. Além disso, a cobertura do

transporte público é um pouco melhor, 64,4% tem acesso a uma rota universitária a pelo menos 500 metros e as incidências de transbordo no transporte público são baixas (6,4%). Da mesma forma que as características se assemelham ao *cluster 1*, a configuração geográfica também, a diferença está na maior incidência de moradias próximas a Camobi e distribuição das demais nas proximidades às rotas universitárias de ônibus.

6.4.4.5 Docentes e técnicos administrativo sem filhos

Da mesma forma que o *Cluster 3*, engloba boa parte dos docentes e técnicos administrativos (58,6%). A renda familiar que predomina é mais alta entre os *clusters*, onde 63,6% tem renda superior a quatro salários mínimos. O perfil da moradia é formado por 73,8% familiar, sendo 20,9% os que residem somente com parceiro(a). Diferentemente do *Cluster 3*, este cluster descreve o perfil da população que não possui filhos (75,8%). Conforme a Figura 32, há uma distribuição da população ao longo da cidade. A moradia está a longa distância da IES, mais do que 5 km (66%), embora 29,3% esteja a uma distância de até 2,5 km.

Figura 32 – Distribuição espacial das origens (local de moradia) do *Cluster 5*



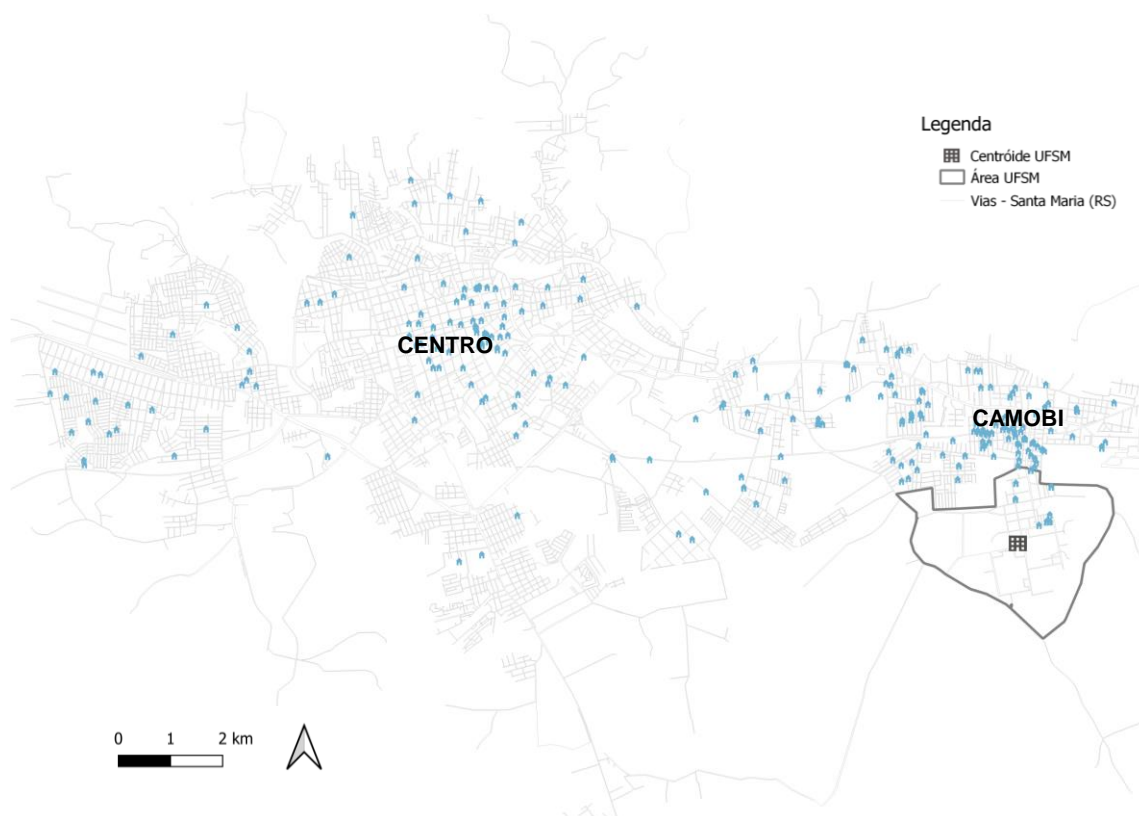
Fonte: Elaborado pela autora no QGIS Desktop versão 3.22.6.

A posse veicular é a maior entre os clusters (72,4%). A cobertura do transporte público é mediana, mas o modo de transporte que prevalece é o automóvel (49%), sendo a maior frequência observada entre os *clusters*. Tempos de viagens curtos a medianos predominam, 30,2% até 15 min, 34,9% realiza seus deslocamentos em até 15 a 30 minutos, enquanto deslocamentos com mais de 30 minutos são apenas 34,8%.

6.4.4.6 População acadêmica orientada para mobilidade ativa

Esse *cluster* concentra majoritariamente estudantes (67,9%), mas o percentual de docentes e técnicos administrativos também é significativo (31,1%). As idades são entre até 29 anos (53,8%) e entre 30 a 59 anos (44,3%). Quanto ao perfil da moradia e contexto familiar, esse é o *cluster* com maior percentual de residentes com colegas e amigos (53%) mas de forma semelhante ao *Cluster 3*, os estudantes deste *cluster* são os que residem com colegas ou amigos (77,1%) e não possuem filhos (79,9%), e os professores e funcionários administrativos residem com familiares (82,6%) e possuem filhos (71,2%). Adicionalmente, 46,3% da população respondente que reside na CEU é pertencente a este *cluster*.

Figura 33 – Distribuição espacial das origens (local de moradia) do *Cluster 6*



Fonte: Elaborado pela autora no QGIS Desktop versão 3.22.6.

Esse *cluster* tem o maior percentual de renda familiar baixa, 55,7% é até 4 salários mínimos, e menor percentual de propriedade veicular (46%). Quanto às distâncias de moradia, 66,2% residem até 5 km da IES, sendo 48,4% até 2,5 km, como pode ser observado na Figura 33, em que há um aglomerado de residências no bairro Camobi, embora tenha algumas outras espalhadas ao longo da cidade, referindo-se aos demais 33,8% da população que reside a mais do que 5 km de distância.

Quanto ao modo de transporte, esse é o *cluster* que acumula o maior percentual de uso da mobilidade ativa (42,6%), sendo a caminhada 33,1% e a bicicleta 9,5%. Nos demais casos, utiliza-se o automóvel (30,4%) e o transporte público (25,3%). E os tempos de viagens são curtos a medianos, 72,8% é até 30 minutos, sendo que 55% em até 15 minutos.

6.4.5 Considerações gerais sobre o diagnóstico

A partir dos perfis de mobilidade traçados para a UFSM, fica evidente que os deslocamentos universitários são complexos e existem múltiplos aspectos que afetam o comportamento de viagens da população acadêmica. No geral, os deslocamentos da população acadêmica se diferenciam conforme estudantes ou docentes e técnicos administrativos, renda familiar, perfil da moradia (residir com familiares ou colegas e amigos), possuir filhos, localização geográfica, tempos de viagens, distâncias de origem e cobertura do transporte público, de acordo com os fatores comportamentais discutidos na seção 4.3.3. No entanto, certos aspectos comportamentais não puderam ser explicados, muito provavelmente por que dependem de fatores atitudinais que não foram computados nesta pesquisa e não estão ligados diretamente aos padrões de viagens até a IES.

De modo geral, os *clusters* se referem aos comportamentos da mobilidade motorizada, com exceção do *Cluster 6* que conseguiu descrever o perfil do deslocamento ativo. Os *Clusters 1, 2 e 4* descrevem especificamente o comportamento de mobilidade motorizada da população estudantil. O *Cluster 1* explica o comportamento dos estudantes que não possuem filhos, residem com a família e em locais distantes da IES e baixa cobertura de rotas universitárias, mas que se deslocam de transporte público com tempos de deslocamentos mais longos e em alguns casos a necessidade de transbordo. O *Cluster 2* descreve o comportamento de estudantes sem filhos que residem sozinhos ou somente com parceiros e estão a uma distância caminhável ou ciclável da IES, mas em sua maioria utilizam modos de transporte motorizados como o transporte público e o automóvel. Já o *Cluster 4* se assemelha ao perfil do *Cluster 1*, com

moradias mais distantes da IES e uso da mobilidade motorizada, mas apresentam tempos de deslocamentos menores e maior proximidade com rotas universitárias, como também, utilizam mais o automóvel que o *Cluster 1*.

Os *Clusters 3 e 6* referem-se ao comportamento da população acadêmica em geral. O *Cluster 3* retrata o agrupamento de estudantes residentes com colegas ou amigos e professores e funcionários administrativos que possuem filhos, ambos com renda familiar mais alta e que ou residem nas proximidades da IES e utilizam a mobilidade ativa ou residem na região central da cidade e deslocam-se de automóvel. Por outro lado, o *Cluster 6* refere-se ao perfil da população acadêmica que está a curta distância e utiliza a mobilidade ativa para os deslocamentos até a IES, com um perfil associado a estudantes que residem com colegas ou amigos ou docentes e técnicos administrativos que possuem filhos. E finalmente, *Cluster 5* descreve o perfil de deslocamento dos docentes e técnicos administrativos que não possuem filhos e possuem renda familiar alta e são dependentes do automóvel, seja a curta ou a longa distância.

A mobilidade associada à UFSM é fortemente dependente de modos de transporte motorizados. As moradias localizam-se majoritariamente a longas distâncias, cerca de 59% reside a mais de 5km da IES, concentrando as moradias na região central da cidade de Santa Maria (RS) e no bairro Camobi, ainda que tenha uma parcela menor nos bairros mais periféricos, principalmente associada a moradia de estudantes que residem com familiares. Embora tenha um percentual significativo da população que reside nas proximidades da IES (21% até 1,5 km, 41% até 5 km), a mobilidade ativa não consegue ser atrativa, principalmente para docentes e técnicos administrativos. A caminhada foi significativa entre a população acadêmica que reside na CEU, o que era esperado levando em conta que se encontra no interior do próprio campus. Por outro lado, a acessibilidade às rotas universitárias do transporte público e os descontos tarifários para estudantes estimulam o uso do serviço. Porém, observou-se que estudantes que residem com familiares a uma distância maior das rotas universitárias utilizam o transporte público mesmo que necessitem de transbordo para acessar às rotas universitárias.

Conforme o diagnóstico das infraestruturas de mobilidade (seção 4.3.1), o campus oferece boas condições para caminhada e ciclismo, com caminhos sombreados e calçadas largas, travessias em nível sinalizadas e ciclovias que conectam diferentes centros de ensino. No entanto, as condições externas à IES não seguem o mesmo padrão, a ciclovia não tem continuidade no bairro, as calçadas são irregulares ou até inexistentes em boa parte do bairro, e há poucas oportunidades de travessias seguras para pedestres. Em contrapartida, as pistas para os veículos são majoritariamente pavimentadas e permitem velocidades maiores, sem grandes

congestionamentos exceto em pontos específicos em horários de pico. Conforme a descrição do cenário de estudo (seção 2.3), o bairro Camobi é orientado para a mobilidade motorizada, contemplado com duas rodovias que são de importante acesso à região central de Santa Maria.

Ao mesmo tempo, a IES também fornece um amplo número de vagas para estacionamento de veículos, com áreas específicas para estacionamento nas proximidades dos centros de ensino e também com permissão de estacionamento ao longo das vias públicas, todas opções com estacionamento gratuito e sem limitações. Essas características estimulam ainda mais o uso do automóvel e da motocicleta. É evidente que uma parcela da população dependa exclusivamente da mobilidade motorizada, devido às distâncias de deslocamento maiores e outras atividades adicionais ao deslocamento até a IES, mas o perfil geral da matriz de escolha do modo de transporte (Tabela 5) demonstra que o percentual de uso do transporte público (38%) é semelhante ao uso do automóvel (37%), dado principalmente pela característica de mobilidade dos estudantes que são mais dependentes do transporte público. No entanto, o diagnóstico do transporte público mostra que o serviço apresenta níveis de insatisfação relacionados a aspectos econômicos, operacionais e de infraestrutura do serviço.

6.5 PROPOSTA DE AÇÕES

Diante dos desafios à mobilidade sustentável discutidos na etapa de Diagnóstico, esta seção apresenta um conjunto de ações estruturantes, regulatórias e comportamentais que a IES pode conduzir para melhorar as experiências de transporte da comunidade acadêmica e aumentar a sustentabilidade dos deslocamentos até a universidade. As ações foram classificadas entre ações estratégicas internas e ações estratégicas externas à IES, com o intuito de auxiliar no processo de mapeamento para a implementação das ações. Nas ações internas, a IES tem maior autonomia e controle dos processos, uma vez que irão depender de esforços da instituição para a implementação e o envolvimento da comunidade acadêmica para alcançar o êxito das medidas. Por outro lado, as ações externas à IES exigem um esforço da instituição em estabelecer parceria e vínculo com outros *stakeholders* – gestão pública municipal, empresas prestadoras de serviços de transporte, comunidade e empresários locais – para implementar as ações, o que pode ser mais desafiador.

Conforme o diagnóstico de mobilidade, os desafios à mobilidade sustentável da IES podem ser resumidos em três problemas principais:

- a) O entorno da IES é orientado para os veículos motorizados, as deficiências em infraestruturas de calçadas e ciclovias e de segurança viária para ciclismo e caminhada limitam as possibilidades de mobilidade sustentável no bairro;
- b) A maior parte das moradias se localizam a longas distâncias da IES, e mesmo que tenham acesso à rede de transporte público nas rotas universitárias, o serviço não é atrativo para docentes e funcionários administrativos e estudantes de maior renda que residem com colegas/amigos;
- c) A IES fornece um amplo espaço para estacionamento gratuito de automóveis e motocicletas tanto nas vias públicas quanto em áreas próximas as edificações, aspecto que incentiva o uso do veículo motorizado particular.

Desta forma, as ações estratégicas definidas nas seções 6.5.1 e 6.5.2 têm como propósito superar esses desafios e estabelecer caminhos para a mobilidade sustentável. O problema *a)* recai em ações estratégicas externas à IES, o problema *b)* requer ações internas e externas conjuntas enquanto que o problema *c)* pode ser mitigado com ações estratégicas internas.

6.5.1 Ações estratégicas externas à IES

A baixa adesão a mobilidade ativa em deslocamentos de curta distância está relacionada com as barreiras do ambiente urbano para caminhada e o ciclismo no bairro Camobi, uma vez que está orientado para o acesso motorizado à região central da cidade e secundariamente para acesso à IES e demais atividades locais. Para melhorar as condições para a mobilidade ativa no entorno, a gestão de mobilidade da IES deve mobilizar ações estruturantes (Quadro 5) relativas à implementação e reforço de infraestruturas de calçadas (AE1) e ciclovias que conectem o bairro e a IES (AE4), bem como medidas regulatórias de sinalização de prioridade para os pedestres e os ciclistas nas travessias e interseções (AR3).

Para as moradias a longa distância, é preciso garantir que o sistema de transporte público atenda as demandas de mobilidade da comunidade acadêmica, bem como obtenha vantagens em oposição ao automóvel. É preciso estudar a possibilidade de implementação de faixas exclusivas para o transporte público e prioridade de acesso na IES (AE12, Quadro 5). O aumento da frequência de veículos (AE13, Quadro 5) e fornecimento de informações sobre as rotas através de painéis eletrônicos em paradas de ônibus e nas instalações da IES (AE14, Quadro 5) podem aumentar a confiabilidade do serviço. Além disso, é preciso dar um enfoque às necessidades dos estudantes que residem em áreas nos bairros aos arredores da área central,

em que há uma menor cobertura da rota universitária do transporte público: é preciso examinar se a rede de transporte público oferece conexão suficiente para garantir transbordos com tempos adequados (AE11, Quadro 5) e se as paradas de ônibus do transbordo oferecem conforto e comodidade aos passageiros, como abrigo, bancos, cobertura (AE10, Quadro 5).

Outras medidas envolvem incentivar a redução das distâncias entre moradia-IES através da implementação de unidades habitacionais a preços acessíveis (AE15) e comodidades (AE16) nas proximidades da IES. Do mesmo modo, é recomendável implementar caminhos alternativos que conectem o bairro à IES através do ciclismo e a caminhada (AE2).

6.5.2 Ações estratégicas internas

No contexto interno da IES, medidas como reduzir o número de vagas de estacionamento ou regulamentar vagas específicas para a carona solidária (AR1, Quadro 4) podem auxiliar no processo de mudança comportamental de incentivo à mobilidade ativa. No entanto, serão necessários esforços adicionais para incentivar a mobilidade sustentável. É preciso fornecer estacionamentos seguros e fechados para estimular o uso de bicicletas (AE5), como também podem ser implementados sistemas de compartilhamento de bicicletas para acessar as instalações prediais internas (AE9) e conectá-los aos serviços de transporte público (AE6).

Portanto, ao garantir as condições de infraestrutura e de segurança adequadas para a mobilidade ativa e o transporte público, podem-se implementar ações regulatórias em conjunto com ações comportamentais no processo de redução do uso do veículo motorizado. Sugere-se a adoção dessas ações em um processo colaborativo com a comunidade acadêmica, garantindo a participação social e inclusiva (AE17, Quadro 5), por meio do fomento em atividades dentro do cronograma acadêmico (AC2, Quadro 6) para institucionalizar celebrações de redução do uso do carro (AC3), implementar campanhas para estimular os benefícios da mobilidade ativa (AC6) e incentivos à carona solidária (AC5)

Por outro lado, é necessário compreender quais aspectos estão influenciando na baixa adesão ao transporte público da população acadêmica que tem acesso à rota universitária e incentivá-los ao uso do ônibus. Assim, pesquisas adicionais podem ser realizadas para identificar as barreiras daqueles que utilizam o automóvel atualmente, assim como estabelecer periodicamente pesquisas de qualidade do transporte público para monitorar o serviço (AC9). Ações regulatórias como fornecer descontos para compras em lote de passagens (AR10) e

comportamentais relativas ao acesso à informação sobre o serviço (AC8) podem estimular o uso do transporte público.

6.5.3 Considerações gerais sobre a proposta de ações

De uma maneira geral, fica evidente que os problemas de mobilidade enfrentados pela IES recaem em problemas estruturais da mobilidade urbana das cidades brasileiras como calçadas inadequadas e sem infraestrutura para o ciclismo nas áreas externas a IES e a baixa satisfação com o transporte público. A maioria das ações estratégicas propostas exigem mudanças que vão além das competências da IES. No entanto, a instituição deve reconhecer que as atuais problemáticas são prejudiciais ao deslocamento da comunidade acadêmica, e é preciso posicionar-se como insatisfeitos coletivamente e comprometer-se, institucionalmente, com a colaboração na mudança e na mobilização das partes interessadas para transformar a realidade do sistema atual.

A IES pode contribuir com suporte técnico e de recursos próprios legais para o desenvolvimento das ações externas juntamente com os *stakeholders*, bem como estimular projetos de ensino, pesquisa e extensão universitária que auxiliem nos processos de implementação das ações. Por exemplo, estabelecer agenda de ações e mobilizar reuniões entre os *stakeholders*, colaborar para o desenvolvimento e atuação em Planos de Mobilidade Urbana, além de fornecer suporte técnico para levantamento das deficiências de infraestruturas do bairro, estimular projetos de extensão universitária para envolver a comunidade no desenvolvimento das ações de mobilidade, entre outras mobilizações, podem ser explorados.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento sustentável é uma preocupação a nível mundial das últimas décadas, e a renovação da agenda da ODS para até 2030 demonstra que os desafios ainda precisam ser superados. A promoção da qualidade de vida, acessibilidade e segurança no contexto das cidades são alguns dos desafios levantados pela ODS e a mobilidade urbana desempenha um papel fundamental para o desenvolvimento desses aspectos. O paradigma da mobilidade nas cidades envolve o uso excessivo do veículo motorizado individual e a falta de incentivo e oportunidade para desenvolver modos de transporte sustentáveis como a mobilidade ativa e o transporte público. As cidades já estão desenvolvendo instrumentos de apoio ao planejamento de ações voltadas à promoção da mobilidade urbana sustentável. Contudo, as organizações e instituições públicas e privadas caracterizadas como PGVs também enfrentam e contribuem para os problemas gerados pelas demandas de transporte e, portanto, precisam gerenciá-los e planejar ações que visem melhoria na circulação no entorno.

O comportamento das atividades das IESs se difere de outros PGVs, devido a particularidades das atividades da comunidade acadêmica, sobretudo da população estudantil. As IESs são contextos interessantes para a implementação e validação de iniciativas de mobilidade sustentável, uma vez que são ambientes dinâmicos que promovem a diversidade e a troca de experiências, servindo como um recorte da população das cidades. Além disso, as IESs são comprometidas com o desenvolvimento sustentável e podem servir de exemplo daquilo que ensinam. Portanto, as IESs podem gerir os problemas de mobilidade pensando em estratégias de mobilidade sustentável e, ao mesmo tempo que melhoram as experiências de transporte, contribuem para práticas ambientalmente amigáveis. Além disso, ao oportunizar aos estudantes experiências de transporte sustentável auxiliam no processo de mudança construtiva e remodelação dos padrões de transporte da sociedade.

Esta pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de subsidiar os planejadores das IESs no processo de gestão da mobilidade sustentável. Primeiramente, uma pesquisa bibliográfica e sistemática foi realizada para caracterizar o estado da arte do tema de estudo, que envolve o entendimento de como as IESs estão lidando com os problemas de mobilidade e quais as ações tomadas para resolvê-los. A pesquisa na literatura contextualizou o tema de pesquisa ao longo dos anos, conforme os países, as diferentes abordagens metodológicas e temáticas existentes, bem como as estratégias que as IESs devem tomar para alcançar a mobilidade sustentável.

A revisão da literatura sobre o planejamento da mobilidade sustentável em IESs evidenciou que os temas comportamento de viagem e mobilidade ativa – este último,

relacionado principalmente ao ciclismo – são os mais explorados na literatura. Mais recentemente o tema sistemas de compartilhamento de veículos como bicicletas, *e-scooters* e automóveis tem ganhado espaço, o que demonstra que as IESs são interessantes laboratórios vivos para experimentos tecnológicos de urbanismo em prol da mobilidade sustentável.

As temáticas variam de acordo com regiões geográficas e têm relação com as diferentes proporções de políticas de incentivo à mobilidade alternativas ao automóvel e também do desenvolvimento dos países. Quanto as abordagens metodológicas, a maioria das pesquisas utiliza dados qualitativos de transporte, especialmente de questionários autorrelatados, e modelos estatísticos multivariados e análises espaciais são explorados mais recentemente. Outro aspecto discutido na revisão da literatura refere-se a como as características geográficas (uso do solo e localização urbana/suburbana) e configuração das atividades acadêmicas (concentradas em um local ou dispersas) das IESs afetam as oportunidades de transporte e condicionam os padrões de viagem da população acadêmica. Assim, os problemas de mobilidade e as soluções em busca da mobilidade sustentável têm relação com os aspectos levantados, além de outras particularidades da IESs e também no contexto em que está inserida.

De maneira geral, as IESs são ambientes suscetíveis à implementação de ações para reformular os padrões de transporte da sociedade, visto que a população jovem é mais disposta a se engajar-se em ações em prol da sustentabilidade. Contudo, os planejadores das IESs precisam focar seus esforços de gestão para superar as barreiras a mobilidade ativa e do transporte público, relativas a aspectos de infraestrutura, operação e comportamental, bem como atuar para reduzir as distâncias de moradia através do fornecimento de moradias acessíveis e serviços essenciais no entorno.

Em um segundo momento, com embasamentos na literatura, foi proposto um plano estratégico que serve de guia para a gestão de iniciativas de mobilidade sustentável em IESs. O plano contempla as diretrizes e objetivos, mapeia as partes interessadas no processo e propõe uma estrutura de gestão composta por quatro etapas: diagnóstico, formulação de ações, implementação e monitoramento. O plano estratégico para a gestão da mobilidade estabelece um processo contínuo que conecta o monitoramento ao diagnóstico e atua como um elo entre os planos subsequentes necessários para realizar as intervenções para alcançar padrões de mobilidade sustentável. Assim, as IESs podem alocar recursos específicos para a gestão da mobilidade e com base no plano estratégico proposto podem estabelecer metas para as ações de curto, médio e longo prazo para alcançar a mobilidade sustentável.

Outro resultado desta pesquisa refere-se às técnicas de análise de dados que auxiliam no processo de diagnóstico de mobilidade das IESs e na tomada de decisões sobre as ações de

mobilidade sustentável. O método estatístico multivariado AFE foi adaptado para atender aos requisitos de análise de dados categóricos, comumente utilizados em pesquisas de transporte. Os resultados da AFE determinam quais são os fatores que afetam o comportamento das escolhas de transporte e as cargas fatoriais resultantes são implementadas em uma análise de agrupamentos para identificar os perfis de mobilidade da comunidade acadêmica. Utilizando recursos de análises espaciais, as origens (local de moradia) e destino (IES) dos respondentes podem ser distribuídas espacialmente conforme os diferentes perfis de mobilidade. Assim, as análises permitem compreender os padrões comportamentais de viagem dos grupos formados pela comunidade acadêmica e a relação com o ambiente construído, gerando implicações sobre políticas de transporte e planejamento urbano para melhorar as experiências de viagem e promover a mobilidade sustentável.

Finalmente, o plano estratégico proposto e o método de análise foram aplicados em um estudo de caso à Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) para identificar as ações e esforços adicionais que devem ser inclusos no processo de gestão da mobilidade para contribuir com a mobilidade sustentável. As análises dos aspectos comportamentais mostraram que os perfis de mobilidade não agruparam unicamente conforme características urbanas de local de moradia e as escolhas de modo de transporte, pois as relações atitudinais são mais complexas. No entanto, fica evidente que os comportamentos de mobilidade dos estudantes que residem com colegas e dos docentes e técnicos administrativos que residem com familiares são parecidos. A escolha do local de moradia está concentrada na região central da cidade ou no bairro Camobi nas proximidades da IES, onde, embora sejam áreas com alta cobertura de transporte público com rota universitária, a propriedade veicular e a posse de habilitação são determinantes das escolhas pelo automóvel, independentemente da distância de moradia. Enquanto os estudantes que residem com familiares têm o local de moradia mais disperso e, em muitos casos, não estão próximos das rotas universitárias, apesar disso, são dependentes do transporte público mesmo com disponibilidade veicular.

O diagnóstico das infraestruturas de mobilidade internas ao campus mostra que, em geral, atendem as necessidades da população acadêmica. As calçadas são amplas e conectadas aos centros de ensino e às paradas do transporte público, existem ciclovias nos trajetos internos e há amplas áreas de estacionamentos de veículos gratuitos. Os níveis de congestionamento é algo que deve ser monitorado a médio/longo prazo, visto que foi o único atributo que apresentou um percentual de insatisfação significativo, e a promoção de modos de transporte sustentáveis podem atuar como ações preventivas neste caso. Por outro lado, o diagnóstico do transporte coletivo corroborou problemas estruturais do serviço nas cidades brasileiras, aspectos

operacionais como tempo, custo e conforto dos veículos, como também de infraestrutura das paradas de ônibus referente a cobertura, bancos e iluminação.

A UFSM é fortemente dependente do transporte público e do automóvel, independentemente da distância de moradia. A IES está localizada em uma região distante da área central e em um bairro orientado para a mobilidade motorizada, e mesmo que haja um percentual significativo de pessoas que residem nas proximidades da IES e as infraestruturas internas ao campus forneçam condições adequadas para a mobilidade ativa, essas condições não refletem a situação externa. As oportunidades de transporte no bairro são direcionadas aos veículos motorizados, as infraestruturas das calçadas são precárias ou inexistentes e não há continuidade da ciclovia. Esta pesquisa forneceu um conjunto de ações comportamentais, regulatórias e estruturantes que os planejadores da UFSM podem adotar para direcionar seus esforços de planejamento e gestão para alcançar padrões de mobilidade sustentável. As ações envolvem, em um contexto externo à IES, a necessidade de ampliar as infraestruturas de calçadas e implementar ciclovias que conectem o bairro à IES, como também melhorar aspectos operacionais (tempo, custo e conforto) e de infraestrutura das paradas de ônibus (cobertura, mobiliário urbano e iluminação) do transporte público. Internamente, a IES precisa fornecer acessos alternativos para caminhada e ciclismo, restringir o acesso e estacionamento de automóveis e implementar campanhas para estímulo a mobilidade ativa e incentivo a carona solidária. As discussões são aprofundadas no sentido de como integrar essas ações e de que forma os *stakeholders* podem atuar para garantir a efetividade das ações.

É importante destacar que uma parcela das ações propostas exige esforços que vão além das competências da IES, devido à atuação em contextos externos e aparentemente inerentes ao seu funcionamento. Por isso é imprescindível que haja um esforço colaborativo entre as diversas partes interessadas: a comunidade acadêmica e do entorno, empresas prestadoras de serviços de transporte e as equipes da gestão municipal. Contudo, a IES é a peça fundamental desse processo, e precisa reconhecer que as atuais condições são prejudiciais aos deslocamentos da comunidade acadêmica, e fornecer apoio institucional, comprometimento e colaboração com a mudança do paradigma da mobilidade nas cidades.

Finalmente, esta pesquisa contribui com uma aproximação do tema de gestão da mobilidade e IESs e as discussões levantadas fornecem motivações para novas pesquisas na área. Por um lado, pesquisas futuras podem documentar a continuidade do processo de gestão da mobilidade na IES do estudo de caso, relativas ao acompanhamento e controle da implementação das ações estratégicas levantadas. Assim como, podem utilizar o experimento construído e instrumentado em aplicações em outras IESs com contextos diferentes, para

verificar e aprimorar o processo de gestão e o método estatístico para tomada de decisão propostos. Outras recomendações mais específicas envolvem a ampliação do Diagnóstico para considerar o levantamento das condições de infraestruturas de transporte do entorno das IESs, como também, ampliar o diagnóstico de qualidade percebida do transporte público por ônibus para considerar atributos específicos dos serviços por trens e metrô e a integração entre eles, quando aplicável.

REFERÊNCIAS

- AKAR, Gulsah; FISCHER, Nicholas; NAMGUNG, Mi. Bicycling Choice and Gender Case Study: The Ohio State University. **International Journal of Sustainable Transportation**, v. 7, n. 5, p. 347-365, 2013. <https://doi.org/10.1080/15568318.2012.673694>
- ALSHUWAIKHAT, Habib M. *et al.* The development of a GIS-based model for campus environmental sustainability assessment. **Sustainability (Switzerland)**, v. 9, n. 3, 17 mar. 2017. <https://doi.org/10.3390/su9030439>
- ALVES, Priscila *et al.* Polos geradores de viagem e educação para a mobilidade urbana sustentável: a importância das unidades escolares. **Revista Eletrônica de Geografia**, v. 7, n. 20, p. 45-67, Nov. 2016.
- ARES-PERNAS, Ana *et al.* Towards a sustainable campus: working together to achieve the green campus flag on the UDC peripheral campus of Ferrol. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 21, n. 7, p. 1367-1390, Dez. 2020. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-02-2020-0056>
- ARIA, Massimo; CUCCURULLO, Corrado. *bibliometrix*: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of Informetrics**, v. 11, n. 4, p. 959-975, Nov. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- ARSENIO, Elisabete; MARTENS, Karel; DI CIOMMO, Florieda. Sustainable urban mobility plans: Bridging climate change and equity targets? **Research in Transportation Economics**, v. 55, p. 30-39, Jun. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2016.04.008>
- ASSI, Khaled *et al.* A nested ensemble approach with ANNs to investigate the effect of socioeconomic attributes on active commuting of university students. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 10, Mai. 2020. <https://doi.org/10.3390/ijerph17103549>
- AZZALI, Simona; SABOUR, Eman Abdel. A framework for improving sustainable mobility in higher education campuses: The case study of Qatar University. **Case Studies on Transport Policy**, v. 6, n. 4, p. 603-612, Dez. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2018.07.010>
- BAIG, Muhammad Hamza *et al.* Determinants of transportation sustainability in universities of Islamabad, Pakistan. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 23, n. 3, p. 548-564, 2021. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-07-2020-0273>.
- BALSAS, Carlos J. L. Sustainable transportation planning on college campuses. **Transport Policy**, v. 10, n. 2003, p. 35-49, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0967-070X\(02\)00028-8](https://doi.org/10.1016/S0967-070X(02)00028-8)
- BARCELOS, Mariana Muller; ALBUQUERQUE, Cristina. **QualiÔnibus: Programa de Qualidade do Serviço de Ônibus**. Manual da Pesquisa de Satisfação. Porto Alegre: WRI Brasil, 1º edição, novembro de 2018. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/publicacoes/publicacoes-programa-qualionibus>. Acesso em: 18 mai. 2022.

BRASIL. Presidência da República. Secretaria Geral. **Lei Nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012**. Institui as Diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Diário Oficial da União, 2012.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Habitação. **Caderno 2: Parâmetros referenciais**. Qualificação da inserção urbana. Brasília, 2017.

BULKELEY, Harriet *et al.* Urban living labs: governing urban sustainability transitions. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 22, p. 13-17, Out. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.02.003>

CAPRÌ, Salvatore *et al.* Green walking networks for climate change adaptation. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 45, p. 84-95, Out. 2016. <http://doi.org/10.13140/2.1.1782.6247>

CASTILLO-PAREDES, Antonio *et al.* Environmental and psychosocial barriers affect the active commuting to university in chilean students. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 4, p. 1-14, Fev. 2021. <http://doi.org/10.3390/ijerph18041818>

CASTRO, Leandro Nunes de; FERRARI, Daniel Gomes. **Introdução à Mineração de dados**: Conceitos básicos, algoritmos e aplicações. São Paulo: Editora GEN LTC, 2016. 296 p.

CHANEY, Robert. A.; BERNARD, Amy L.; WILSON, Bradley. R. A. Characterizing active transportation behavior among college students using the theory of planned behavior. **International Quarterly of Community Health Education**, v. 34, n. 3, p. 283-294, Jan. 2013. <http://doi.org/0.2190/IQ.34.3.f>

CHEN, Xin *et al.* Usage behavior and satisfaction analysis of free-floating bicycle sharing system service: Evidence from a Chinese university campus. **Research in Transportation Business and Management**, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.-2021.100703>

CHOI, Yoo Jung *et al.* Plans and living practices for the green campus of portland state university. **Sustainability (Switzerland)**, v. 9, n. 2, 2017. <https://doi.org/10.3390/su9020252>

CHOWDHURY, Subeh; CEDER, Avishai (Avi); SCHWALGER, Bradley. The effects of travel time and cost savings on commuters' decision to travel on public transport routes involving transfers. **Journal of Transport Geography**, v. 43, p. 151-159, Fev. 2015. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.01.009>

CLARIVATE. **Journal Citation Reports**. Disponível em: <<https://jcr-clarivate.ez47.periodicos.capes.gov.br/jcr/home>>. Acesso em: 14 fev. 2022.

COCA FERRAZ, Antônio Clóvis Pinto *et al.* **Segurança viária**. São Carlos – SP: Suprema Gráfica e Editora, 2012.

DAI, Dajun; JAWORSKI, Derek. Influence of built environment on pedestrian crashes: A network-based GIS analysis. **Applied Geography**, v. 73, p. 53-61, Ago. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2016.06.005>

DAMÁSIO, Bruno F. Uso da análise fatorial exploratória em psicologia. **Avaliação Psicológica**, v. 11, n. 2, p. 213-228, 2012.

<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/avp/v11n2/v11n2a07.pdf>

DE CARVALHO, Gustavo Dambiski Gomes *et al.* Bibliometrics and systematic reviews: A comparison between the Proknow-C and the Methodi Ordinatio. **Journal of Informetrics**, v. 14, n. 3, Ago. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2020.101043>

DELMELLE, Eric M.; DELMELLE, Elizabeth Cahill. Exploring spatio-temporal commuting patterns in a university environment. **Transport Policy**, v. 21, p. 1-9, Mai. 2012.

<https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2011.12.007>

DI DIO, Salvatore. *et al.* Involving people in the building up of smart and sustainable cities: How to influence commuters' behaviors through a mobile app game. **Sustainable Cities and Society**, v. 42, p. 325-336, Out. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.07.021>

DIENSTMANN, Julieta Scheidt *et al.* Gestão da inovação e avaliação de desempenho: processo estruturado de revisão da literatura. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia de Produção**, v. 14, n. 1, p. 2-30, 2014. <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v14.i1.1042>

ECCARIUS, Timo; LU, Chung-Cheng. Adoption intentions for micro-mobility – Insights from electric scooter sharing in Taiwan. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 84, p. 102327, Jul. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102327>

EIT Urban Mobility. **Highlights projects 2020-2021: Mobility for more live able urban spaces**. European Institute of Innovation and Technology – EIT, 2020.

EMBARQUE BRASIL. **Passo a passo para a construção de um plano de mobilidade corporativa**. WRI Brasil, 1ª edição, setembro de 2015.

ENSSLIN, Leonardo *et al.* Avaliação do desempenho de empresas terceirizadas com o uso da metodologia multicritério de apoio à decisão-constructivista. **Pesquisa Operacional**, v. 30, n. 1, p. 125-152, 2010.

ESCOBAR, Diego; MONTOYA, Jorge. A.; MONCADA, Carlos Alberto. Study of the spatial location of universities through a geographic accessibility analysis. The case of Manizales and Villamaría, in Colombia. **Informacion Tecnológica**, v. 30, n. 6, p. 325-336, Dez. 2019.

<https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000600325>

FERRANDO, Pere Joan; LORENZO-SEVA, Urbano. Program FACTOR at 10: Origins, development and future directions. **Psicothema**, v. 29, p. 236-240, 2017. <https://doi.org/10.7334/psicothema2016.304>

FIELD, Andy. **Descobrimos a Estatística usando o SPSS**. Porto Alegre: Bookman, 2. ed. 2009.

FONTOURA, Wlisses Bonelá; CHAVES, Gisele de Lorena Diniz; RIBEIRO, Glaydton Mattos. The Brazilian urban mobility policy: The impact in São Paulo transport system using

system dynamics. **Transport Policy**, v. 73, p. 51-61, Jan. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.09.014>

Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID e Ministério do Desenvolvimento Regional – MDR (autores). **Gestão da demanda de mobilidade**. Global Environment Facility – GEF (financiador) – Brasília: Editora IABS, 126 p., 2020.

GIL, Antônio Carlos. **Metodologia do Ensino Superior**. 5° ed. São Paulo: [s.n.], 2020.

GONÇALVES, Fábio dos Santos. **Classificação dos PGVs e sua relação com as técnicas de análise de impactos viários**. Universidade Federal do Rio de Janeiro: COPPE, 2012.

GURRUTXAGA, Igor Ahedo *et al.* Analysis of the modal choice of transport at the case of university: Case of University of the Basque Country of San Sebastian. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 105, p. 233-244, Nov. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.04.003>

GUTIÉRREZ, Margareth *et al.* Estimating bicycle demand in an aggressive environment. **International Journal of Sustainable Transportation**, v. 15, n. 4, p. 259-272, 2021. <https://doi.org/10.1080/15568318.2020.1734886>

GUZMAN, Luis A.; ARELLANA, Julian; ALVAREZ, Vilma. Confronting congestion in urban areas: Developing Sustainable Mobility Plans for public and private organizations in Bogotá. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 134, p. 321-335, Abr. 2020.

HAIR, Joseph F. *et al.* **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Bookman, 6 ed., 2009.

HAMAD, Khaled; HTUN, Phyo Thet Thet; OBAID, Lubna. Characterization of travel behavior at a university campus: A case study of Sharjah University City, UAE. **Transportation Research Interdisciplinary Perspectives**, v. 12, p. 100488, Dez. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100488>

HANCOCK, Linda; NUTTMAN, Sonia. Engaging higher education institutions in the challenge of sustainability: Sustainable transport as a catalyst for action. **Journal of Cleaner Production**, v. 62, p. 62-71, Jan. 2014. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.07.062>

HICKMAN, Robin; HALL, Peter; BANISTER, David. Planning more for sustainable mobility. **Journal of Transport Geography**, v. 33, p. 210-219, Dez. 2013. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.07.004>

HOLGADO-TELLO, Francisco Pablo *et al.* Polychoric versus pearson correlations in exploratory and confirmatory factor analysis of ordinal variables. **Quality and Quantity**, 44, 153–166, Set. 2010. <https://doi.org/10.1007/s11135-008-9190-y>

HU, Lingqian.; SCHNEIDER, Robert J. Shifts between Automobile, Bus, and Bicycle Commuting in an Urban Setting. **Journal of Urban Planning and Development**, v. 141, n. 2, p. 04014025, Jun. 2015. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)up.1943-5444.0000214](https://doi.org/10.1061/(asce)up.1943-5444.0000214)

INTURRI, Giuseppe *et al.* Linking Public Transport User Satisfaction with Service Accessibility for Sustainable Mobility Planning. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 10, n. 4, Abr. 2021.

ISNIAH, Sarah; PURBA, Humiras H.; DEBORA, Fransisca. Plan do check action (PDCA) method: literature review and research issues. **Jurnal Sistem dan Manajemen Industri**, v. 4, n. 1, p. 72-81, 2020. <https://doi.org/10.30656/jsmi.v4i1.2186>

JIF. **Journal Impact Factor**. Disponível em: <<https://impactfactorforjournal.com/>>. Acesso em: 5 nov. 2021.

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. **Applied multivariate statistical analysis**. Madison: Prentice Hall International, 6 ed, 2008.

KALIN, Arzu; YURTCAN, Muge; KURDOGLU, Banu Çiçek. Example of a recreation-oriented cycle track design at university campuses. **Journal of Environmental Protection and Ecology**, v. 20, n. 2, p. 965-975, 2019. <https://www.researchgate.net/publication/339102554>

KELARESTAGHI, Kaveh Bakhsh; ERMAGUN, Alizera; HEASLIP, Kevin P. Cycling usage and frequency determinants in college campuses. **Cities**, v. 90, p. 216-228, Jul. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.02.004>

KELLEY, Truman Lee. **Essential Traits of Mental Life, Harvard Studies in Education**. Harvard University Press, Cambridge: [s. n.], vol. 26, 1935.

KRYSZCZUK, Krzysztof; HURLEY, Paul. Estimation of the Number of Clusters Using Multiple Clustering Validity Indices. **Multiple Classifier Systems**, p. 114-123, 2010. https://doi.org/10.1007/978-3-642-12127-2_12

KUTELA, Boniphace; TENG, Hualiang. The influence of campus characteristics, temporal factors, and weather events on campuses-related daily bike-share trips. **Journal of Transport Geography**, v. 78, p. 160-169, Jun. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2019.06.002>

LE PIRA, Michela *et al.* Modelling stakeholder participation in transport planning. **Case Studies on Transport Policy**, v. 4, n. 3, p. 230-238, Set. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2016.06.002>

LEDESMA, Rúben Daniel *et al.* Exploratory factor analysis in transportation research: Current practices and recommendations. **Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour**, v. 78, p. 340-352, Abr. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2021.02.021>

LIMANOND, Thirayoot; BUTSINGKORN, Tanissara; CHERMKHUNTHOD, Chutima. Travel behavior of university students who live on campus: A case study of a rural university

in Asia. **Transport Policy**, v. 18, n. 1, p. 163-171, Jan. 2011. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2010.07.006>

LOUKAITOU-SIDERIS, Anastasia *et al.* Crashes on and near college campuses: A comparative analysis of pedestrian and bicyclist safety. **Journal of the American Planning Association**, v. 80, n. 3, p. 198-217, Jul. 2014. <https://doi.org/10.1080/01944363-2014.978354>

LU, Tianjun *et al.* Adding temporal information to direct-demand models: Hourly estimation of bicycle and pedestrian traffic in Blacksburg, VA. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 63, p. 244-260, Ago. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.05.011>

MANAUGH, Kevin; BOISJOLY, Geneviève; EL-GENEIDY, Ahmed. Overcoming barriers to cycling: understanding frequency of cycling in a university setting and the factors preventing commuters from cycling on a regular basis. **Transportation**, v. 44, n. 4, p. 871-884, Jul. 2017. <https://doi.org/10.1007/s11116-016-9682-x>

MARCOLINI, Maria de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Atualização da edição João Bosco Medeiros, 9° ed., 2021.

MATHEW, Jijo K. *et al.* Analysis of E-Scooter Trips and Their Temporal Usage Patterns. **Institute of Transportation Engineers (ITE)**, v. 89, n. 6, p. 44-49, 2019. <https://www-researchgate.net/publication/333634549>

MIRALLES-GUASCH, Carme; DOMENE, Elena. Sustainable transport challenges in a suburban university: The case of the Autonomous University of Barcelona. **Transport Policy**, v. 17, n. 6, p. 454-463, Nov. 2010. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2010.04.012>

MOKWENA, O. H.; ZUIDGEEEST, M. Identifying transport policy gaps in student travel demand management in South Africa. **Journal of Transport and Supply Chain Management**, v. 14, 2020. <https://doi.org/10.4102/jtscm.v14i0.522>

MOZOS-BLANCO, Ofentse H. *et al.* The way to sustainable mobility. A comparative analysis of sustainable mobility plans in Spain. **Transport Policy**, v. 72, p. 45-54, Dez. 2018. <https://doi.org/10.4102/jtscm.v14i0.522>

NAHAL, Tamara; MITRA, Raktim. Facilitators and barriers to winter cycling: Case study of a downtown university in Toronto, Canada. **Journal of Transport and Health**, v. 10, p. 262-271, Set. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2018.05.012>

NASH, Sean; MITRA, Raktim. University students' transportation patterns, and the role of neighbourhood types and attitudes. **Journal of Transport Geography**, v. 76, p. 200-211, Abr. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2019.03.013>

NAYUM, Alim; NORDFJÆRN, Trond. Predictors of public transport use among university students during the winter: A MIMIC modelling approach. **Travel Behaviour and Society**, v. 22, p. 236-243, Jan. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2020.10.005>

PANTER, Jenna; DESOUSA, Carol; OGILVIE, David. Incorporating walking or cycling into car journeys to and from work: The role of individual, workplace and environmental characteristics. **Preventive Medicine**, v. 56, n. 3, p. 211-217, Mar. 2013. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2013.01.014>

PAPANTONIOU, Panagiotis *et al.* Developing a Sustainable Mobility Action Plan for University Campuses. **Transportation Research Procedia**, v. 48, p. 1908-1917, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.08.223>

PEREZ-LOPEZ, Jose-Benito; ORRO, Alfonso.; NOVALES, Margarita. Environmental impact of mobility in higher-education institutions: The case of the ecological footprint at the university of A Coruña (Spain). **Sustainability (Switzerland)**, v. 13, n. 11, Jun. 2021. <https://doi.org/10.3390/su13116190>

PETZHOLD, Guilherme; SIQUEIRA, Eduardo Henrique. **Estratégias de mobilidade urbana para organizações**. São Paulo: WRI cidades: [s.n.], 2017.

POOLEY, Colin G. *et al.* Policies for promoting walking and cycling in England: A view from the street. **Transport Policy**, v. 27, p. 66-72, Mai. 2013.

PRODANOV, Cleber Cristiano; DE FREITAS, Ernani Cezar. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2 edição ed. Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul: [s.n.].

RAHMAN, Md Rafiur; POUDEL, Niranjan; SINGLETON, Patrick A. Multimodal traffic safety concerns in a university population. **Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour**, v. 80, p. 424-435, Jul. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2021.05.013>

RAMAKRESHNAN, Logaraj *et al.* Motivations and built environment factors associated with campus walkability in the tropical settings. **Science of the Total Environment**, v. 749, Dez. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141457>

RISSEL, Chris; MULLEY, Corinne; DING, Ding. Travel mode and physical activity at Sydney University. **International journal of environmental research and public health**, v. 10, n. 8, p. 3563-3577, Ago. 2013. <https://doi.org/10.3390/ijerph10083563>

ROSA MESQUITA, Andressa *et al.* Guidelines to design bicycle routes on university campuses: A case study at the Federal University of Viçosa. **Case Studies on Transport Policy**, v. 8, n. 2, p. 620-626, Jun. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2020.02.003>

DIENSTMANN, Julieta Scheidt; LACERDA, Rogério Tadeu de Oliveira; ENSSLIN, Leonardo, ENSSLIN, Sandra Rolim. Gestão da inovação e avaliação de desempenho:

processo estruturado de revisão da literatura. **Revista de Produção Online**, v. 14, n. 1, p. 2-30, Mar. 2014. <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v14.i1.1042>

SCHUBERT, Thamires Ferreira; HENNING, Elisa; LOPES, Simone Becker. Analysis of the possibility of transport mode switch: A case study for Joinvillae students. **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 13, Jul. 2020. <https://doi.org/10.3390/su12135232>

SCHVARSBERG, Benny.; MARTINS, Giselle. C.; CAVALCANTI, Carolina (org.). **Estudo de Impacto de Vizinhança: Caderno Técnico de Regulamentação e Implementação**. Secretaria Nacional de Acessibilidade e Programas Urbanos, Programa Nacional de Capacitação das Cidades e Universidade de Brasília. Brasília: Universidade de Brasília, 98p, 2016.

SHAFI, Rahman; DELBOSC, Alexa; ROSE, Geoffrey. Travel attitudes and mode use among Asian international students at an Australian university. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 80, 102259, Mar. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102259>

SIE. **UFSM em Números**. Disponível em: <<https://portal.ufsm.br/ufsm-em-numeros/publico/>>. Acesso em: 18 out. 2021.

SORIA-LARA, Julio A.; MARQUET, Oriol; MIRALLES-GUASCH, Carme. The influence of location, socioeconomics, and behaviour on travel-demand by car in metropolitan university campuses. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 53, p. 149–160, Jun. 2017.

SOTTILE, Eleonora *et al.* An innovative GPS smartphone-based strategy for university mobility management: A case study at the University of RomaTre, Italy. **Research in Transportation Economics**, v. 85, 100926, Mar. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2020.100926>

STEIN, Peolla Paula; RODRIGUES DA SILVA, Antônio Néilson. Barriers, motivators and strategies for sustainable mobility at the USP campus in São Carlos, Brazil. **Case Studies on Transport Policy**, v. 6, n. 3, p. 329-335, Set. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2017.11.007>

SUNDRAM, Veera Pandiyan Kaliani *et al.* Sustainable Transportation on University Campus: A Case at UiTM Selangor, Puncak Alam Campus, Malaysia and Universitas Negeri Semarang, Indonesia. **Asian Journal of University Education**, v. 17, n. 2, p. 262-272, Abr. 2021. <https://doi.org/10.24191/ajue.v17i2.13407>

SWEET, Matthias N.; FERGUSON, Mark R. Parking demand management in a relatively uncongested university setting. **Case Studies on Transport Policy**, v. 7, n. 2, p. 453-462, Jun. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2019.01.008>

TARABAY, Rana; ABOU-ZEID, Maya. Modeling the choice to switch from traditional modes to ridesourcing services for social/recreational trips in Lebanon. **Transportation**, v. 47, n. 4, p. 1733-1763, Ago. 2020. <https://doi.org/10.1007/s11116-019-09973-x>

TAYLOR, Ryan; MITRA, Raktim. Commute satisfaction and its relationship to post-secondary students' campus participation and success. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 96, Jul. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102890>

TIMMERMAN, Marieke E.; LORENZO-SEVA, Urbano. Dimensionality assessment of ordered polytomous items with parallel analysis. **Psychological Methods**, v. 16, n. 2, p. 209-220, 2011. <https://doi.org/10.1037/a0023353>

TUVERI, G. *et al.* A panel data analysis of tour-based university students' travel behaviour. **Case Studies on Transport Policy**, v. 8, n. 2, p. 440–452, Jun. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2020.03.005>

UNITED NATIONS GENERAL ASSEMBLY. **Transforming our world: The agenda for sustainable development goal**. New York: [s.n.], 2015.

VAN MALDEREN, Laurent *et al.* On the mobility policies of companies: What are the good practices? The Belgian case. **Transport Policy**, v. 21, p. 10-19, Mai. 2012. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2011.12.005>

WEY, Wann-Ming; HSU, Janice. New Urbanism and Smart Growth: Toward achieving a smart National Taipei University District. **Habitat International**, v. 42, p. 164-174, Abr. 2014. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2013.12.001>

WHALEN, Kate. E.; PÁEZ, Antonio; CARRASCO, Juan. A. Mode choice of university students commuting to school and the role of active travel. **Journal of Transport Geography**, v. 31, p. 132-142, Jul. 2013. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.06.008>

WILSON, Oliver W. A. *et al.* Best practices for promoting cycling amongst university students and employees. **Journal of Transport and Health**, v. 9, p. 234-243, Jun. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2018.02.007>

ZANNAT, Khatun E.; ADNAN, Mohammed Sarfaraz Gani; DEWAN, Ashraf. A GIS-based approach to evaluating environmental influences on active and public transport accessibility of university students. **Journal of Urban Management**, v. 9, n. 3, p. 331-346, Set. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jum.2020.06.001>

ZHAN, Guangjun *et al.* Using hierarchical tree-based regression model to examine university student travel frequency and mode choice patterns in China. **Transport Policy**, v. 45, p. 55-65, Jan. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2015.09.006>

ZHOU, Jiangping. From better understandings to proactive actions: Housing location and commuting mode choices among university students. **Transport Policy**, v. 33, p. 166-175, Mai. 2014. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2014.03.004>

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PARA DIAGNÓSTICO DA MOBILIDADE: COMPORTAMENTO DE VIAGEM

(continua)

	PERGUNTA	OPÇÕES DE RESPOSTA
Características pessoais	Q1 Com qual gênero você se identifica?	<input type="checkbox"/> Feminino <input type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> Outro <input type="checkbox"/> prefiro não declarar
	Q2 Qual a sua idade?	Valor contínuo
	Q3 Possui alguma deficiência? Se sim, qual?	<input type="checkbox"/> Intelectual <input type="checkbox"/> Auditiva <input type="checkbox"/> Física <input type="checkbox"/> Visual <input type="checkbox"/> Mental <input type="checkbox"/> Outra
	Q4 Qual seu nível de escolaridade?	<input type="checkbox"/> Fundamental <input type="checkbox"/> Médio <input type="checkbox"/> Superior <input type="checkbox"/> Pós-graduação
	Q5 Qual a sua renda familiar mensal? (salários mínimos)	<input type="checkbox"/> Até 2 <input type="checkbox"/> De 2 a 4 <input type="checkbox"/> De 4 a 10 <input type="checkbox"/> De 10 a 20 <input type="checkbox"/> Acima de 20 <input type="checkbox"/> prefiro não declarar
	Q6 Você tem CNH? (Carteira Nacional de Habilitação?)	<input type="checkbox"/> CNH A <input type="checkbox"/> CNH B <input type="checkbox"/> CNH AB <input type="checkbox"/> Outra
	Q7 Quais desses veículos estão a sua disposição?	<input type="checkbox"/> Carro <input type="checkbox"/> Motocicleta <input type="checkbox"/> Bicicleta <input type="checkbox"/> Nenhum
Perfil da moradia	Q8 Qual a cidade e/ou bairro que você reside?	Especificar
	Q9 Você reside em uma casa estudantil?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
	Q10 Existe uma parada de ônibus no entorno da residência? (Considere o entorno em até 4 quadras)	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
	Q11 Quantas pessoas moram na residência? (Incluindo você)	<input type="checkbox"/> Uma <input type="checkbox"/> Duas <input type="checkbox"/> Três <input type="checkbox"/> Quatro <input type="checkbox"/> Cinco <input type="checkbox"/> Seis <input type="checkbox"/> Mais que seis pessoas
	Q12 Indique quem são as pessoas que residem com você:	<input type="checkbox"/> Sozinho(a) <input type="checkbox"/> Parceiro(a) <input type="checkbox"/> Filhos(as) <input type="checkbox"/> Outros familiares <input type="checkbox"/> Colegas ou amigos
	Q13 Esse(s) filho(s) estão em período escolar ou creche?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Atividades na universidade	Q14 Você é:	<input type="checkbox"/> Estudante de graduação <input type="checkbox"/> Estudante de pós-graduação <input type="checkbox"/> Professor efetivo <input type="checkbox"/> Professor temporário <input type="checkbox"/> Técnico administrativo <input type="checkbox"/> Terceirizado <input type="checkbox"/> Outro, especifique.
	Q15 Qual a unidade/ centro de ensino que você exerce suas atividades?	Especificar os tipos.
	Em que ano/semestre você iniciou suas atividades na universidade?	Especificar.
	As suas atividades na universidade são classificadas como:	<input type="checkbox"/> Presencial <input type="checkbox"/> Remota
Q16 As suas atividades na universidade se concentram em qual turno?	<input type="checkbox"/> Manhã <input type="checkbox"/> Tarde <input type="checkbox"/> Noite	

(conclusão)

Modos de Transporte		
Q17	Qual o principal modo de transporte que você utiliza para seus deslocamentos até a universidade?	<input type="checkbox"/> Automóvel <input type="checkbox"/> Motocicleta <input type="checkbox"/> Bicicleta <input type="checkbox"/> Caminhada <input type="checkbox"/> Transporte coletivo <input type="checkbox"/> Transporte por aplicativos <input type="checkbox"/> Outro, especifique.
Q18	Se você marcou "Transporte coletivo", especifique qual o tipo:	<input type="checkbox"/> Ônibus urbano <input type="checkbox"/> Metrô ou trem urbano <input type="checkbox"/> Ônibus intermunicipal <input type="checkbox"/> Ônibus metropolitano <input type="checkbox"/> Veículo fretado <input type="checkbox"/> Outro, especifique.
Q19	Se você marcou "Transporte coletivo", especifique onde encontra informações de rotas e/ou linhas do serviço:	<input type="checkbox"/> Canais de comunicação das empresas <input type="checkbox"/> Canais de comunicação da prefeitura <input type="checkbox"/> Universidade <input type="checkbox"/> Paradas e/ou estações <input type="checkbox"/> Dentro dos veículos <input type="checkbox"/> Aplicativos de transporte
Q20	Em média, quanto tempo você demora para se deslocar até a universidade	<input type="checkbox"/> Até 5 minutos <input type="checkbox"/> Entre 5 a 10 minutos <input type="checkbox"/> Entre 30 minutos a 1 hora <input type="checkbox"/> Entre 1 a 2 horas <input type="checkbox"/> Mais de 2 horas
Q21	Quantos dias por semana você se desloca até universidade? (dias na semana)	Valor contínuo
Q22	Durante o seu deslocamento até a universidade você realiza alguma dessas atividades?	<input type="checkbox"/> Levar filhos à escola ou creche <input type="checkbox"/> Compras ou pagamentos
Q23	Como é sua rotina de almoço nos dias em que se desloca até a universidade?	<input type="checkbox"/> Almoço no restaurante universitário <input type="checkbox"/> Almoço fora da universidade <input type="checkbox"/> almoço na universidade <input type="checkbox"/> almoço em casa
Q24	Qual o modo de transporte que você utiliza para ir almoçar?	<input type="checkbox"/> Automóvel <input type="checkbox"/> Motocicleta <input type="checkbox"/> Bicicleta <input type="checkbox"/> Caminhada <input type="checkbox"/> Transporte coletivo <input type="checkbox"/> Transporte por aplicativos <input type="checkbox"/> Outro, especifique.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PARA DIAGNÓSTICO DA MOBILIDADE: INFRAESTRUTURAS

Considerando uma escala Likert que varia de Péssimo (1) a Ótimo (5), avalie os seguintes aspectos de infraestrutura.

		Péssimo	Ruim	Regular	Bom	Ótimo	
Mobilidade em geral	Q25	Iluminação pública	☹️	☹️	😊	😊	😊
	Q26	Segurança acidentes de trânsito	☹️	☹️	😊	😊	😊
	Q27	Segurança assaltos ou roubos	☹️	☹️	😊	😊	😊
	Q28	Acessibilidade universal	☹️	☹️	😊	😊	😊
	Q29	Exposição ao ruído e poluição	☹️	☹️	😊	😊	😊
	Q30	Níveis de congestionamento	☹️	☹️	😊	😊	😊
	Q31	Velocidade dos veículos	☹️	☹️	😊	😊	😊
	Q32	Sinalização viária	☹️	☹️	😊	😊	😊
	Q33	Fiscalização das leis de trânsito	☹️	☹️	😊	😊	😊
Calçadas ou calçadões	Q34	Opções de rotas utilizando calçadas	☹️	☹️	😊	😊	😊
	Q35	Arborização e sombras nos caminhos	☹️	☹️	😊	😊	😊
	Q36	Estado de conservação das calçadas	☹️	☹️	😊	😊	😊
	Q37	Largura útil das calçadas	☹️	☹️	😊	😊	😊
	Q38	Disponibilidade de faixas de pedestres	☹️	☹️	😊	😊	😊
	Q39	Declives e acíves nos trajetos das calçada	☹️	☹️	😊	😊	😊
Ciclovias e ciclofaixas	Q40	Opções de rotas utilizando ciclovias/ciclofaixas	☹️	☹️	😊	😊	😊
	Q41	Arborização e sombras nos caminhos	☹️	☹️	😊	😊	😊
	Q42	Estado de conservação das ciclovias/ciclofaixas	☹️	☹️	😊	😊	😊
	Q43	Largura útil das ciclovias/ciclofaixas	☹️	☹️	😊	😊	😊
	Q44	Disponibilidade de estacionamento para bicicletas	☹️	☹️	😊	😊	😊
	Q45	Declives e acíves na ciclovia/ciclofaixa	☹️	☹️	😊	😊	😊
Pista dos veículos	Q46	Opções de rotas utilizando as vias	☹️	☹️	😊	😊	😊
	Q47	Disponibilidade de vagas de estacionamento	☹️	☹️	😊	😊	😊
	Q48	Estado de conservação das vias	☹️	☹️	😊	😊	😊

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO PARA DIAGNÓSTICO DA MOBILIDADE: SERVIÇO DE TRANSPORTE PÚBLICO

Considerando uma escala Likert que varia de Péssimo (1) a Ótimo (5) e considerando seus deslocamentos para a universidade, avalie os seguintes aspectos relacionados ao serviço de transporte público.

		Péssimo	Ruim	Regular	Bom	Ótimo
Transporte público por ônibus	Q49 Iluminação nas paradas e/ou estações Condições de iluminação à tardinha e/ou a noite.					
	Q50 Infraestrutura das paradas e/ou estações Cobertura, bancos e espaço disponível nos horários de pico.					
	Q51 Informação ao cliente Informações sobre linhas, horários, frequências, preço da tarifa.					
	Q52 Atendimento ao cliente Atendimento dos motoristas e cobradores.					
	Q53 Acesso ao transporte Estado das calçadas no trajeto até a parada e/ou estações.					
	Q54 Disponibilidade do serviço Adequação dos intervalos entre os veículos, dos horários e dos locais de parada e/ou estações.					
	Q55 Segurança viária Risco de acidentes de trânsito durante as viagens.					
	Q56 Segurança pública Risco de assaltos ou roubos nas paradas e/ou estações e dentro dos veículos.					
	Q57 Tempo de deslocamento Adequação dos tempos de caminhada, espera e viagem.					
	Q58 Confiabilidade Pontualidade e frequência dos horários previstos para a viagem.					
	Q59 Exposição a ruído e poluição Poluição e ruído gerada pelos veículos do serviço.					
	Q60 Forma de pagamento Facilidade para pagar a passagem e/ou recarregar o cartão de transporte.					
	Q61 Custo da passagem Adequação do valor cobrado pelo transporte público aos serviços prestados.					
	Q62 Conforto dos veículos Iluminação, quantidade de bancos, limpeza e lotação dos veículos.					