

FATORES QUE INFLUENCIAM O PADRÃO DE VIAGENS DE UM CAMPUS UNIVERSITÁRIO LOCALIZADO EM UMA CIDADE DE PEQUENO PORTE

Letícia Oestreich

Raquel Cristina Ferreira

Universidade Federal de Santa Maria – Campus Cachoeira do Sul
Laboratório de Mobilidade e Logística (LAMOT)

Shanna Trichês Lucchesi

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Laboratório de Sistemas de Transportes (LASTRAN)

Alejandro Ruiz-Padillo

Universidade Federal de Santa Maria – Centro de Tecnologia (CT)
Laboratório de Mobilidade e Logística (LAMOT)

RESUMO

As universidades configuram-se como polos geradores de viagens, pois impactam a circulação viária no seu entorno. Esses impactos podem ser reduzidos pelo incentivo do transporte sustentável, em especial os modos ativos, que possuem grande potencial de utilização em cidades de pequeno porte. Esse trabalho identifica, através de uma Análise Fatorial Exploratória, os fatores que influenciam o perfil de deslocamentos em um campus universitário localizado na área central de uma cidade de pequeno porte, e analisa o possível comportamento após a mudança do campus para um bairro periférico. Os resultados indicam que atualmente a proporção das viagens a pé é elevada, mas que, quando o campus mudar de endereço, haverá uma maior dependência dos modos motorizados, principalmente do carro e da motocicleta. Pelo agrupamento dos fatores, estima-se que as caronas podem competir com o transporte público e que é necessário reduzir as barreiras para os deslocamentos ativos e o transporte público.

ABSTRACT

Universities are seen as trip generation hubs, due to their impact on road circulation around them. To reduce these impacts, more sustainable transportation can be encouraged to be used, especially active modes, which have great potential in small cities. Through an Exploratory Factor Analysis, we identify the factors that influence the profile of displacements in a university campus located in the central area of a small city. Moreover, the study analyzes the possible behavior after the relocation of the campus to a suburban district. The results indicate that currently many trips are made on foot, but when changing the campus address, there will be more dependence on motorized modes, especially car and motorcycle. The clustering of factors shows that carpool compete with public transport and that it is necessary to reduce barriers to active commuting and public transport.

1 INTRODUÇÃO

Os polos geradores de viagens (PGVs) são empreendimentos que possuem a capacidade de atrair e produzir uma grande quantidade viagens, causando alterações significativas no sistema viário de áreas adjacentes. Estas alterações referem-se ao aumento da demanda por áreas de estacionamento, de descargas de mercadorias e desembarque de passageiros, podendo influenciar na mobilidade da região na qual estão inseridos (Portugal e Goldner, 2003). A construção de um PGV pode gerar benefícios econômicos, mas também pode trazer consequências negativas para a qualidade de vida da população que reside e circula na região. Os impactos são vistos na acessibilidade e na circulação de pedestres, como também, no aumento da ocorrência de acidentes viários (Bertazzo e Jacques, 2010; Jacques *et al.*, 2010).

As instituições de ensino são consideradas importantes PGVs, pois possuem o potencial de gerar um grande número de viagens que afetam os sistemas viários e de transportes da região onde se localizam. O impacto é devido ao deslocamento realizado pelos alunos, professores e funcionários, que podem ocorrer por diferentes modos de transporte (Jacques *et al.*, 2010; Paula *et al.*, 2014; Portugal e Goldner, 2003). As instituições de ensino superior possuem características particulares que as diferem de outros PGVs, como a regularidade das viagens e

uma grande demanda por estacionamentos, já que muitos estudantes podem ter habilitação e utilizar o carro para se deslocarem (Benneworth *et al.*, 2010; Bertazzo e Jacques, 2010; Paula *et al.*, 2014).

Com o objetivo de ampliar o acesso da população brasileira à educação pública e de qualidade, em 2011 foi criado o Plano de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI) que tem como uma de suas diretrizes promover a expansão e interiorização da rede federal de educação superior (Brasil, 2014). A interiorização promovida pelo REUNI proporcionou uma expansão de vagas no ensino público de nível superior em cidades interioranas de pequeno e médio porte, se diferenciando do tradicional modelo que proporcionava mais oferta nas capitais (Camargo e Araújo, 2018). Nestas cidades, a demanda por serviços e infraestrutura impulsionada pela implantação de novos campi universitários sem o devido planejamento pode gerar problemas quanto a circulação de pessoas e a segurança das viagens (Benneworth *et al.*, 2010).

Sendo assim, o planejamento e a implementação de medidas relacionadas com a mobilidade em PGVs dependem fortemente das características específicas desses empreendimentos e a sua relação com o uso do solo circundante, o que exige o estudo dos padrões de viagens dos usuários desse sistema (Portugal e Goldner, 2003). Em especial, estudos focados em novas universidades ou campi em cidades de pequeno porte tornam-se necessários devido à falta de trabalhos focados nestes locais. Mesmo que as instituições de ensino não controlem o modo como a comunidade acadêmica acessa as suas instalações, elas podem criar estímulos a mudança de hábitos de deslocamento que estimulem o uso de modos de transporte mais sustentáveis, através da implementação de ciclovias, disponibilidade de vestiários, regulamentação de estacionamentos, além de melhoria na infraestrutura para o pedestre e no transporte público (Petzhold e Lindau, 2017; Rodrigues e Schultz, 2019).

Assim, o objetivo deste trabalho é estudar os padrões de viagens de um campus universitário localizado na área central de uma cidade de pequeno porte para identificar através da Análise Fatorial Exploratória (AFE) os agrupamentos de fatores que influenciam nesses deslocamentos e que possam auxiliar a prever o comportamento da mobilidade com a mudança do campus para um novo endereço em uma região afastada da área central. Assim, espera-se poder contribuir com evidências empíricas para o estudo do comportamento das viagens em universidades localizadas em cidades de pequeno porte e, a partir disso, identificar medidas e estratégias de planejamento urbano para melhoria desses deslocamentos que auxiliem os gestores na formulação de políticas públicas de incentivo à mobilidade urbana sustentável nas instituições de ensino.

O presente artigo apresenta a seguinte estrutura: o primeiro capítulo refere-se a uma introdução, contextualização e justificativa do trabalho; o segundo capítulo compreende uma revisão da literatura sobre o tema, com referências a estudos atuais que fundamentem a pesquisa; o instrumento de pesquisa é definido do capítulo três, onde caracteriza-se a metodologia do trabalho, mostrando o cenário de estudo e as ferramentas utilizadas para obter e avaliar os dados; na sequência, o quarto capítulo apresenta e discute os resultados obtidos desde o ponto de vista dos objetivos da pesquisa; e, finalmente, o quinto capítulo refere-se às considerações finais do estudo em que são sintetizados os resultados obtidos, as principais contribuições e propostas/recomendações para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Identificar os padrões de viagens em um campus universitário pode revelar informações sobre a relação entre as instalações existentes e as demandas da comunidade acadêmica com relação à mobilidade (Zhan *et al.*, 2016). Estas instituições são consideradas PGVs, devido aos deslocamentos produzidos poderem gerar impactos significativos na mobilidade, onde o uso excessivo do automóvel pode trazer problemas relacionados à disputa pelo espaço viário (Portugal e Goldner, 2003). Por outro lado, as universidades representam um “microcosmo da sociedade”, lugares onde as normas e os comportamentos são moldados e, portanto, são cenários ideais para explorar iniciativas de políticas direcionadas à redução da dependência dos automóveis (Delmelle e Delmelle, 2012). Os esforços feitos para alcançar esta mudança de cenário devem levar em consideração as particularidades existentes no âmbito universitário (Miralles-Guasch e Domene, 2010).

Alguns estudos verificaram a existência de fatores capazes de influenciar os padrões de viagens desenvolvidos pela comunidade acadêmica, como: a localização das instalações universitárias, características do campus, condições de tráfego, características socioeconômicas, demográficas e psicológicas (Khattak *et al.*; 2011; Zhan *et al.*, 2016). Em seu trabalho, Fürst (2014) verificou que a escolha do modo de transporte é influenciada pela percepção dos usuários sobre o modo utilizado e a relação de qualidade e preço apresentada. Além disso, alunos e funcionários possuem diferentes padrões de viagens, influenciados pelas diversas características socioeconômicas e preferências individuais (Miralles-Guasch e Domene, 2010), o que implica que medidas diferentes precisam ser implementadas para alterar os padrões de viagens. No estudo de Soria-Lara *et al.* (2017), fatores como idade, gênero e renda explicam uma parte fundamental dos motivos associados à demanda de viagens do carro em um campus universitário, destacando o fator socioeconômico como determinante para o uso de veículos particulares. De acordo com o trabalho realizado por Delmelle e Delmelle (2012), o maior fator associado às decisões de escolha do carro com modo de transporte está relacionado a posse do veículo.

Devido aos problemas de mobilidade urbana gerados pela implantação desses PGVs, o poder público e os empreendimentos têm a responsabilidade compartilhada na busca por soluções, focando em ações de mobilidade sustentável, como priorização de modos não motorizados e coletivos e minimização do uso do veículo particular (Portugal e Goldner, 2003; Brasil, 2012). Nos PGVs já em funcionamento, a realização de um Plano de Mobilidade Corporativa gera também a oportunidade de colocar a mobilidade sustentável em destaque dentro do ambiente institucional, como a alocação de vias e locais específicos para ciclistas, limitação do número de vagas de estacionamento, calçadas acessíveis, dentre outros (Petzhold e Lindau, 2017; Pires e Pires, 2016; WRI BRASIL, 2017).

No entanto, por maior que seja o esforço para adotar medidas eficazes para a promoção de viagens mais sustentáveis, existe uma dependência de determinados usuários em relação aos veículos motorizados particulares, devido a valores culturais e psicológicos, que fazem deles usuários cativos destes modos de transportes. Para esses usuários o transporte público não é percebido como uma alternativa de transporte (Fürst, 2014). Assim, o uso do automóvel ou da motocicleta pode se tornar um empecilho para uso de outros modos de transportes mais sustentáveis, pois os usuários desses veículos têm uma baixa propensão à mudança, se comparados às pessoas que se deslocam por modos ativos (Luke, 2018). Nesse contexto, Miralles-Guasch e Domene (2010) e Politis *et al.* (2012) identificaram que os campi

universitários localizados em áreas suburbanas aumentam consideravelmente as distâncias dos deslocamentos diários realizados pela comunidade acadêmica, o que gera uma predominância no uso de veículos motorizados particulares. Para diminuir esta tendência, segundo Fürst (2014), medidas não coercitivas, como o incentivo aos modos ativos, teriam mais probabilidade de serem aceitas do que outras mais incisivas, como limitar ou encarecer o uso do carro.

As principais limitações para a mudança das viagens realizadas por veículos motorizados individuais para modos de transporte mais sustentáveis estão relacionadas à falta de infraestrutura adequada, ao papel marginal da caminhada e do ciclismo como modo de transporte e ao maior tempo envolvido no uso do transporte público (Miralles-Guasch e Domene, 2010; Lundberg e Weber, 2014). No que diz respeito ao transporte público, tempos de deslocamento mais longos, infraestruturas inadequadas e baixa frequência são as principais barreiras para sua utilização (Miralles-Guasch e Domene, 2010; Luke, 2018). O fator relacionado ao valor cobrado pelos serviços prestados no transporte coletivo e a existência de gratuidades também foram citados como responsáveis por influenciar na escolha pelo modo de transporte (Fürst, 2014; Miralles-Guasch e Domene, 2010; Rybarczyk e Gallagher, 2014).

Por outro lado, foi constatado por Rybarczyk e Gallagher (2014) que a probabilidade de escolha pela caminhada como modo de transporte entre funcionários e alunos está ligada ao aumento da segurança pessoal percebida. Os autores Yiannakoulis *et al.* (2014) e Clark e Scott (2016) destacam o tempo de deslocamento como uma das principais barreiras competitivas entre os modos de transporte motorizados, portanto, mesmo que para pequenas distâncias, se a viagem com veículo motorizado demandar um menor tempo, este será utilizado em detrimento ao uso dos transportes ativos. Outros fatores capazes de influenciar na mobilidade ativa estão relacionados à topografia, atratividade do local e condições da infraestrutura das calçadas, este último se destaca pelo impacto negativo gerado ao pedestre pela existência de obstáculos e a má qualidade do pavimento (Barros *et al.*, 2015; Delmelle e Delmelle, 2012). No caso da bicicleta, destaca-se o aumento na conectividade entre as vias exclusivas como incentivo (Lundberg e Weber, 2014).

Portanto, há uma grande variedade de fatores que influenciam o comportamento do tráfego no entorno dos PGVs, assim como nas características da demanda de viagens geradas pelos campi universitários. Esses fatores têm sido analisados mediante técnicas de agrupamento de dados e análise de importâncias, como nos trabalhos desenvolvidos por Luke (2018) e Zhan *et al.* (2016). Nesse contexto, destaca o emprego da Análise Fatorial Exploratória, como demonstrado nos trabalhos de Politis *et al.* (2012) e de Law *et al.* (2017), cujos resultados auxiliam na elaboração de estratégias para o desenvolvimento urbano, políticas públicas e planejamento dos transportes.

3 METODOLOGIA

3.1 Cenário de estudo

O cenário de estudo compreende a comunidade acadêmica da Universidade Federal de Santa Maria no Campus Cachoeira do Sul. A cidade onde se localiza o campus é um município do interior brasileiro localizado na Mesorregião do Centro do estado do Rio Grande do Sul, com 83.827 mil habitantes, sendo considerada como uma cidade de pequeno porte (IBGE, 2011). O campus da universidade iniciou suas atividades em meados de 2014, dispondo-se de cinco cursos na área das engenharias e arquitetura com ingresso semestral de alunos (BRASIL, 2013), sendo dois deles ministrados em período noturno. Até o presente momento da pesquisa, as

atividades do campus estão instaladas provisoriamente em alguns prédios alugados na área central da cidade. Futuramente, o campus da universidade terá um novo endereço, localizado em um bairro periférico, onde estão sendo construídos os prédios próprios da universidade.

A população da comunidade acadêmica é composta por 650 alunos, 68 professores e 38 técnicos administrativos (UFSM, 2018). Foi aplicado um questionário a uma amostra estratificada e representativa da população, considerando as seguintes categorias: função (professor, técnico e aluno) e sexo, além da subcategoria aluno ter sido subdividida em: estudantes do turno diurno e noturno. Foi obtido um total de 504 respostas, superando a amostra mínima calculada de 355 participantes (nível de confiança de 99%, erro amostral de 5%), respeitando a distribuição proporcional nas categorias definidas.

3.2 Coleta de dados

A pesquisa baseia-se na aplicação de um questionário de pesquisa à população do estudo. As entrevistas foram feitas como forma de compreender os padrões de viagens atuais e o planejamento das viagens futuras (com a mudança do campus para o novo endereço), como também, as preferências da comunidade acadêmica do campus quanto às características de deslocamento. O questionário foi desenvolvido com base nas variáveis características que interferem na escolha do modo de transporte e características dos deslocamentos conforme a revisão na literatura. De uma maneira geral, o questionário foi estruturado nas seguintes seções:

- Características da amostra: sexo, idade e se possui filhos.
- Características da moradia: bairro de moradia, tipo de imóvel (alugado, próprio).
- Perfil socioeconômico: renda familiar e individual e, para os alunos, se possuía BSE (Benefício Socioeconômico) e auxílio transporte (concedido a alunos de baixa renda).
- Características das atividades na instituição: início das atividades, turno de trabalho/estudo e se utiliza Restaurante Universitário (RU). Para os alunos questionou-se ainda o curso de graduação e se trabalha. Para os professores, questões adicionais sobre trabalho remoto.
- Perfil dos deslocamentos à universidade: características de posse de veículos (bicicleta, carro e motocicleta) e de carteira de habilitação, modo de transporte utilizado e tempo dos deslocamentos de ida e volta.
- Barreiras para uso de modos de transporte sustentáveis: motivos pelos quais não vai a pé e de bicicleta. As opções incluíam: segurança pública e viária, distância de deslocamento, irregularidade do terreno, falta de infraestrutura, entre outros.
- Motivação para uso do transporte coletivo: alternativas que incentivariam o uso do transporte coletivo por ônibus (único modo de transporte público presente na cidade), como pontualidade, frequência, condição dos veículos, tarifa e segurança.
- Características da prática de carona: barreiras para uso de carona (motivos de dirigir sozinho, como incompatibilidade de rotas, eventuais emergências) e alternativas que encorajariam o uso da carona (vagas de estacionamento, divisão de custos da viagem).
- Prejuízos ao deslocamento: impacto dos deslocamentos na produtividade, tempo, economia e bem-estar. As questões foram baseadas em uma escala *Likert* de cinco graus de concordância que varia de pouco prejudicado a muito prejudicado.
- Características dos deslocamentos futuros: pré-disposição para se deslocar a pé, bicicleta, carro, motocicleta e ônibus no novo endereço do campus. Questões em escala *Likert* de cinco graus de concordância que varia entre nunca usaria e usaria sempre.

O questionário foi desenvolvido na plataforma do *Google Forms* e a estratégia para aplicação das entrevistas priorizou a forma online. Para os professores e técnicos a versão online foi encaminhada através de uma lista de e-mails. Os alunos foram entrevistados presencialmente nas salas de aula. O preenchimento foi em todos os casos de forma anônima, mas para evitar a duplicidade de questionários respondidos, os aplicadores faziam um *checklist* desassociado aos questionários sobre as entrevistas, através das listas com o nome dos participantes.

3.3 Análise dos dados: Análise Fatorial Exploratória com Componentes Principais

Como forma de avaliar o comportamento dos dados obtidos do questionário simultaneamente e a estrutura das inter-relações entre as variáveis, uma Análise Fatorial Exploratória (AFE) foi aplicada. A técnica multivariada de dados objetiva encontrar uma estrutura inerente entre as variáveis da análise, podendo ser aplicada como uma ferramenta para redução de dados. Ao final da análise, as informações principais das variáveis são sumarizadas e encontram-se as variáveis latentes, denominadas como fatores (Hair *et al.*, 2017; Politis *et al.*, 2012; Law *et al.*, 2017). O modelo genérico da AFE, conforme Fávero *et al.* (2009) é descrito pela Equação 1:

$$X_i = a_{i1}F_1 + a_{i2}F_2 + \dots + a_{im}F_m + \varepsilon_i \quad (i = 1, 2, \dots, p) \quad (1)$$

onde X_i representa as variáveis padronizadas, a_i as cargas fatoriais, F_m os fatores comuns e ε_i os fatores específicos. Os fatores comuns (F_1, F_2, \dots, F_m) são representados pela Equação 2, que descreve a sua estimação através de uma combinação linear das variáveis, sendo d_{mi} os coeficientes dos escores fatoriais e X_i as variáveis originais:

$$\begin{aligned} F_1 &= d_{11}X_1 + d_{12}X_2 + \dots + d_{1m}X_i \\ F_2 &= d_{21}X_1 + d_{22}X_2 + \dots + d_{2m}X_i \\ &(\dots) \\ F_m &= d_{m1}X_1 + d_{m2}X_2 + \dots + d_{mi}X_i \end{aligned} \quad (2)$$

A AFE foi aplicada utilizando o software *IBM SPSS Statistics*. O método de extração selecionado foi de componentes principais (PCA) com rotação do tipo *Varimax*, usualmente utilizado em análises fatoriais. Apesar de as técnicas PCA serem recomendadas para valores com distribuição normal, não há prejuízo nos resultados para bancos de dados que sejam compostos por variáveis categóricas e contínuas e possuam grande número de amostras como o banco de dados em questão (Hair *et al.*, 2017).

O ajuste do modelo é feito através da eliminação das variáveis conforme os critérios de adequabilidade das matrizes de correlação anti-imagem (diagonais $> 0,5$) e comunalidades (valor de extração $> 0,6$). O número de fatores encontrados pelo método de componentes principais é visualizado na Matriz de Variância Total Explicada, que indica a percentagem total da variância que é explicada pelos fatores obtidos (variância acumulada $\geq 60\%$). As variáveis que pertencem aos fatores são extraídas da Matriz de componentes rotacionada. A identificação de que variável pertence a cada fator é feita através da escolha das variáveis com carga em maior valor absoluto (Hair *et al.*, 2017; Fávero *et al.*, 2009; Politis *et al.*, 2012). Como análise da qualidade dos resultados, são verificados os testes de esfericidade de Bartlett e KMO (Kaiser Meyer Olkin) que medem a adequação da AFE ao problema. Valores maiores que 0,7 são considerados adequados (Hair *et al.*, 2017; Law *et al.*, 2017).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O banco de dados obtido a partir do questionário aplicado foi ajustado para a utilização da técnica. Vale ressaltar que as questões sobre as barreiras do transporte coletivo e incentivo ao uso de modos de transportes ativos possuíam várias alternativas que podiam ser selecionadas

simultaneamente, e nesse momento, cada alternativa se transformou em uma variável *dummy* que corresponde à seleção da alternativa pelo respondente. O modelo foi gerado com 105 variáveis provenientes do questionário de pesquisa.

A partir das iterações para o ajuste do modelo, a AFE permitiu a retirada de 27 variáveis que não auxiliavam na explicação da variância, permanecendo, finalmente, com 78 variáveis. Como resultados de adequabilidade, o teste de esfericidade de Bartlett [$X^2(3003)=24969,779$; $p<0,001$] e Kaiser-Meyer-Olkin ($KMO = 0,745 \geq 0,5$) mostraram que a aplicação da AFE com componentes principais é adequada ao problema.

A variância total explicada foi igual a 79,39% para os 25 fatores encontrados. Nas Figuras 1, 2 e 3 são apresentados recortes dos quinze fatores referentes aos objetivos do trabalho. Os demais não foram apresentados pois correspondem a agrupamentos relacionados a características socioeconômicas, de moradia e atividades desenvolvidas dos entrevistados. Estes fatores ajudaram a corroborar a consistência do modelo, mas representam elementos nos quais a universidade não pode intervir. As Figuras mencionadas apresentam os fatores e as variáveis agrupadas, acompanhadas pela sua carga fatorial. O sinal da carga fatorial implica no tipo de correlação da variável com o fator, podendo ser positiva ou negativa.

O fator “Fidelidade ao carro” (Fator 1), apresentado na Figura 1, demonstra através da composição de suas variáveis que a escolha do carro como modo de transporte para as viagens até a universidade é inversa à escolha por viagens a pé. Conforme pode ser verificado pela diferença de sinais das cargas fatoriais das variáveis “modo carro” e “modo a pé” e o respectivo agrupamento dessas variáveis no fator. Isso ocorre pois trata-se de um campus universitário localizado em uma região central de uma cidade de pequeno porte, onde as distâncias em sua maioria são curtas, o que possibilita ir a pé. Por outro lado, mesmo que haja uma maior proximidade, verifica-se uma dependência do carro em alguns usuários, que pode estar associada ao seu costume de utilizá-lo para as atividades diárias e, conseqüentemente, nos deslocamentos para o campus. Esses resultados mostram que esses dois modos de transporte são atualmente concorrentes nos deslocamentos à universidade.

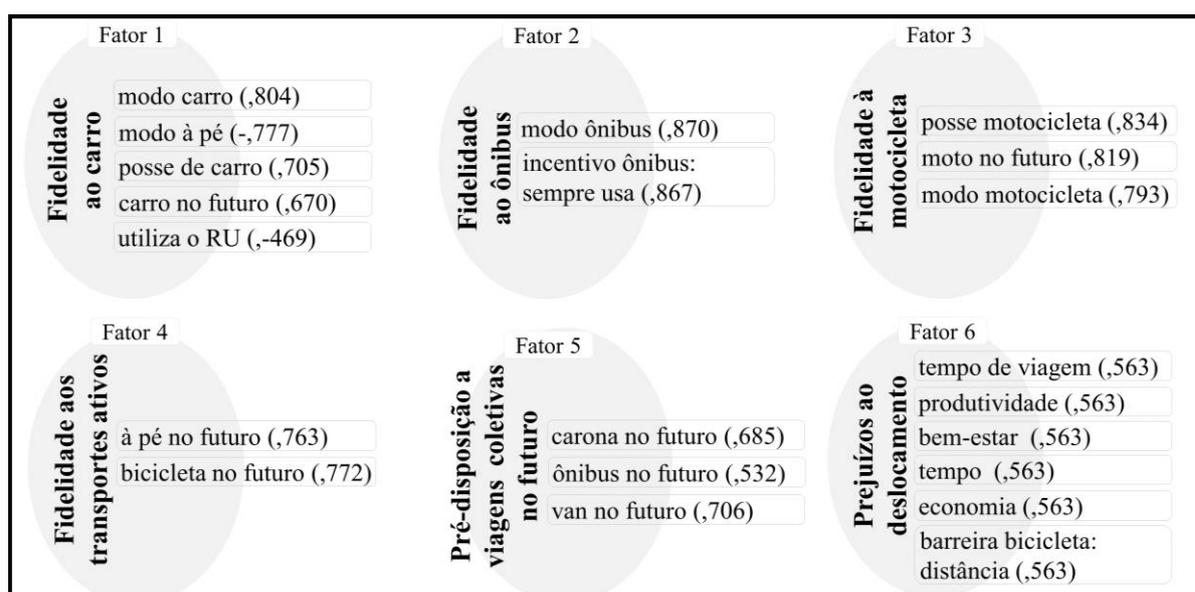


Figura 1: Fatores relativos aos padrões de viagens e fidelidade aos modos de transportes

O Fator 1 também demonstra uma relação existente entre as viagens atuais de carro e a provável escolha do automóvel para as viagens futuras no novo campus. A posse de veículo está associada à escolha do carro para as viagens, conforme sugerem Delmelle e Delmelle (2012), Politis *et al.* (2012) e Luke (2018). O uso do Restaurante Universitário (RU) está associado às características exclusivas dos estudantes e também a um indicativo de menor renda. O sinal negativo da sua carga fatorial demonstra que o uso do carro é mais comum entre aqueles de renda maior e tipicamente não estudantes, o que igualmente vai ao encontro do constatado pela literatura (Soria-Lara *et al.*, 2017; Miralles-Guasch e Domene, 2010).

Os fatores 2 e 4 mostram as variáveis que caracterizam o perfil de usuários fiéis aos modos coletivo e ativos, respectivamente. O planejamento futuro do campus precisa atender as necessidades destes usuários, pois eles continuarão a utilizar estes meios de transporte, ou estão dispostos a migrar para modos de transporte sustentáveis, como a bicicleta. Uma das principais variáveis destacadas pelos entrevistados é a distância de viagem, pois tem consequências prejudiciais em muitos aspectos do transporte (Fator 6). Portanto, à medida que os tempos de deslocamento aumentarem e as viagens a pé comecem a se tornar inviáveis, é possível que, se oferecidas condições adequadas, os usuários optem pela bicicleta ou o transporte coletivo para alcançar essas distâncias em um tempo menor, evitando a migração para os veículos motorizados individuais.

O agrupamento das variáveis relacionadas à motocicleta no Fator 3 indica que o usuário da motocicleta dificilmente trocará para um outro modo de transporte. A posse e o uso atualmente da motocicleta estão relacionados à maior preferência para o uso da motocicleta nas viagens futuras no novo campus. Essas características descrevem o perfil do usuário cativo, conforme reportado na revisão da literatura (Fürst, 2014).

O Fator 5, corresponde ao perfil das viagens coletivas futuras. O agrupamento das variáveis de escolha por modos de transporte como carona, ônibus e van pode ser um indicativo da conveniência das medidas de incentivo para transporte público, pois esses usuários migrariam facilmente para esse modo, mas também de que no futuro pode haver uma concorrência entre eles. Conforme sugere a literatura, uma baixa oferta de linhas para o transporte público no novo endereço do campus ou uma rota com um tempo de viagem prolongado, pode fazer com que os estudantes optem pela carona, visto que as viagens de carro podem ser mais flexíveis e realizadas em um menor tempo (Miralles-Guasch e Domene, 2010). A prática de carona nos deslocamentos até a universidade é influenciada pela facilidade de comunicação entre os alunos e intensificado pelo porte da cidade, que permite deslocamentos de carro entre os diferentes bairros da cidade a tempos relativamente curtos.

As barreiras para o uso do transporte não motorizado sustentável, especificamente aos deslocamentos a pé e de bicicleta, são representados pelos Fatores apresentados na Figura 2. Analisando esses resultados, o agrupamento dos dados pela aplicação da AFE mostra uma das principais vantagens da técnica, onde foi possível obter de uma forma mais simplificada essas barreiras. Inicialmente, pelo questionário, eram descritas 35 variáveis, e o modelo identificou 14 como as mais importantes, resumindo-as em 6 fatores.

Resumidamente, os resultados mostram, portanto, que a principal barreira para o não uso da bicicleta é a segurança tanto pública quanto viária (Fator 7). Indiretamente a segurança está relacionada à falta de infraestrutura específica para esse modo de transporte, assim como

também a disponibilidade de bicicletários em locais seguros na universidade. As barreiras para ir a pé estão relacionadas ao ambiente viário (Fator 8), tanto da própria via (calçadas deficientes e terreno irregular), quanto das condições de segurança fornecidas por ela (especificamente a segurança viária). Esses fatores estão relacionados à falta de infraestrutura e sinalização viária que priorize o pedestre. As barreiras comuns para os transportes ativos resumem-se em desgaste físico (Fator 9 e Fator 12), tempo gasto para realizar o deslocamento por esse modo de transporte (Fator 10) e, por fim, ter filhos (Fator 11). Este último atua como uma barreira para modos de transporte ativos, pela existência de uma dependência dos pais para levá-los e trazê-los da escola, mais presente entre os professores e servidores.

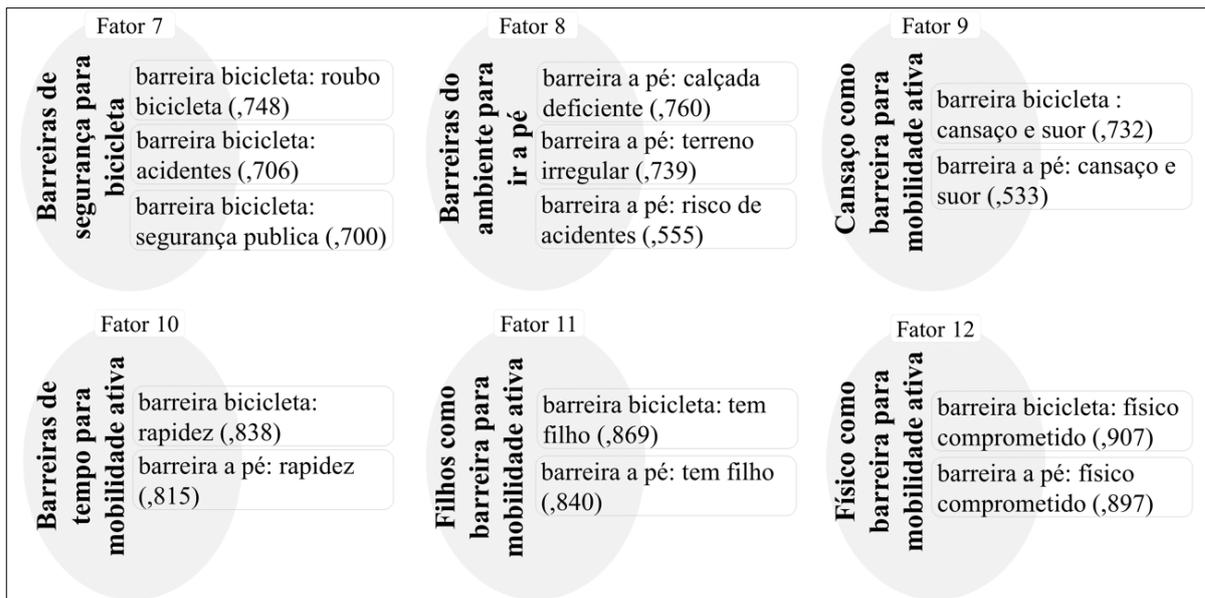


Figura 2: Fatores relativos a barreiras para uso do transporte ativo

O modelo também identificou que existem dois tipos de fatores que correspondem ao perfil de usuários leais ao veículo motorizado individual e suas justificativas para não compartilhar as viagens, que são vistos no Fator 13 e no Fator 14 (Figura 3). O primeiro refere-se aos usuários que atualmente não oferecem carona e não utilizam outro modo de transporte pois estão satisfeitos com as vantagens do uso do veículo individualmente. No entanto, a possibilidade de remuneração pela viagem compartilhada torna a carona vantajosa. O perfil do usuário do carro que dirige sozinho por escolha, descrito pelo Fator 14, refere-se àquele que mesmo ao melhorar as características de qualidade do serviço de outros modos de transporte, como o ônibus, ele não mudará sua opção, que é pelo carro. Por outro lado, no perfil definido pelo Fator 15, é possível identificar que ainda existe a possibilidade de mudança para o transporte coletivo. No entanto, é necessária a melhora das condições do serviço prestado, como maior frequência e rapidez, além de uma redução de custos, que é uma das principais vantagens do ônibus ao compará-lo com o carro.

Nas medidas de incentivo ao uso do ônibus representadas pelo Fator 15, nota-se que a variável com maior carga fatorial é a *condição do veículo* (0,764), seguida da *frequência* (0,748), sendo que *tarifa menor* é a penúltima variável predominante no Fator. Em um primeiro momento, esses resultados afastam-se do que é identificado na literatura sobre os incentivos para o transporte público urbano, onde a tarifa quase sempre é um dos principais pedidos dos usuários (Fürst, 2014; Miralles-Guasch e Domene, 2010; Rybarczyk e Gallagher, 2014). No entanto,

atualmente, os entrevistados em sua maioria não são usuários do transporte público, sendo que 59,13% deslocam-se a pé e 29,17% de carro. No caso dos entrevistados que atualmente caminham, mudar essas viagens para o ônibus torna-se inviável e desnecessário na localização atual do Campus, pois a maioria reside próximo ao local, o que explica a variável *não é viável usar ônibus* com carga fatorial negativa. Além disso, o sinal negativo dessa variável também demonstra sua coerência com o fator, uma vez que o Fator 15 está tratando de incentivos.

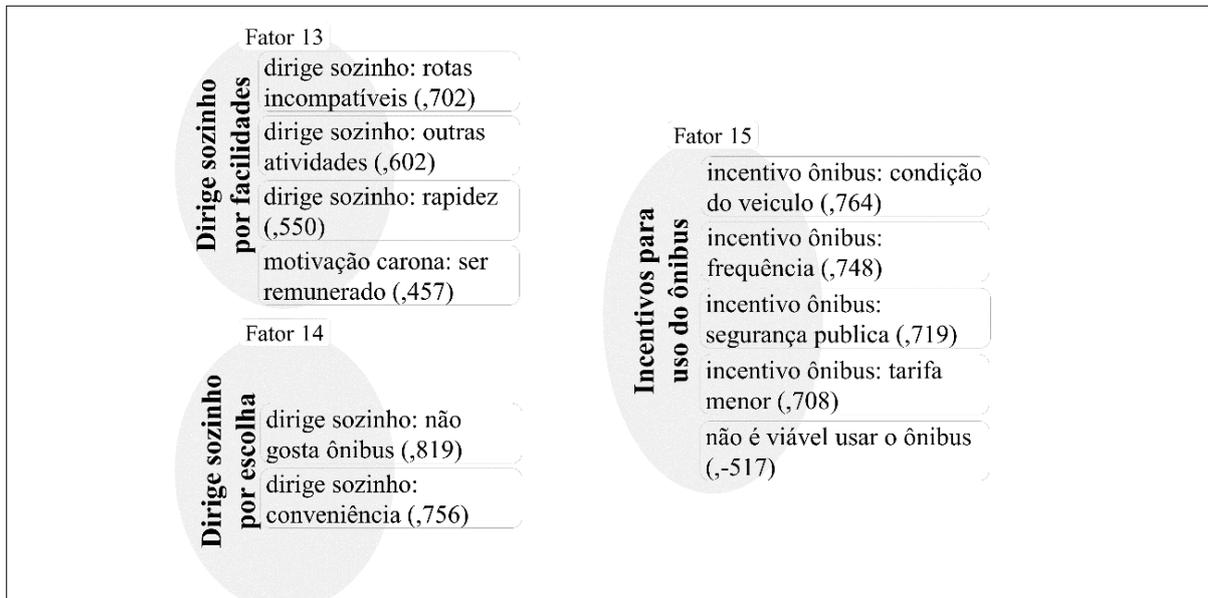


Figura 3: Fatores relativos as viagens individuais e incentivos ao transporte coletivo

Sendo assim, o Fator 15 descreve os incentivos para o uso do ônibus na perspectiva daqueles que atualmente não vão de transporte público, conforme os dados de deslocamentos atuais apresentados, o que explica melhor a importância dada às variáveis. Portanto, melhorar as condições dos ônibus, aumentar a frequência e fornecer melhores condições de segurança pública, seguidas da diminuição na tarifa, são medidas aplicáveis ao sistema de transporte público que podem fazer com que usuários que atualmente deslocam-se de carro migrem para o ônibus. Essas medidas são importantes tanto na condição atual de localização do campus (na área central) como na futura, assim como em outros PGVs, onde há uma predominância do uso do carro e deseja-se reduzi-lo com o aumento do uso do transporte público.

Em vista dos resultados apresentados, é possível afirmar que os deslocamentos ao campus universitário localizado na área central de uma cidade de pequeno porte se resumem a uma competição entre as viagens a pé e de veículos motorizados particulares, principalmente do carro, associados a um baixo uso do transporte público. As barreiras para os modos de transportes ativos mostraram que é necessário melhorar as condições de infraestrutura e segurança através da promoção de ciclovias e bicicletários, e investir na requalificação das calçadas e sinalização viária. Também, ficou evidente que a mudança para modos de transportes mais ativos é mais praticável entre os alunos, uma vez que é menos provável que seus deslocamentos estejam associados a outras atividades que ficam mais dependentes do carro (Fator 13), como é o caso de ter que levar os filhos à escola (Fator 11), por isso, políticas de incentivo podem ser mais direcionadas a eles.

Os resultados também destacam a importância da escolha do local para a criação de novos campi ou empreendimentos. Planejar a implantação deles em áreas afastadas da cidade, como é o caso do presente estudo, dificulta a adoção de modos de transportes ativos, pela criação de barreiras relacionadas à distância e ao desgaste físico (Fatores 6, 9, 10 e 12). Para os casos em que não é possível buscar localizações mais centrais, é necessário que o planejamento contemple uma infraestrutura adequada e que garanta segurança no entorno para esses modos (Fatores 7 e 8).

A mudança do campus prevista para uma área mais afastada da cidade demonstra a possibilidade de aumento da dependência dos modos de transportes motorizados. Aqueles que possuem motocicleta mostram-se cativos a ela (Fator 3), assim como os atuais usuários de carro (Fatores 1, 13 e 14). Ainda, nesse momento, uma particularidade do campus universitário é a prática de caronas, que apesar de ser mais sustentável do que o uso individual do veículo, pode fazer com potenciais usuários de transporte público optem por esse modo de transporte (Fatores 5 e 13). Destaca-se a necessidade de um olhar sobre aqueles que atualmente se deslocam a pé, pois são potenciais utilizadores do ônibus ou da bicicleta (Fatores 4 e 5). Por isso, é necessário que no planejamento da localização dos PGVs sejam contempladas alterações no sistema de transporte público que atendam às necessidades desses usuários. Sendo que, para este último, os elementos importantes são: a frequência regular nas linhas, conforto dos veículos, garantia de segurança pública no entorno dos pontos de embarque e desembarque e tarifa a um preço acessível (Fator 15), além das melhorias de infraestrutura e segurança para modos ativos (Fatores 7 e 8).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As universidades configuram-se como polos geradores de viagens (PGVs), produzindo uma quantidade significativa de viagens nas cidades, que por sua vez impactam a circulação viária. O incentivo a mobilidade mais ativa e sustentável nos PGVs traz benefícios sociais, econômicos e ambientais e pode ser mais efetivo quando aplicado em cidades de menor porte, dada a maior proximidade entre os locais. No entanto, o sucesso da aplicação de medidas públicas depende dos padrões de deslocamentos e preferências de mobilidade, que no caso das universidades podem sofrer influência de diferentes características que podem apresentar, como o porte e a localização. Assim, esse estudo se propôs a identificar os fatores que influenciam nos perfis de deslocamentos de um campus universitário localizado na área central de uma cidade de pequeno porte, incluindo também dados de pré-disposição da comunidade acadêmica diante aos seus deslocamentos futuros com a alteração da localização do campus para uma região mais afastada do centro.

A Análise Fatorial Exploratória dos padrões de viagens e preferências da comunidade acadêmica do campus permitiu constatar que existem fatores concorrentes entre a prática de viagens a pé e de carro, associado a um baixo uso do transporte público. Para incentivar o uso de transportes ativos nos deslocamentos, as políticas públicas devem focar na melhoria das condições de infraestrutura e segurança, através da promoção de ciclovias e bicicletários, e no investimento para melhoria das calçadas e sinalização viária. Adicionalmente, é mais provável que a mudança dos hábitos para o uso de modos de transportes mais sustentáveis ocorra entre os alunos, por isso as medidas podem ser mais direcionadas a eles.

A adoção de modos de transportes ativos é facilitada pela localização do campus na área central da cidade. Ao transferi-lo para um bairro mais afastado, há uma maior dependência dos modos

de transportes motorizados, onde a posse de veículo particular torna esses usuários fiéis ao uso do carro e da motocicleta. Além disso, verifica-se que a carona é vista como uma solução de transporte para aqueles que não possuem carro, concorrendo com a opção do transporte coletivo. Por isso, é necessário garantir uma frequência regular de linhas, conforto dos veículos, garantia de segurança pública no entorno dos pontos de embarque e desembarque e tarifa a um preço menor, para que o transporte público seja visto como um meio de transporte atrativo.

Como trabalhos futuros, sugere-se a exploração de padrões de deslocamentos, preferências de mobilidade e identificação de fatores que influenciam o perfil das viagens em outros campi universitários com características diferentes ao estudado, permitindo fazer comparativos de políticas públicas que possam ser aplicáveis nesses locais. Além disso, analisar o comportamento da mobilidade dos integrantes da comunidade acadêmica uma vez realizada a mudança para o novo local permitirá o comparativo entre os novos padrões de deslocamento com aqueles que foram previstos por este estudo, assim como, sugere-se a medição do impacto na adoção das medidas sugeridas.

Agradecimentos

Os autores agradecem a colaboração dos pesquisadores que auxiliaram na coleta dos dados e a comunidade acadêmica que se disponibilizou a participar da pesquisa. Igualmente, eles agradecem as sugestões recebidas pelos avaliadores cujas contribuições permitiram aprimorar o texto. A Letícia Oestreich agradece o apoio recebido pela Bolsa PIBIC-CNPq da UFSM, a Raquel Cristina Ferreira Silva agradece a Bolsa PROBIC-FAPERGS da UFSM e o Alejandro Ruiz-Padillo agradece ao CNPq pelo apoio financeiro (Processo 308870/2018-2 e Processo 422635/2018-9).

REFERÊNCIAS

- Barros, A. P. B. G., Martinez, L. M. G., e Viegas, J. M. (2015) A caminhabilidade sob a ótica das pessoas: o que promove e o que inibe um deslocamento. *6º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável*. Lisboa.
- Benneworth, P., D. Charles e A. Madanipour (2010) Building localized interactions between universities and cities through university spatial development. *European planning studies*, v. 18, n. 10, p. 1611–1629.
- Bertazzo, Â. B. S. e M. A. P. Jacques (2010) Estudo da geração de viagens em instituições de ensino médio. *Transportes*, v. 18, n. 2, op. 90-99.
- Brasil. (2012) Lei nº12.587, de 3 de janeiro de 2012, que institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Diário oficial da União, 4.
- Brasil (2013) Ministério da Educação. Resolução 038/2013, de 19 de dezembro de 2013. *Cria o âmbito da Universidade Federal de Santa Maria, o Campus da UFSM em Cachoeira do Sul e dá outras providências*. Gabinete do Reitor da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.
- Brasil (2014) Lei nº13.005, de 25 de junho de 2014. *Aprova o Plano Nacional de Educação-PNE e dá outras providências*. Diário Oficial da União, 26.
- Brasil (2015) *A democratização e expansão da educação superior no país 2003-2014*. Ministério da Educação Brasília, DF.
- Camargo, M. M. e I. M. Araújo (2018) Expansion and interiorization of federal universities from 2003 to 2014: a debate on governmental perspectives. *Acta Scientiarum: Education*, v. 40, n. 1, p. 3-11.
- Clark, A. F. e D. M. Scott (2016) Barriers to walking: an investigation of adults in Hamilton (Ontario, Canada). *International journal of environmental research and public health*, v. 13, n. 2, 179.
- Delmelle, E. M. e E. C. Delmelle (2012) Exploring spatio-temporal commuting patterns in a university environment. *Transport Policy*, v. 21, p. 1–9.
- Fávero, L., P. Belfiore, B. Chan e F. Silva (2009) *Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões*. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier.
- Fürst, E. (2014) Making the way to the university environmentally sustainable: A segmentation approach. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, v. 31, p. 1–12.
- Hair, J. F., W. C. Black, B. J. Babin, R. E. Anderson e R. L. Tatham (2017) *Multivariate Data Analysis* (PEL (ed.); 8th ed.). Bookman.
- IBGE (2011) *Censo demográfico 2010: Características da população e dos domicílios: resultados do universo*. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em <<https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>>.

- Jacques, M. A. P., Â. Bertazzo, J. Galarraga, e M. Herz (2010) Nova abordagem para o estudo das viagens geradas nas instituições de ensino. *Transportes*, v. 18, n. 1, p. 76–86.
- Khattak, A., X. Wang, S. Son e P. Agnello (2011) Travel by university students in Virginia: Is this travel different from travel by the general population? *Transportation Research Record*, v. 2255, n. 1, p. 137–145.
- Law, T. H., M. S. Daud, H. Hamid e N. A. Haron (2017) Development of safety performance index for intercity buses: An exploratory factor analysis approach. *Transport Policy*, v. 58, p. 46–52.
- Luke, R. (2018) Car ownership perceptions and intentions amongst South African students. *Journal of Transport Geography*, v. 66, p. 135–143.
- Lundberg, B. e J. Weber (2014) Non-motorized transport and university populations: an analysis of connectivity and network perceptions. *Journal of Transport Geography*, v. 39, p. 165–178.
- Miralles-Guasch, C. e E. Domene (2010) Sustainable transport challenges in a suburban university: The case of the Autonomous University of Barcelona. *Transport policy*, v. 17, n. 6, p. 454–463.
- Paula, A., J. Sorratini, e T. Silva (2014) Padrão de viagens geradas por instituições de ensino superior privadas da cidade de Uberlândia. *Journal of Transport Literature*, v. 8, n. 3, p. 107–138.
- Petzhold, G. e L. A. Lindau (2017) Planos de mobilidade corporativa: análise e proposta de método para sua elaboração. *Transportes*, v. 25, n. 1, p. 1–11.
- Pires, A. C. M. e L. R. G. M. Pires (2016) *Mobilidade Urbana: desafios e sustentabilidade*. São Paulo: Ponto e Linha.
- Politis, I., N. Gavanis, M. Pitsiava–Latinopoulou, P. Papaioannou e S. Basbas (2012) Measuring the level of acceptance for sustainable mobility in universities. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 48, p. 2768–2777.
- Portugal, L. D. S e L. G. Goldner (2003) *Estudo de pólos geradores de tráfego e de seus impactos nos sistemas viários e de transportes*. Editora Blucher, Brasília-DF.
- Rodrigues, F. S. P., A. M. L. Uriarte e H. B. B. Cybis (2019) Impacto de medidas para estímulo ao uso da bicicleta em viagens ao trabalho: Estudo de caso envolvendo funcionários da Companhia Riograndense de Saneamento. *Transportes*, v. 27, n. 2, p. 42–55.
- Rybarczyk, G. e L. Gallagher (2014) Measuring the potential for bicycling and walking at a metropolitan commuter university. *Journal of Transport Geography*, v. 39, p. 1–10.
- Soria-Lara, J. A., O. Marquet e C. Miralles-Guasch (2017) 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.
- Steinacker, A. (2005) The economic effect of urban colleges on their surrounding communities. *Urban Studies*, v. 42, n. 7, p. 1161–1175.
- UFSM (2018) *UFSM em Números*. Sistema de Informação –SIE. Gabinete do Reitor da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. Disponível em: < <https://portal.ufsm.br/ufsm-em-numeros/publico> > Acesso em: agosto de 2018.
- WRI BRASIL (2017) *Estratégias de mobilidade urbana para organizações*. World Resources Institute, Rio de Janeiro.
- Yiannakoulis, N., W. Bland e D. M. Scott (2014) A geography of moral hazard: Sources and sinks of motor-vehicle commuting externalities. *Health and place*, v. 29, p. 161–170.
- Zhan, G., X. Yan, S. Zhu e Y. Wang (2016) 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.

Letícia Oestreich (leticia.oestreich@hotmail.com)

Raquel Cristina Ferreira Silva (raquelcrisfer@hotmail.com)

Shanna Trichês Lucchesi (slucchesi@gmail.com)

Alejandro Ruiz-Padillo (alejandro.ruiz-padillo@ufsm.br)

Laboratório de Mobilidade e Logística, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Cachoeira do Sul
Rodovia Taufik Germano, 3013, Bairro Passo da Areia, Cachoeira do Sul – RS, Brasil