

A0101. Análisis de los perfiles de viajes en un campus universitario: estudio de caso para el área central de una ciudad de pequeño porte
Analysis of travel profiles on a university campus: case study for the central area of a small city

Leticia Oestreich Carvalho

Laboratório de Mobilidade e Logística, Universidade Federal de Santa Maria – Campus Cachoeira do Sul, RS, Brasil

leticia.oestreich04@gmail.com

Samuel Augusto Mota Silva

Laboratório de Mobilidade e Logística, Universidade Federal de Santa Maria – Campus Cachoeira do Sul, RS, Brasil

saugusto.mota@gmail.com

Tânia Batistela Torres

Laboratório de Sistemas de Transportes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, Brasil

batistela.torres@ufrgs.br

Brenda Medeiros Pereira

Laboratório de Mobilidade e Logística, Universidade Federal de Santa Maria – Campus Cachoeira do Sul, RS, Brasil

brenda.pereira@ufsm.br

Alejandro Ruiz-Padillo

Laboratório de Sistemas de Transportes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, Brasil

alejandro.ruiz-padillo@ufsm.br

Resumen

El estudio de perfiles de viajes en centros universitarios contribuye a la planificación de los transportes, proporcionando un control de los impactos generados por esos polos generadores gracias al estudio de las demandas y la promoción de modos más sostenibles. Este trabajo tiene como objetivo analizar el comportamiento de los desplazamientos de una comunidad académica de un campus universitario en una ciudad pequeña (Cachoeira do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil) mediante la aplicación de un modelo de elección discreta logit multinomial. Los resultados indican que (i) los estudiantes y funcionarios residentes en la ciudad tienden a utilizar el modo activo en sus desplazamientos diarios, principalmente debido a las menores distancias entre sus residencias y las instalaciones universitarias; (ii) los hombres tienden a elegir más el transporte activo que las mujeres; (iii) viajes de más de 20 minutos tienen a realizarse mediante modos motorizados; y (iv) cuanto mayor edad tiene la persona, mayor es la probabilidad de elegir el automóvil para desplazarse. Los resultados también proporcionan información sobre la ubicación de nuevos campus universitarios, la calidad de la infraestructura de las calles y las condiciones de seguridad, ya que contribuyen al uso de modos más sostenibles.

Abstract

The study of travel behavior in university centers contributes to the transport planning by providing knowledge on the impacts produced by these trip generators based on the study of demand levels and the promotion of more sustainable modes. This paper aims to analyze the travel behavior of an academic community on a university campus in a small city (Cachoeira do Sul, Rio Grande do Sul,

Brazil) by applying a multinomial logit discrete choice model. Results indicate that (i) students and university officers living in the urban area of the city tend to use active modes for daily trips, mainly due to the shorter distances between residences and university facilities; (ii) men tend to choose more active transport than women; (iii) trips longer than 20 minutes tend to be made by motorized modes; and (iv) the older the person, the higher the probability of choosing car for travel. Results also provide inputs on the discussion on new university campus location, the quality of Street infrastructure and security conditions, as they contribute to the use of more sustainable modes.

1. Introducción

Los brasileños gastan, en promedio, 15 días al año con desplazamientos que en su mayoría tienen como objetivo principal el estudio o el trabajo (WRI Brasil, 2017). La planificación de los viajes es esencial para la promoción de desplazamientos más sostenibles y seguros, además de que las estrategias adoptadas pueden contribuir a mejorar la calidad de vida y reducir los impactos ambientales en las ciudades.

La ampliación de universidades en Brasil viene ocurriendo de forma significativa en los últimos años, principalmente debido al incentivo dado por los programas del gobierno (Brasil, 2012). La planificación e instalación de campus universitarios tiene una fuerte relación con el contexto urbano en que se encuentran, y necesitan ser administrados de manera conjunta con las ciudades para que haya un desarrollo saludable (Benneworth et al., 2010).

El estudio de los perfiles de viaje de las universidades es importante en este contexto, ya que se consideran polos de generadores de tráfico responsables de una parte importante de la generación de los viajes de una ciudad, impactando significativamente en el uso de la tierra (Portugal y Goldner, 2003) ya que los perfiles de los desplazamientos dependen fundamentalmente del propósito del viaje (Sánchez y González, 2014). Los viajes relacionados con la universidad no se asemejan a viajes al trabajo u ocio, pues los desplazamientos de alumnos dependen de otras variables como horarios de clases diferenciados y otras particularidades sociales del medio en el cual están incluidos (Limanond et al., 2011; Tolley, 1996). Así, el análisis de los viajes para estudio requiere una metodología orientada a sus especificidades.

La comunidad universitaria pertenece a un medio educativo proactivo y sus integrantes tienen el privilegio de poder comunicarse con la sostenibilidad y ayudar a remodelar los perfiles de viajes de la sociedad (Balsas, 2003). Entender cómo ocurren esos desplazamientos ayuda en la planificación de la demanda de transportes y en la promoción de los modos más sostenibles.

El objetivo principal de este trabajo es identificar cómo ocurren los perfiles de viajes de los alumnos, profesores y técnicos administrativos en educación de la Universidad Federal de Santa Maria (UFSM) en el Campus de Cachoeira do Sul, para así obtener evidencias empíricas para el estudio del comportamiento de viajes en ciudades de pequeño tamaño. A pesar de las limitaciones de generalización de los estudios de caso, los resultados obtenidos pueden servir de punto de partida para análisis de casos similares.

2. Estado del Arte

El número de matrículas en la enseñanza superior entre los años 2000 y 2014 para todos los países del mundo tuvo un crecimiento de 100 millones a 207 millones (UNESCO, 2017). La enseñanza superior en América Latina en 2000 alcanzaba el 21% de la población de entre 18 y 24 años, mientras que este valor en 2013 correspondió a un total del 43%, representando un crecimiento relativamente alto. En términos absolutos, el sistema de enseñanza muestra valores muy significativos, llevando en cuenta las dimensiones de la comunidad académica, que incluye aproximadamente 20 millones de alumnos, 10.000 instituciones y 60.000 cursos (Ferreira et al., 2017).

Una de las estrategias brasileñas que consta en el Plan Nacional de Educación vigente en Brasil de 2014 a 2024 es la ampliación de la oferta de vacantes, que está siendo dada por medio de la expansión e interiorización de la red federal de educación superior (Brasil, 2014). En los últimos doce años, se crearon alrededor de 18 universidades públicas y 173 campus fueron instalados o ampliados, además de que, se obtuvo un crecimiento del 138% en el número de municipios atendidos con la interiorización de las universidades federales (Brasil, 2012).

Esta expansión provoca el aumento de la demanda de técnicos y profesores y la llegada de estudiantes a estos nuevos centros urbanos, lo que conduce a cambios en la dinámica de transporte (Portugal y Goldner, 2003). En particular, el entorno de las universidades es afectado por su carácter de generador de tráfico y las ciudades que reciben estos campus experimentan un expresivo crecimiento económico (Schneider, 2002). Por lo tanto, si este crecimiento no está orientado para que atienda principios basados en la sostenibilidad, movilidad, accesibilidad y seguridad, la inserción de estos polos puede agravar los problemas relacionados con la movilidad urbana (Ewing y Cervero, 2010; Camagni et al., 2002).

Entre los principales problemas actuales de la movilidad urbana requiere atención especial el riesgo de exposición a accidentes de tráfico. Se relaciona directamente con la reducción del espacio público disponible para las personas como consecuencia del crecimiento desordenado de las ciudades y el aumento de la flota y el uso intensivo de vehículos motorizados (Ewing, 2003). De esa forma, se crea un escenario que necesita especial atención: la principal población beneficiada por los programas estratégicos de ampliación de la red de enseñanza superior comprende los jóvenes de entre 18 y 24 años (Brasil, 2008), mientras que los accidentes de tráfico constituyen la primera causa externa de muerte en este grupo de edad en Brasil (WHO, 2015).

El comportamiento y los perfiles de los viajes de estudiantes del nivel primario fueron estudiados en varias partes del mundo, típicamente relacionados con las características del ambiente y factores que influyen en la elección del modo (Faria y Braga, 1999; Boarnet, 2005; Jensen, 2008; McDonald et al., 2013; Rothman, 2014). Sin embargo, estudios dedicados al análisis del comportamiento y de los perfiles de viajes de los alumnos en universidades todavía son escasos (Miralles-Guasch y Domene, 2010; Whalen, 2013; Lundberg y Weber, 2014).

El análisis de la elección modal de los alumnos de una universidad canadiense mostró que la elección depende de la combinación de costes, actitudes individuales y factores relacionados con la infraestructura, como la densidad de las aceras y las calles (Whalen, 2013). Lundberg y Weber (2014) sugieren que el aumento de la conectividad de las vías y de la accesibilidad de los peatones trae un aumento de los viajes por modos más sostenibles en detrimento de aquellos motorizados; sin embargo, a medida que los desplazamientos aumentan, hay una caída en el uso de los no motorizados.

Las principales barreras encontradas por Miralles-Guasch y Domene (2010) para el cambio del modo de transporte motorizado particular por el transporte público o modos no motorizados incluyen: la falta de infraestructura, las condiciones del entorno que dificultan la caminata o la bicicleta como modos de transporte y el tiempo de desplazamiento largo al utilizar el transporte público. Algo similar fue evidenciado por Orozco-Fontalvo et al. (2018), según los cuales la elección en bicicleta como modo de transporte en viajes universitarios depende fundamentalmente de la disponibilidad de infraestructura. Este estudio utilizó una técnica de preferencia declarada y fue aplicado en una pequeña ciudad colombiana.

Por otro lado, el análisis de los viajes de una universidad en un área rural de Tailandia destacó que la posesión de vehículo contribuye al transporte individual (Limanond et al., 2011). Esos datos también fueron verificados por Stein y Silva (2017) para la Universidad de San Carlos en Brasil. En Universidades ubicadas en ciudades que poseen una fuerte dependencia y dominio del transporte motorizado particular, como es el caso del estudio de Zhou (2012) realizado en la ciudad de Los Ángeles (EEUU), tener un descuento en el billete de transporte público es un factor que aumenta la elección por modos más alternativos. Sin embargo, la disponibilidad de estacionamiento con billete de descuento aumenta la utilidad del uso de coches.

En un estudio reciente realizado por Gurrutxaga et al. (2017), la implantación de un Plan de Gestión de la Movilidad llevó a un aumento de los viajes en bicicleta y disminución de los modos motorizados. Los incentivos derivados de planes de acción para movilidad sostenible también son sugeridos por Balsas (2003), quien afirma que las actividades desarrolladas por asociaciones sin fines de lucro que estimulan la movilidad sostenible ofrecen resultados significativos para la elección por viajes a pie y en bicicleta.

Una encuesta sobre las opciones de los modos y la frecuencia de los viajes realizados en las universidades chinas constató que los estudiantes chinos caminan 16 veces más que estudiantes de las universidades de EE.UU. y Tailandia (Limanond et al., 2011, Chen, 2012). Este resultado es consecuencia de la planificación de las universidades chinas, que se basa en la construcción de una pequeña ciudad en el entorno del campus, de modo que los estudiantes no necesitan desplazarse fuera de la universidad para realizar sus actividades (Zhan, 2015).

Por otro lado, el estudio de Balsas (2003) identifica diferencias en los perfiles de viajes a universidades con relación a su ubicación, de modo que universidades situadas en áreas centrales poseen niveles más altos de viajes a pie y en bicicleta; caso parecido fue observado por Chilón (2016). De esta forma, las distancias y los tiempos de desplazamientos quedan menores y, por lo tanto, incentivan el uso de modos más activos, promoviendo la sostenibilidad en las ciudades (Diesendorf, 2000).

De esta forma, la distancia entre la vivienda y la universidad se define como un factor crucial para las elecciones por modos más activos. Las investigaciones sugieren una relación en que el aumento de la distancia de la morada del estudiante disminuye la proporción de viajes a pie (Shannon et al., 2006; Lundberg, 2014; Chilón, 2016). Estos resultados también fueron constatados por Ewing y Cervero (2010) para poblaciones en general. Para Tolley (1996) las distancias cortas de los desplazamientos universitarios favorecen el uso de bicicleta, mientras que en el estudio de Zhan (2015), para distancias de hasta 1 km más del 80% de los estudiantes van a pie a la universidad y el 50% en bicicleta. Las distancias de caminata para viajes universitarios varían entre 1,6 km (Miralles-Guasch, 2010) y 2,6 km (Chilón, 2016), mientras que el uso de bicicleta se encuentra entre 4,2 km (Miralles-Guasch, 2010) y 5,1 km (Chilón, 2016).

Se percibe, por lo tanto, una variabilidad de los perfiles de viajes relacionados con las características del medio donde la universidad se encuentra. En vista de ello, existe una gran preocupación por la utilización de métodos de investigación que puedan traer resultados confiables, y poder conducirlos adecuadamente es uno de los requisitos previos para construir un conocimiento científico adecuado (Dresch, 2015). En este sentido, el análisis de la utilidad aleatoria (McFadden, 1974), a partir de modelos de elección discreta (Ben-Akiva y Lerman, 1985) contribuye con resultados robustos para la planificación de transportes (Domencich y McFadden, 1975; Cameron y Trivedi, 2005; Ortúzar y Willumsen, 2011).

3. Metodología

Las etapas metodológicas adoptadas para el procedimiento de investigación se presentan en esta sección. Entre ellas destacan: el escenario de estudio; la recolección de datos y formulación del cuestionario; la población, los cálculos de muestra y el levantamiento de datos; y el modelo de elección discreta a partir del modelo logit multinomial (MNL).

3.1. Escenario de estudio

La ciudad de Cachoeira do Sul es un municipio brasileño ubicado en la Mesorregión del Centro del estado de Rio Grande do Sul (Figura 1). Con 83827 mil habitantes y un área 3735.17 km², la ciudad es considerada como de pequeño porte (IBGE, 2011). La Universidad Federal de Santa María inició actividades en el Campus Cachoeira do Sul a mediados de 2014 (Ministerio de Educación, 2013). En 2018 el Campus dispone de cinco cursos, en los que ingresan semestralmente aproximadamente 240 alumnos. Actualmente la comunidad académica abarca en total un número en torno a 650 alumnos, 68 profesores y 38 técnicos administrativos (SIE, 2018).

3.2. Colecta de datos: cuestionario

Los datos de viajes fueron obtenidos por la aplicación de cuestionarios, en los cuales se registraron las características de los viajes típicos de cada miembro de la comunidad académica. El cuestionario aplicado dispone de tres categorías de preguntas (Franceschini, 2012): preguntas abiertas (localización de la residencia y edad), preguntas cerradas (sexo; si posee: hijos, carné de conducir, vehículo motorizado, bicicleta, etc.) y preguntas de elección múltiple (modo de transporte utilizado, número de viajes diarios, renta, etc.).

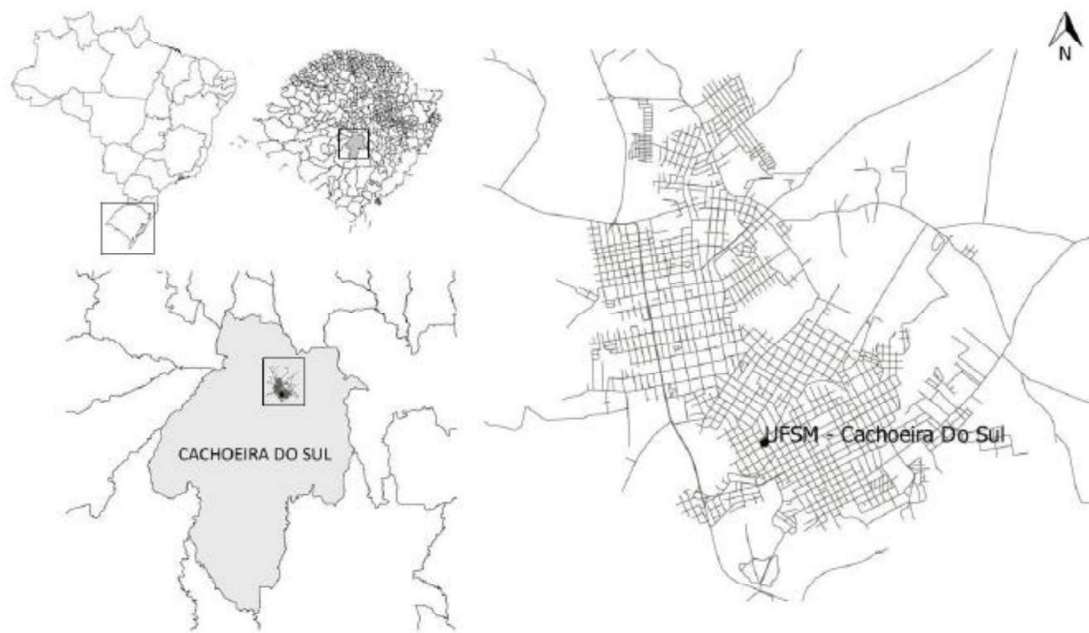


Figura 1 – Localización del Campus Cachoeira do Sul de la UFSC.

Fuente: Autores.

Además de la caracterización del perfil del usuario y de los respectivos viajes, el cuestionario captó la percepción en escala Likert (Likert, 1932) de aspectos como seguridad pública, seguridad vial y productividad asociada a los viajes.

3.3. Población, muestra y levantamiento de datos

En este estudio se utilizó el muestreo estratificado, por lo que la población, compuesta por la comunidad académica existente en el campus, fue dividida en subpoblaciones que poseen características similares (Triola, 1999). La subdivisión de la comunidad académica fue realizada por categorías relacionadas a la función (profesor, alumno y técnico en educación) y sexo, además de que la subcategoría alumno fue dividida en: estudiantes del turno diurno y del nocturno. Con el objetivo de obtener un nivel de confianza del 95% y admitiéndose un error muestral del 5%, se realizaron 267 entrevistas, distribuidas proporcionalmente en las categorías definidas de acuerdo con las subpoblaciones en relación a la población total. La Tabla 1 presenta las características de la muestra seleccionada, con las subdivisiones indicadas, así como los porcentajes de los entrevistados que poseen vehículo motorizado (automóvil o motocicleta) y de los que poseen carnet de conducir.

Tabla 1: Características de los entrevistados

	Alumnos	Funcionarios	Total General
Sexo			
Femenino	74	15	89
Masculino	154	24	178
Edad			
Menor o igual a 20 años	125	1	126
Entre 21 y 30 años	89	11	100
Entre 31 y 40 años	8	22	30
Más de 40 años	6	5	11
% personas con vehículo motorizado	28,95%	74,36%	35,58%
% personas con carnet de conducir	57,89%	92,31%	62,92%

Fuente: Autores

Después de la obtención de los datos, se relacionaron las variables con la elección de los modos activos (1: a pie y en bicicleta, utilizado por el 69% de los entrevistados), el modo motorizado individual (2: en vehículo motorizado propio o como acompañante, utilizado por el 25% de los entrevistados) y por transporte colectivo (3: autobús urbano e interurbano, utilizado por el 6% de los entrevistados). Las variables independientes candidatas para el análisis del modelo se presentan en la Tabla 2 con sus respectivas estadísticas descriptivas básicas (valor máximo y mínimo, media y desviación estándar). Por ejemplo, para las variables binarias (dummy) los valores máximos y mínimos representan 1 y 0 respectivamente, mientras que la variable Renta Individual posee un mínimo caracterizado como 0 (sin renta) hasta el máximo R\$ 5001,00 (reales brasileños).

Tabla 2: Estadística descriptiva de las variables estudiadas.

Variable (N=267)	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Dependiente				
Modo (1: activo; 2: individual; 3: colectivo)	1.00	3.00	1.37	0.60
Activo	0.00	1.00	0.69	0.47
Individual	0.00	1.00	0.25	0.44
Colectivo	0.00	1.00	0.06	0.24
Independientes				
Sexo (0: femenino; 1: masculino)	0.00	1.00	0.67	0.47
Edad (años)	0.00	61.00	23.49	7.58
Familia residente en Cachoeira do Sul (dummy; 1; 0)	0.00	1.00	0.93	0.25
Existe Parada de Autobús (dummy: 1; 0)	0.00	1.00	0.77	0.42
Renta Individual (R\$/persona)	0.00	5001.00	1331.54	1454.28
Actividad por la noche (dummy: 1; 0)	0.00	1.00	0.51	0.50
Estudia por la noche (dummy: 1; 0)	0.00	1.00	0.51	0.50
Trabaja remotamente (dummy: 1; 0)	0.00	1.00	0.06	0.24
Tiene carné de conducir (dummy: 1; 0)	0.00	1.00	0.63	0.48
Posee vehículo motorizado (dummy: 1; 0)	0.00	1.00	0.36	0.48
Posee bicicleta (dummy: 1; 0)	0.00	1.00	0.17	0.38
Nº viajes universitarios (discreta)	1.00	3.00	1.45	0.84
Tiempo de desplazamiento (min)	0.00	61.00	15.99	13.11
Activo cansa (dummy: 1; 0)	0.00	1.00	0.18	0.39
Activo físico (dummy: 1; 0)	0.00	1.00	0.03	0.16
Activo seg (dummy: 1; 0)	0.00	1.00	0.10	0.30
Distancia en Cachoeira do Sul (m)	182.02	22000.00	1080.53	1660.31
Modo activo	182.02	3241.61	528.84	1658.51
Modo individual	182.02	4887.33	1712.27	1666.66
Modo colectivo	1137.8	22000.00	4882.54	1694.24

Fuente: Autores

La variable distancia fue obtenida a través de un software de Sistema de Información geográfica (SIG), considerando el centroide del área del barrio de los residentes y los sectores del Campus en que los entrevistados realizaban sus actividades. El cálculo de la distancia euclidiana fue realizado para cada uno de los viajes aplicándose un factor de corrección de la distancia euclidiana de 1,4 (Novaes, 2004).

3.4. El Modelo Logit Multinomial

El modelo logit multinomial se define como un modelo probabilístico que trabaja con la probabilidad de elegir el modo de transporte relacionándola con la fracción del viaje (Campos, 2013) y tiene como resultado la identificación de las principales variables que influyen en la elección del modo (Train, 2002). La probabilidad de elegir un determinado modo de transporte, $p(k)$, es dada por la Ecuación 1:

$$p(k) = \frac{e^{U_k}}{\sum_x e^{U_k}} \quad (Ec. 1)$$

donde el parámetro k representa el modo de transporte en cuestión, la variable x los modos de transporte competidores ($x = 1, \dots, k$) y U_k es la función de utilidad medida del modo k .

Aunque el coeficiente para cada variable que compone las funciones utilidades obtenidas presenta el signo del impacto en la utilidad del uso de determinado modo (positivo si colabora en la elección, o negativo si no), no es posible la comparación directa del impacto de las variables, dadas sus distintas escalas de medida. Por tanto, se calcularon las elasticidades directas de las variables continuas y las pseudo-elasticidades para las variables binarias que se muestran significativas en el modelo, expresadas por la Ecuación 2 (Ortúzar y Willumsen, 2011):

$$E_{p_i X_{ik}} = \theta_i X_{ik} (1 - p_k) \quad (Ec. 2)$$

en que $E_{p_i X_{ik}}$ es la elasticidad para la probabilidad de elegir la alternativa k dada por la variación marginal de una determinada variable explicativa (independiente) X_{ik} para el individuo q, θ_{ik} es el parámetro ponderador estimado para la variable X_{ik} en la opción, y p_k es la probabilidad de elección de la alternativa k. Así, la elasticidad mide la sensibilidad de la elección de los individuos en relación a una variable independiente.

4. Resultados y discusión

Las variables independientes que componen el modelo se seleccionaron a través del proceso de eliminación regresiva (backward elimination), para el nivel de confianza mínimo del 95% (p-valor <0.05). Para garantizar la calidad del modelo, se verificó que no existe la presencia de multicolinealidad entre las variables independientes a través de la inflación de la varianza (Variance Inflation Factor, VIF), para la cual se obtuvieron valores inferiores a 10 (Hair et al., 2009).

A partir de la estimación de los modelos por el método de máxima verosimilitud, con apoyo de la herramienta computacional Biogeme (Bierlaire, 2003), se obtuvieron ocho variables significativas para la elección del modo en los viajes universitarios. La Tabla 3 presenta las variables influyentes en los viajes, coeficientes estimados, significancia y elasticidad para cada característica que compone la función utilidad de los modos. Como resultados para el modo de transporte activo, la variable acera irregular tiene un signo negativo indicando que el aumento de las irregularidades de las aceras está asociado como un limitador de los viajes por el modo a pie o bicicleta, evidenciando la importancia de adecuadas infraestructuras en el ambiente para incentivar viajes por modos activos (Bradshaw, 1993; Miralles-Guasch y Domene, 2010; Orozco-Fontalvo et al., 2018).

Tabla 3: MNL para modo escogido en viajes universitarios

Variable	Coefficiente (<i>p</i> -valor)	Elasticidad
1: activo		
Sexo (0: fem; 1: masc)	0.99 (0.04)	0.62
Aceras irregulares	-1.88 (0.01)	-0.02
Vive en Cachoeira do Sul	4.83 (0.00)	4.57
2: individual		
Edad	0.054 (0.01)	0.24
Distancia (m)	0.0012 (0.00)	0.46
Tiene vehículo y carnet de conducir	2.64 (0.00)	0.02
3: colectivo		
Tiempo > 20 minutos	1.65 (0.03)	0.26
Distancia (m)	0.0016 (0.00)	1.17
Nº parámetros:	9.000	
<i>Log-likelihood</i> :	-102.249	
<i>Pseudo-R</i> ²	0.617	

Fuente: Autores

Por otro lado, el hecho de que el usuario sea del sexo masculino (Sexo = 1) está asociado al aumento de la probabilidad de utilizar el modo activo en los viajes universitarios. De la muestra seleccionada para el estudio, el 65% de las mujeres estudia por la noche, mientras que el 68% de los hombres estudiaba de día. Estos resultados están en consonancia con los obtenidos en el estudio de Borges (2013), también para Brasil, en el que las percepciones de seguridad fueron menores por la noche. Además, las mujeres se sienten más vulnerables en relación a la seguridad pública (Lima et al., 2017).

Entre las variables asociadas al uso del modo activo, residir en Cachoeira do Sul es la variable que tiene mayor impacto (con elasticidad de 4.57) en la decisión por usar modos activos. Esos datos pueden ser asociados a las distancias entre la vivienda y la universidad de los estudiantes y los funcionarios, que según la Tabla 2 son en promedio 1,08 km, encuadrándose como una distancia pequeña y que por lo tanto promueve el uso de modos activos (Tolley, 1996; Shannon et al., 2006; Ewing y Cervero, 2010; Miralles- Guasch, 2010; Lundberg, 2014; Zhan, 2015; Chilón, 2016). De los datos recogidos de la encuesta, el 69% de los viajes fueron realizados por modos activos, comprobando las observaciones de Balsas (2003) de que universidades situadas en áreas más centrales poseen niveles más altos de viajes a pie y en bicicleta.

Para la probabilidad de uso de transporte individual se identificó que cuanto mayor es la distancia entre residencia y complejo universitario, mayor es la probabilidad de que el viaje se realice por modo individual (motocicleta o automóvil). Este resultado corrobora las evidencias empíricas ya indicadas de que las distancias impactan en la elección del modo (Shannon et al., 2006; Lundberg, 2014; Chilón, 2016).

Además del análisis del modelo, los datos estadísticos de la muestra seleccionada demuestran que el uso de transporte individual se realiza para distancias inferiores a 1 km (Tabla 2), verificándose una fuerte dependencia del uso de ese modo para distancias pequeñas que pudieran ser realizadas por modos más sostenibles, como ir a pie o bicicleta. Estos datos sugieren que la aplicación de medidas de concientización, como las aplicadas por Gurrutxaga et al. (2017) y Braga (2003), pudieran hacer estos viajes más sostenibles.

Como característica del individuo, el aumento de la edad está asociado al aumento de la probabilidad de adhesión al modo individual, sugiriendo que más edad puede ser indicativo de personas ya trabajadoras y, por lo tanto, con poder adquisitivo suficiente para comprar un coche o moto y usarlo. Para la población en estudio, el 77% de las personas que trabajaban tenían más de 25 años y de ellos el 83% tenían un vehículo a motor propio. De la misma manera, poseer carné de conducir y automóvil contribuye al aumento de la probabilidad de uso de ese modo, resultados que también fueron obtenidos por otros autores (Limanond et al., 2011; Stein y Silva, 2017).

Finalmente, los viajes con una duración superior a 20 minutos están asociados al aumento de la probabilidad de usar el transporte colectivo. Este modo fue analizado por el uso de transporte colectivo municipal e intermunicipal en la ciudad. Así como para la elección de modo individual, el aumento de la distancia contribuye para el aumento de la probabilidad del uso del transporte colectivo como la variable de mayor impacto (elasticidad 1.17). Los resultados obtenidos se asemejan a los de Miralles-Guasch (2010) en que la duración de los viajes por modo colectivo fue en promedio 48,6 minutos, pero con una desviación estándar de 23.8 min.

5. Conclusiones

La aplicación del modelo logit multinomial para análisis de las variables en estudio permitió constatar, en primer lugar, que los viajes universitarios en área central poseen mayor probabilidad de elección por modos activos para aquellos habitantes de la ciudad, ya que las distancias medias entre la vivienda y la universidad son en torno a 1 km. En segundo lugar, destaca que los hombres tienen más tendencia a escoger el modo activo que las mujeres, debido a que esa elección todavía se ve afectada para el caso de los que estudian por la noche y también por la falta de infraestructura destinada al peatón y al ciclista.

Conforme las distancias van aumentando, la probabilidad de elección por modo motorizado aumenta, siendo que poseer más edad, poseer vehículos motorizados y carnet de conducir contribuyen a la elección de modos individuales y los tiempos de desplazamientos superiores a 20 minutos colaboran para la generación de viajes por modo motorizado público.

De esta forma, la ubicación central de la universidad contribuye a que los accesos sean más facilitados y las distancias sean menores, promoviendo un gran número de viajes por modo activo. Sin embargo, hacer la infraestructura de estos modos más agradable promoverá una mejor percepción para aquellos que aún no utilizan ese modo. Además, tomar medidas públicas para mejorar la seguridad en el entorno, principalmente por la noche, es un factor que puede aumentar el uso de viajes a pie, especialmente para las mujeres. Por otro lado, los resultados del estudio constituyen igualmente un incentivo a la adopción de medidas de concientización sobre sostenibilidad del transporte y prácticas más amigables al medio ambiente entre los integrantes de las comunidades académicas, ya que fue probado son utilizados modos motorizados de transporte individual para distancias en las cuales es factible emplear modos activos de transporte.

De acuerdo con lo anterior, se recomienda profundizar en estudios del tipo desarrollado en Cachoeira do Sul en otros Campus universitarios similares, así como en otras unidades de enseñanza con características diferentes con el objetivo de comparar sus resultados y extraer mayores conclusiones sobre los perfiles de viajes universitarios. Del mismo modo, puede resultar interesante reproducir estos estudios después de que alguna medida que influya en los desplazamientos relacionados con las

atividades universitarias sea implantada, o las características de la movilidad de la comunidad académica sea modificada, para verificar el impacto de estos cambios en los perfiles de viaje.

Agradecimientos

Los autores agradecen a todos los miembros de la comunidad académica de la UFSM Campus Cachoeira do Sul que participaron del estudio. La autora Leticia Oestreich Carvalho agradece el apoyo de la beca de iniciación científica FIPE-Júnior de la UFSM.

Referencias

- BALSAS, C. J. L. (2003). Sustainable transportation planning on college campuses. *Transport Policy* 10, pp. 35-49.
- BEN-AKIVA, M. y S. LERMAN. (1985). *Discrete Choice Modeling: Theory and Applications to Travel Demand*. MIT Press. Massachusetts. ISBN 0-262-02217-6
- BENNEWORTH, P.; CHARLES D.; MADANIPOUR A. (2010). Building localized interactions between universities and cities through university spatial development. *European Planning Studies* 18, pp. 1611-1629.
- BIERLAIRE, M. (2003). Biogeme: A free package for the estimation of discrete choice models, *Proceedings of the 3rd Swiss Transportation Research Conference*, Ascona, Switzerland.
- BOARNET, M. G. (2005) Evaluation of the California safe routes to school legislation: urban form changes and children's active transportation to school. *American Journal of Preventive Medicine* 28(2), pp.134-140.
- BORGES, D. Vitimização e sentimento de insegurança no Brasil em 2010: Teoria, análise e contexto. *Dossiê Análises Quantitativas e Indicadores Sociais* 18(1), pp. 141-163.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC). (2008). *Relatório de Primeiro Ano do REUNI*. Brasília. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br>> Acesso em 23 abr. 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC). (2012). *Análise sobre Expansão das Universidades Federais 2003 a 2012*. Brasília. Disponível em < <http://portal.mec.gov.br>> Acesso em 18 abr. 2018.
- BRASIL. Plano Nacional de Educação (PNE). (2014). *Plano Nacional de Educação 2014-2024*. Brasília. Disponível em < <http://www.observatoriodopne.org.br>>. Acesso em 3 mai. 2018.
- CAMAGNI, R.; GIBELLI, M. C.; RIGAMONTI, P. (2002) Urban mobility and urban form: the social and environmental costs of different patterns of urban expansion. *Ecological Economics* 40, pp. 199-216. CAMERON, A. COLIN y PRAVIN K. TRIVEDI. (2005). *Microeconomics: Methods and Applications*. New York: Cambridge University Press.
- CAMPOS, V. B. G. (2013). *Planejamento de transportes: conceitos e modelos*. RJ: Interciência. Rio de Janeiro,
- DIESENDORF, M. (2000) *Urban Transportation in the 21st Century*. *Environmental Science & Policy* 3, pp. 11-13.
- DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; JÚNIOR, J. A.V. A. (2015). *Design Science Research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia*. Bookman, Porto Alegre/RS.
- EWING, R. (2003) Urban sprawl as a risk factor in motor vehicle occupant and pedestrian fatalities. *American Journal of Public Health* 93(9), pp. 1541-1545.
- EWING, R.; CERVERO, R. (2010). Travel and the built environment. *Journal of the American Planning Association* 76(3), pp. 265-294.
- FARIA, E. D. O. E M. G. D. C. BRAGA. (1999). Propostas para minimizar os riscos de acidentes de trânsito envolvendo crianças e adolescentes. *Ciência e Saúde Coletiva* 4(1), pp. 95-107.

- FERREYRA, M. M. et al. (2017). Em uma encruzilhada: Ensino superior na América latina e Caribe. Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento/Banco Mundial. Washington D.C.
- GURRUTXAGA, I.; ITURRATE, M.; OSES, O.; GARCIA H. (2017). 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* 105, pp. 233-244.
- HAIR, J. F. et al. *Análise Multivariada de Dados*. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- IBGE. 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>>. Acesso 20 abr. 2017.
- JENSEN, S. U. (2008). How to obtain a healthy journey to school? *Transportation Research Part A* 42, pp. 475-486.
- LIMANOND, T.; BUTSINGKORN, T.; CHERMKHUNTHOD C. (2011). Travel behavior of university students who live on campus: A case study of a rural university Asia. *Transport Policy* 18, pp. 163-171.
- LUNDBERG, B.; WEBER, J. (2014). Non- motorized transport and university populations: an analysis of connectivity and network perceptions. *Journal of Transport Geography* 39, pp. 165-178.
- MANTELLA, D. P. (2012). Teoria e prática da pesquisa aplicada /coordenadores Dulce Mantella Perdigão, Maximilano Herlinger, Oriana Monarca White; autores, Adélia Franceschini... [et al.]. Rio de Janeiro: Elsevier
- MCDONALD, N. C.; Y. YANG; S. M. ABBOTT; E A. N. BULLOCK. (2013). Impact of the safe routes to school program on walking and biking: Eugene, Oregon Study. *Transport Policy* 29, pp. 243–248.
- MCFADDEN, D. (1974). The measurement of urban travel demand. *Journal of public economics* 3(4), pp.303-328.
- 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.
- MIRALLES-GUASCH, C.; DOMENE, E. (2010). Sustainable transport challenges in a suburban university: The case of the Autonomous University of Barcelona. *Transport Policy* 17, pp.454 – 463.
- NOVAES, A. G. (2004). *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição*. São Paulo: Campus.
- OROZCO-FONTALVO, M.; ARÉVALO-TAMARA, A.; GUERRERO-BARBOSA, T.; GUTIÉRREZ- TORRES, M. (2018). Bicycle choice modeling: A study of university trips in a small Colombian city. *Journal of Transport & Health*. In Press: <https://doi.org/10.1016/j.jth.2018.01.014>.
- ORTÚZAR, J. de D.; WILLUMSEN, L. G. (2011). *Modelling Transport* 4th ed. Chichester: John Wiley. PORTUGAL, L.S. y GOLDNER, L. G. (2003) Estudo de pólos geradores de tráfego e de seus impactos nos sistemas viários e de transportes. Editora Edgard Blucher
- ROTHMAN L.; MACARTHUR C.; BULIUNG R.; TO T.; HOWARD A. (2012). Walkable but unsafe? a systematic review of built environment correlates of walking and child pedestrian injury. *Injury Prevention* 18 (1), pp. 223-246.
- SÁNCHEZ, O. M. I.; GONZÁLEZ, E. M. (2014). Travel patterns, regarding different activities: work, studies, household responsibilities and leisure. *Transportation Research* 3, pp. 119-128.

- SCHNEIDER, L. (2002). Educação e desenvolvimento: um estudo do impacto econômico da universidade federal no município de Santa Maria (RS). UNIFRA: Santa Maria.
- STEIN, P. P.; SILVA, A. N. R. da. (2017). Barriers, motivators and strategies for sustainable mobility at the USP campus in São Carlos, Brazil. Case Studies on Transport Policy, In Press: <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2017.11.007>
- TOLLEY, R., (1996). Green campuses: cutting the environmental cost of commuting. *Journal of Transport Geography* 4 (3), pp. 213–217.
- TRIOLA, M. F. (1999). *Introdução a estatística* 7. ed. Rio de Janeiro: LTC.
- UNESCO. (2017). Six ways to ensure higher education leaves no one behind. Policy Paper. Global Education Monitoring Report, Disponível em <<http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002478/247862 E.pdf>> Acesso em 17 mai. 2018.
- WHALEN, K. E.; PÁEZ, A.; CARRASCO, J. A. (2013). Mode choice of university students commuting to school and the role of active travel. *Journal of Transport Geography* 31, pp. 132-142.
- WHO (2015). Relatório global sobre o estado da segurança viária 2015. World Health Organization. WHO Press. Genebra
- WRI BRASIL (2017). Estratégias de mobilidade urbana para as organizações. World Resources Institute. Whashington, D.C., EUA.
- ZHAN, G.; YAN, X.; ZHU, S.; WANG, Y. (2016). Using hierarchical tree-based regression model to examine university student travel frequency and mode choice patterns in China. *Transport Policy* 45, pp. 55-65.