

**Carlos Eduardo Sanches de Andrade**  
**(Organizador)**

# **Conceitos e Ferramentas na Engenharia de Transportes 2**



**Atena**  
Editora  
Ano 2020

**Carlos Eduardo Sanches de Andrade**  
**(Organizador)**

# **Conceitos e Ferramentas na Engenharia de Transportes 2**



**Atena**  
Editora

Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Karine de Lima

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof<sup>a</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof<sup>a</sup> Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Prof<sup>a</sup> Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof<sup>a</sup> Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
 Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
 Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR  
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
 Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
 Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
C744	<p>Conceitos e ferramentas na engenharia de transportes 2 [recurso eletrônico] / Organizador Carlos Eduardo Sanches de Andrade. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF            Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader            Modo de acesso: World Wide Web            Inclui bibliografia            ISBN 978-65-5706-179-4            DOI 10.22533/at.ed.794201307</p> <p>1. Engenharia de transportes – Pesquisa – Brasil. I. Andrade, Carlos Eduardo Sanches de.</p> <p style="text-align: right;">CDD 629.04</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A obra “Conceitos e Ferramentas na Engenharia de Transportes 2” publicada pela Atena Editora apresenta, em seus 7 capítulos, estudos sobre diferentes aspectos da Engenharia de Transportes, mostrando como ela pode atender diversas demandas da sociedade.

Um dos objetivos da Engenharia de Transportes é permitir o crescimento ordenado da economia das cidades, provendo soluções de transporte de bens e pessoas.

No contexto brasileiro, com tantas carências, mas que procura novos caminhos para seu crescimento econômico, a Engenharia de Transportes pode ser um facilitador importante para enfrentar esses novos desafios.

Os trabalhos compilados nessa obra abrangem diferentes perspectivas da Engenharia de Transporte.

Uma delas envolve tipos de transporte, como o transporte fretado, que impulsiona a economia de muitas cidades. Uma segunda perspectiva é o controle do uso dos veículos nas cidades, que cada vez mais congestionam o trânsito, demandando um controle mais efetivo.

A infraestrutura necessária ao transporte é analisada sob o ponto de vista da capacidade de terminais aeroportuários e da qualidade da pavimentação da rede viária.

O comportamento humano na condução dos veículos, elemento vital para a segurança do transporte, é também abordado.

Padrões de viagens de passageiros e impactos ambientais do transporte complementam a obra.

Agradecemos aos autores dos diversos capítulos apresentados e esperamos que essa compilação seja proveitosa para os leitores.

Carlos Eduardo Sanches de Andrade, D.Sc.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A IMPORTÂNCIA DO TRANSPORTE FRETADO PARA A CONSOLIDAÇÃO DE UM CENTRO DE COMPRAS ATACADISTA NO INTERIOR NORDESTINO	
Carine Aragão de Mello Leonardo Herszon Meira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7942013071</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>16</b>
ANÁLISE DAS MEDIDAS DE RESTRIÇÃO VEICULAR EM CENTROS URBANOS DE CIDADES DE PEQUENO PORTE	
Dannúbia Ribeiro Pires Leonardo Herszon Meira Maria Victória Leal de Almeida Nascimento Michael Vanderlei da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7942013072</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>28</b>
ANALISE DE CAPACIDADE DE TERMINAIS AEROPORTUARIOS: ESTUDO DE CASO DO AEROPORTO INTERNACIONAL SALGADO FILHO	
Éder Martins Specht João Hermes Nogueira Junqueira Danielle de Souza Clerman	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7942013073</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>37</b>
AVALIAÇÃO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO ASFÁLTICO DA RODOVIA RURAL OT-433 NO MUNICÍPIO DE TOLEDO PARANÁ	
Elmagno Catarino Santos Silva Maurício do Espirito Santo Andrade Andreas Jerke Gladis Cristina Furlan Flávio Augusto Scherer	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7942013074</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>55</b>
AVALIAÇÃO DO EFEITO DA DISTRAÇÃO NA CONDUÇÃO: ESTUDO COMPARATIVO ENTRE POLICIAIS E MOTORISTAS REGULARES	
Andrey Zuriel Ebeling Bonatto Diego Lopes Dutra Rafael Pinto Pereira Christine Tessele Nodari Tiago Silva Duarte	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7942013075</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>70</b>
AVALIAÇÃO DO PADRÃO DE VIAGENS GERADAS POR UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR EM TAGUATINGA – DF	
Juliana Abrantes Tavares Edson Benício de Carvalho Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7942013076</b>	



**CAPÍTULO 7 .....85**

O IMPACTO DA OPERAÇÃO DO SISTEMA FERROVIÁRIO DE PASSAGEIROS DO RIO DE JANEIRO NAS EMISSÕES TOTAIS DE CO<sub>2</sub> DO SETOR DE TRANSPORTES DA CIDADE

Carlos Eduardo Sanches de Andrade  
Márcio de Almeida D'Agosto  
Alessandro de Santana Moreira de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.7942013077**

**SOBRE O ORGANIZADOR.....95**

**ÍNDICE REMISSIVO .....96**

## A IMPORTÂNCIA DO TRANSPORTE FRETADO PARA A CONSOLIDAÇÃO DE UM CENTRO DE COMPRAS ATACADISTA NO INTERIOR NORDESTINO

*Data de aceite: 07/07/2020*

*Data de submissão: 03/04/2020*

### **Carine Aragão de Mello**

Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil  
Recife – Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/5678757156375321>

### **Leonardo Herszon Meira**

Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil  
Recife - Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/9191737269930161>

**RESUMO:** Estudos sobre centros de compras atacadistas em cidades interioranas são escassos na literatura brasileira. Buscando contribuir com o preenchimento dessa lacuna este artigo se propõe a investigar as características de viagens para esse tipo de Polo Gerador de Viagens (PGV). Assim, a ideia é identificar as condições atuais de mobilidade, com a hipótese de que o transporte fretado possui fundamental importância para a consolidação desse tipo de PGV. O estudo se justifica porque os veículos utilizados no Nordeste brasileiro para transporte por fretamento normalmente são velhos e podem comprometer a segurança dos usuários. Como local de estudo foi escolhido o Moda Center Santa Cruz – PE. Para atingir o

objetivo proposto foi elaborado um questionário que levantou dados socioeconômicos e de mobilidade dos clientes do Moda Center. Como principal resultado pôde-se confirmar a grande influência do transporte fretado enquanto elemento de suma importância para a consolidação do centro de compras atacadista regional.

**PALAVRAS-CHAVE:** Polo Gerador de viagens, Mobilidade, Transporte Fretado, Centro de Compras Atacadista.

### THE IMPORTANCE OF FREIGHT TRANSPORT FOR THE CONSOLIDATION OF A WHOLESALE SHOPPING CENTER IN THE NORTHEAST INTERIOR

**ABSTRACT:** Studies on wholesale shopping centers in inland cities are scarce in Brazilian literature. In order to contribute to fill this gap, this article proposes to investigate the travel characteristics for this type of Trip Generator Center (TGC). Therefore, the idea is to identify current mobility conditions, with the hypothesis that chartered transport has fundamental importance for the consolidation of this kind of TGC. The study is justified because the vehicles used in the Brazilian Northeast for chartered transport are usually old and may compromise the safety of its users. As a place of study, it was chosen Moda Center Santa Cruz – PE. In order

to achieve the proposed goal, a questionnaire was elaborated that raised Moda Center's customers socioeconomic and mobility data. As a main result it was possible to confirm the great influence of chartered transport as a great important element for the consolidation of the regional wholesale shopping center.

**KEYWORDS:** Travel Generator Hub, Mobility, Freight Transport, Wholesale Shopping Center.

## 1 | INTRODUÇÃO

As cidades vêm sendo adaptadas às atividades econômicas, através da reordenação da oferta de transporte, sendo esse um fenômeno muito comum (VASCONCELLOS, 2009). Assim, o crescimento e o desenvolvimento das cidades acontecem estreitamente ligados aos sistemas de transporte. Portanto, o transporte é um elemento relevante no espaço urbano influenciando na sua ordenação e construção (KNEIB *et al.*, 2010). E ao observar o transporte como fator econômico, Skorobogatova e Kuzmina-Merlino (2017) afirmam que ele pode ser uma medida da atividade econômica e, ao mesmo tempo, é um reflexo da atividade econômica.

Essa expansão urbana e econômica traz também a implantação de empreendimentos geradores de viagens, que causam impactos tanto positivos quanto negativos as áreas urbanas. Esses empreendimentos, denominados na literatura como Polos Geradores de Viagens (PGVs), podem alterar o uso e a ocupação do solo, as condições ambientais e gerar impactos socioeconômicos e na qualidade de vida de uma população. E quando bem localizados esses PGVs podem trazer ganhos competitivos, resultantes da economia de escala, aumentando a oferta de empregos e ainda podem ter relação com o desenvolvimento regional.

No Brasil, ao estudar o aparecimento de PGVs em cidades de pequeno e médio porte, pode-se evidenciar o surgimento e o crescimento de vários centros de compras atacadista de confecções e vestuário. A literatura mostra vários estudos a respeito de PGVs, mas a maioria deles se dedica a analisar shoppings centers e supermercados. Dentre esses estudos destacam-se: Grando (1986); Silveira (1990); Goldner (1994); Ary (2002); Portugal e Goldner (2003); De Andrade (2005); Rocha (2007); Goldner *et al.* (2010); Manica (2013) na literatura nacional. Já em termos internacionais, podem ser citados os trabalhos de Keefer (1966); ITE (1991, 1997, 2001, 2008; 2017); USDOT (1995); e Kikuchi *et al.* (2006). Mais recentemente também se tem produzido estudos sobre instituições de ensino superior enquanto PGVs (NUNES, 2005; SOUZA, 2007; OLIVEIRA; SILVA, 2015; MEIRA *et al.*, 2015). Porém, há poucos estudos relacionados a centros de compras atacadistas e com mercados de abrangência regional.

A finalidade principal do comércio atacadista, no Brasil, é a intermediação de transações entre fabricantes e varejistas. É um importante setor na economia brasileira, por dirigir-se a uma representatividade de clientes provenientes de todo o território nacional. Ressalta-se ainda que esse tipo de empreendimento muitas vezes apresenta crescimento contínuo,

impulsionado pelo processo dinâmico em que as mercadorias são comercializadas. A grande vantagem desse tipo de empreendimento é a possibilidade de comprar mercadorias de boa qualidade a um preço bastante acessível. Por essa razão, vários dos seus consumidores são capazes de percorrer grandes distâncias para ter acesso aos produtos e ofertas de um centro de compras atacadista.

Porém, notadamente no Nordeste, muitas vezes esses centros atacadistas se localizam em cidades afastadas das grandes metrópoles e não raro não possuem infraestrutura adequada de acesso e de mobilidade. Outro ponto importante de destacar é que boa parte dessas pessoas que se dirigem a esse tipo de PGV fazem viagens intermunicipais e interestaduais e nem sempre o transporte público oferecido para esses clientes funciona de maneira eficiente. Essa dificuldade faz com que muitas pessoas busquem outra forma de se deslocar até esses PGVs e o transporte fretado comumente é uma dessas alternativas.

O transporte fretado atua em itinerários pré-definidos e autorizados pelo poder público. O transporte por fretamento não é um serviço aberto do mesmo modo às pessoas, mas atende a nichos específicos (BARBOSA *et al.*, 2011). Segundo Vasconcellos (2012), o transporte de passageiros por fretamento tem um papel importante na mobilidade das pessoas, por diversos motivos. E pode ser uma excelente alternativa ao uso do automóvel ou da motocicleta, por resultar em menor consumo de espaço viário, menor demanda por estacionamentos e menor emissão de poluentes, ajudando ainda para a redução dos níveis de congestionamento. Assim, não se pode ignorar que a opção do transporte fretado pode constituir em uma alternativa de mobilidade para esse PGV. Diante do exposto, parece ser relevante estudar as características de acessibilidade e mobilidade dos clientes de centros atacadistas de confecções, de forma a melhor planejar e melhorar a qualidade da mobilidade oferecida a esses usuários.

Assim, o objetivo desse artigo é analisar a importância do transporte fretado para a consolidação de um centro de compras atacadista no interior nordestino. A hipótese desse trabalho é que o transporte fretado possui fundamental importância para a viabilização desse tipo de PGV. Para alcançar o objetivo proposto foi estudado o Moda Center Santa Cruz, localizado na cidade de Santa Cruz do Capibaribe, no agreste de Pernambuco.

Desse modo, esse trabalho está estruturado em sete seções. Após essa introdução, a seção 2 apresenta os conceitos e a caracterização de Polos Geradores de Viagens. A seção 3 aborda a questão dos centros de compras (shopping centers e centros atacadistas). Já a seção 4, foca na descrição das características da área e do empreendimento estudado (no caso, o agreste pernambucano e o Moda Center Santa Cruz). Na seção 5 é descrita a metodologia desse trabalho. A seção 6 apresenta os resultados e as análises da pesquisa. Por fim, a seção 7 traz as considerações finais e tece recomendações para trabalhos futuros.

## 2 | CONCEITOS E CARACTERIZAÇÃO DE POLOS GERADORES DE VIAGENS

Os grandes empreendimentos classificados como PGVs desenvolvem atividades em porte e escala capazes de exercer grandes atratividades sobre a população, produzindo um contingente significativo de viagens, necessitam de grandes estacionamentos, e são capazes de gerar impactos negativos ou positivos na região de sua implantação, alterando dessa forma a qualidade de vida da população que habita ou transita pelo local em questão. Estes impactos podem ser diretamente relacionados a eles, ou indiretamente, por ser consequência do tráfego que ele atrai (REDPGV, 2010; KNEIB *et al.*, 2010).

Em seu estudo, Rocha (2007) aponta que, em termos de mobilidade, é perceptível tanto na legislação vigente como na literatura que uma das principais características dos PGVs são o fluxo de viagens geradas, motorizadas e não motorizadas e os consequentes reflexos deste fluxo para a mobilidade local, considerando como fatores significativos a interferência na fluidez do tráfego, na segurança viária e na capacidade de suporte da infraestrutura existente, podendo ainda ter impactos como intrusão visual, vibração, acidentes e congestionamentos. Portanto, conhecer esses impactos gerados por PGVs ajuda a adotar medidas mitigadoras para a região afetada, que a médio e longo prazo evitam a perda da acessibilidade da área influenciada pelo empreendimento (KNEIB, 2004).

Para classificar os empreendimentos como geradores de viagens geralmente são usados parâmetros baseados na área construída, no número de vagas de estacionamento, número de viagens geradas, a área de abrangência em relação as variáveis econômicas, entre outros (ARY, 2002). Chegando ao tipo do PGV, o seu porte, o padrão de viagens dado pela distribuição do modo, a quantidade de viagens, o seu propósito e o objeto transportado. Ao olhar a dimensão espacial identifica-se a área de influência. Na dimensão temporal tem-se a hora de pico do empreendimento e os tempos de permanência dos seus clientes.

Ainda podem ser classificados como PGVs os centros de compras, shoppings center, hospitais, universidades, edifícios comerciais, residenciais, indústrias, dentre outros. Logo, para entender o PGV é importante conhecer a geração e padrões de viagens, que expressam a magnitude da demanda de viagens e, seus resultados indicam as necessidades de espaço viário e de serviços de transporte (ANTONIO, 2009). Salientando que a geração de viagens abrange as viagens produzidas como também as viagens atraídas (KNEIB, 2004). Ao definir os padrões de viagens, é possível ainda definir a área de influência do PGV, e a identificação da escolha do modo de transporte é uma importante ferramenta para determinar seus padrões de mobilidade e acessibilidade. Essa área de influência está diretamente relacionada ao impacto nas vias de acesso que serão mais usadas pela demanda atraída (ARY, 2002; ANDRADE, 2005; ANTONIO, 2009).

Para melhor visualização da área de influência e acessibilidade de um empreendimento, é comum o emprego de isolinhas, baseadas em tempos iguais (denominadas de isócronas) e em função de distâncias iguais (chamadas de isócotas). Os critérios para delimitação dessas categorias variam entre autores. A mais comum determina uma área de abrangência dentro dos limites de uma isócrona de 30 minutos. Por terem padrões de mobilidade semelhantes

em vários aspectos, a próxima seção abordará a literatura sobre mobilidade a shopping centers e shoppings atacadistas, que é o foco desse artigo.

### 3 | SHOPPING CENTER E SHOPPING ATACADISTA

Segundo o *Institute of Transportation Engineers* – ITE (1998 apud Ary, 2002) shopping center é um conjunto de estabelecimentos comerciais planejado, desenvolvido, gerenciado e pertencendo a uma unidade operacional. Deve oferecer facilidades de estacionamento, suprimindo a própria demanda e é composto por área de mercado, localização e tipo de loja de acordo com a sua região de entorno.

No Brasil, a Abrasce (2018) considera empreendimentos como shopping center os que possuem Área Bruta Locável (ABL), superior a 5 mil m<sup>2</sup>, formados por diversas unidades comerciais, com administração única e centralizada, que pratica aluguel fixo e percentual. Dispondo em sua maioria de lojas âncoras e vagas de estacionamento compatível com a legislação da região onde está instalado. A Alshop (2016) apresenta em sua pesquisa do mesmo ano, que no Brasil existem 761 empreendimentos em operação, sendo que 572 deles são shopping centers tradicionais, 87 shoppings rotativos, 83 temáticos e 49 shoppings de atacado.

Já Associação Brasileira de Lojistas de Shopping Centers (ALSHOP, 2002 apud ARY, 2002) classifica esses empreendimentos quanto às características de suas lojas, de forma parecida a Abrasce, sem mencionar a ABL, tendo as seguintes categorias: shopping tradicional, shopping outlet, shopping temático, shopping rotativo e por fim shopping de atacado, que é um empreendimento onde as lojas realizam vendas exclusivamente no atacado e geralmente atuam nos ramos de confecção, acessórios e calçados. Assim, analisando as classificações apresentadas, esse trabalho tem como foco de estudo o shopping de atacado.

Asalin (2008) afirma que shoppings centers são como produto do capital e produtores de centralidades. O autor ainda explica que shoppings atacadistas tem como determinante a convergência de fluxo de materiais e imateriais, e a centralidade pode não ser localizada no centro da cidade. Assim, a capacidade de atração de um empreendimento, pode ser associada a vários fatores como, a renda da população, seu tamanho, a acessibilidade e mobilidade urbana existente (MELLO e MELLO, 2013). Os autores complementam que o deslocamento de um indivíduo para compras é influenciado quando uma determinada área supre todas as necessidades humanas, e caso algo não seja encontrado esse deslocamento para compras pode aumentar consideravelmente, com o uso de recursos de mobilidade e acessibilidade. Demonstrando, desse modo, a importância de estudar a mobilidades desse tipo de empreendimento.

Logo, na literatura nacional é possível encontrar alguns estudos sobre a mobilidade dos shopping centers em várias cidades. Por exemplo, Rocha (2007) descreve que na cidade de Salvador os shopping centers são os principais geradores de viagens de automóveis particulares. Do mesmo modo, em Uberlândia, De Andrade (2005) relata que a maioria das

viagens geradas por shoppings centers são por automóvel, confirmando a área de influência primária do empreendimento. A autora também avalia a geração de viagens por diferentes modos de transporte. Para entender as viagens geradas de um shopping center da região periférica em Porto Alegre, Manica (2013) identificou alto índice de viagens primárias geradas.

Asalin (2008) fala sobre a centralidade urbana gerada pelos shoppings atacadistas em Maringá – PR, ressaltando a diferença da dinâmica espacial desses empreendimentos em comparação aos shoppings varejistas, por possuírem fluxos de pessoas, capitais e mercadorias em nível regional e nacional. O autor observa também que esses shoppings atacadistas são alocados próximos a vias expressas e possuem grandes áreas de estacionamento e infraestruturas singulares, como a oferta de dormitórios em hotéis anexos. Outra característica evidenciada por Asalin (2008) é a presença dos shoppings atacadistas na zona industrial de Maringá.

#### **4 | O AGRESTE DE PERNAMBUCO E O MODA CENTER SANTA CRUZ**

O Agreste Pernambucano situado em uma região de transição entre a Mata úmida e o Sertão semiárido, representa 24,7% do território do Estado e tem 71 municípios com aproximadamente 1.800.000 habitantes, correspondendo a 25% da população pernambucana. Quanto ao emprego, apenas 10% da população da região trabalha formalmente. Em contraste, trata-se de uma região com altas taxas de crescimento econômico. Em termos de Produto Interno Bruto (PIB), Pernambuco e o Agreste vêm crescendo mais que o Brasil. A variação do PIB trimestral a preços de mercado (1º trimestre de 2011) em comparação com o mesmo período de 2010 mostra que Pernambuco cresceu 7,6%, enquanto o Brasil cresceu 4,2% (CONDEPE-FIDEM, 2017). No caso do Agreste, seu PIB per capita cresceu mais de 50% entre 2010 e 2014, passando de R\$ 8.305,00 para R\$ 12.718,00.

Santa Cruz do Capibaribe é considerada o maior polo de confecções do Norte e Nordeste. Localizada mais ao norte do Agreste de Pernambuco, dista 180 km de Recife. Abrange uma área de 335,3 km<sup>2</sup> com uma população estimada pelo IBGE (2010) de 87.582 habitantes. A cidade abriga cerca de 7.200 indústrias de confecções (SEBRAE, 2012). Destaca-se que, de 2000 a 2010, a população de Santa Cruz do Capibaribe teve um incremento de 48%, muito acima do crescimento do estado de Pernambuco que foi da ordem de 11%. De 2000 a 2009, o PIB da cidade cresceu 64% (enquanto Pernambuco cresceu 44%). Esse valor também supera amplamente os registrados na região Nordeste e no Brasil (IBGE, 2010). Silva (2013) aponta que, o surgimento do comércio e indústria de confecções é um fenômeno significativo em Santa Cruz do Capibaribe, ao considerar que ocorreu de forma espontânea e autônoma, isento de incentivos governamentais.

Em nível regional, o Moda Center Santa Cruz demonstra uma alta demanda de pessoas e mercadorias, se apresentando como uma das principais atividades econômicas em Santa Cruz do Capibaribe. A importância desse empreendimento se dá por sua representatividade,

não apenas para o estado de Pernambuco, mas também para as regiões Norte e Nordeste (SILVA, 2013; SILVA *et al.*, 2017). Uma parte considerável do seu público é proveniente das regiões Norte e Nordeste do Brasil.

Em termos de transporte, em Santa Cruz do Capibaribe o uso do transporte por vans e mototáxis (conhecido por transporte alternativo) é comum desde a década de 1990. Em 2006 o município instituiu a Lei Municipal nº. 1.610/2006 regulamentando o serviço de transporte público. Porém, a cidade até hoje ainda não oferece nenhuma linha de ônibus. Outra peculiaridade é que o transporte alternativo por vans na cidade e mesmo nas cidades do seu entorno ora atua como transporte regular e ora atua como transporte por fretamento.

Já o Moda Center Santa Cruz, localizado na Rodovia PE-160, periferia da cidade, reúne mais de 10 mil pontos comerciais, distribuídos em seis módulos que abrigam mais de 9.500 boxes e mais de 800 lojas. Nos períodos de maior movimento, o local chega a receber entre 80 a 150 mil clientes por semana. Já em períodos normais, a média de público é de 22 mil por semana.

Diferente de outros centros de compras, o empreendimento não é aberto ao público todos os dias da semana. As feiras no Moda Center acontecem normalmente às segundas e terças, e a maioria das lojas só ficam abertas até a quarta-feira. No período de alta temporada as feiras também acontecem aos domingos. O Moda Center está instalado numa área total de 320 mil m<sup>2</sup> com uma área coberta de 120 mil m<sup>2</sup>, disponibiliza seis praças de alimentação com restaurantes e lanchonetes, estacionamento gratuito para mais de seis mil veículos e quinhentas vagas para ônibus e vans, e rede de hotéis e dormitórios.

De acordo com os dados cedidos pelo Moda Center Santa Cruz, atualmente o centro de compras permite que serviços de transportes sejam ofertados dentro do empreendimento, sob cadastramento. Assim, atuam 120 veículos tipo Toyota Bandeirante (veículo pequeno adaptado para transporte de pessoas ainda muito utilizado no interior do Nordeste), com seus principais pontos de origem nas cidades de Santa Cruz do Capibaribe, Brejo da Madre de Deus (distante 59,3 km do empreendimento), Jataúba (55,3 km), Caruaru (60 km) e Surubim (61,5 km), todas no estado de Pernambuco. Há ainda cerca de 60 táxis distribuídos na área interna e aproximadamente 700 mototáxis registrados, com origem principalmente em São Domingos, distrito do município de Brejo da Madre de Deus, e em Santa Cruz do Capibaribe. Contudo, o próprio estabelecimento informa que o cadastro dos táxis e mototáxis não estão atualizados.

Esse padrão de mobilidade e essas distâncias percorridas por usuários de Pernambuco e de outros estados, faz com que a operação diária do Moda Center seja bastante complicada, gerando um grande contingente de veículos e pessoas na cidade e trazendo externalidades negativas para a população. Dentre essas externalidades podem-se destacar o aumento da poluição sonora e ambiental, o aumento do número dos acidentes, aumento dos congestionamentos, mesmo se tratando de uma cidade de pequeno porte. Assim, para melhor identificar a mobilidade e caracterizar o empreendimento quanto aos usuários, suas origens e os modos de transportes por eles usados, foi realizada uma pesquisa que será melhor detalhada na próxima sessão.



## 5 | PESQUISAS REALIZADAS

Para melhor definir a mobilidade desse PGV inicialmente foi feito um levantamento de dados junto a diretoria do empreendimento tais como, origem/destino dos compradores, demanda por semana e temporada, número de vagas de estacionamento, qual tipo de transporte eles utilizam (carro, van, Toyota, ônibus, micro-ônibus), número de motoristas/motoqueiros cadastrados para atuar dentro do estabelecimento, entre outros dados de mobilidade. Em seguida foi efetuada uma pesquisa de origem e destino (O/D) no estacionamento do estabelecimento. Em um primeiro momento, foram abordadas 100 pessoas para uma pesquisa-teste de validação do questionário. De posse desse primeiro conjunto de respostas e percebida a necessidade de incluir novas perguntas para saber mais sobre a mobilidade e a acessibilidade dos usuários, um novo questionário foi elaborado. Assim, a estrutura inicial do questionário foi desenvolvida em tópicos, conforme a seguir discriminado:

- Identificação do entrevistado: sexo; idade; e tipo de usuário;
- Renda familiar;
- Características de viagem: origem; horário de partida e chegada ao Moda Center Santa Cruz; tipo de veículo utilizado; e se passou ou iria passar em outro centro de compras de cidades vizinhas.

Na pesquisa-teste ficou percebida a dificuldade de as pessoas declararem a renda familiar. Esse fato ocorreu muito provavelmente porque essa região tem sofrido com constantes assaltos aos veículos que transportam os clientes dos centros atacadistas do interior do Nordeste. Esses usuários na maioria das vezes são pequenos comerciantes e sacoleiros que compram mercadorias no Moda Center para revender em suas cidades e andam com dinheiro vivo e em boa quantidade. Com os assaltos, há uma desconfiança generalizada por parte desses usuários e, portanto, a pergunta sobre renda foi retirada da pesquisa.

O levantamento dessas informações contribuiu para identificar os usuários do empreendimento, sua faixa etária, os tipos de transportes utilizados, origens das viagens, horários de chegada e saída, número de pessoas por veículo e o uso do estacionamento (tempo de ocupação da vaga). Isso permitiu caracterizar o PGV e a sua mobilidade, observando a amplitude de seus impactos (especificamente, nesse caso, entender o comportamento das demandas de viagens e a área influência na acessibilidade). Também permitiu entender suas peculiaridades como um centro de compras atacadista regional.

Assim os questionários foram aplicados ao longo do dia no centro de compras, nas feiras do mês de junho de 2018. Para melhor distribuir a amostra eram escolhidos aleatoriamente os indivíduos independentemente do modo de transporte utilizado, evitando perguntar a grupos provenientes de um mesmo ônibus ou van. Na seção a seguir são descritos os dados obtidos com o Moda Center Santa Cruz e discutidos os resultados e análises da pesquisa

realizada.

## 6 | RESULTADOS E ANÁLISES

Como já dito na seção 5 o Moda Center forneceu informações sobre a origem e o tipo de transporte utilizados por seus clientes. Segundo o estabelecimento, a Bahia é o estado que mais traz ônibus ao empreendimento. No 1º semestre de 2016, a Bahia foi responsável por 72% dos ônibus, no 2º semestre foram 32,96% e no 1º semestre de 2017 o número de 32,96% se repetiu. Ainda em termos de ônibus, no 1º semestre de 2016 Pernambuco foi responsável por 21% desses veículos e o Maranhão por 10,92%. Já no 2º semestre, foram 15,99% originados em Pernambuco e 9,45% no Piauí. Já em 2017, 10,51% dos ônibus vieram do Piauí e 8,96% de Pernambuco. Em menor quantidade o público dos estados do Pará, Ceará, Rio Grande do Norte, Alagoas e Sergipe, também visitam o Moda Center.

Sobre esses dados é importante ressaltar que o Moda Center Santa Cruz faz pesquisas e tira essas médias através de contagens volumétricas apenas dos veículos de grande porte (ônibus e vans – são contados aproximadamente 100 ônibus e 150 vans por feira). Porém, eles não contabilizam os ônibus que entram para deixar clientes e saem, os que estacionam do lado de fora, bem como os veículos menores. No caso das vans, o Moda Center informou que Paraíba e Pernambuco são os estados que mais frequentam o estabelecimento sem, contudo, informar os percentuais. Assim, para traçar um perfil mais preciso dos usuários foi necessário aplicar uma pesquisa O/D.

A pesquisa (O/D) realizada no Moda Center teve 400 entrevistados, sendo 249 mulheres e 151 homens, com média de idade entre 31,0 e 49,7 anos (Tabela 1).

Usuários	Compra-dores	Guias e motoristas	Condôminos	Funcionários	Serviços	Outro	Total
Total	201	33	113	38	8	7	400
Mulheres	151	7	56	28	4	3	249
Homens	50	26	57	10	4	4	151
Idade média	35,5	40,3	40,0	31,0	38,0	36,5	37,3

Tabela 1: Características dos usuários entrevistados no Moda Center Santa Cruz

Do total de entrevistados, 39% usaram o automóvel para chegar ao Moda Center, 10% vieram de moto e 23% de ônibus fretado. Os que usaram vans somam 10%, o táxi informal somou 5%, o táxi comum 2%, as Toyotas foram 7%, os ônibus interurbanos tiveram apenas 2 usuários (comprovando a dificuldade de acessar o local por meio do transporte público regular) e 4% das pessoas declararam ir de mototáxi (Tabela 2). Entre os compradores, guias e motoristas, 44,4% afirmaram ter passado no Parque das Feiras em Toritama-PE, 9,4% em Fortaleza-CE e 1,7% em outros centros de compras antes de ir ao Moda Center Santa Cruz. Todos os compradores entrevistados afirmaram que retornariam a suas cidades

de origem quando saíssem do Moda Center. A Tabela 2 ainda mostra que 58,71% dos compradores chegaram ao Moda Center usando transporte fretado, seja ônibus, van ou táxi informal. Ressalta-se ainda que mesmo com 36,82% dos compradores usando o automóvel, percebe-se uma quantidade expressiva que optaram pelo transporte fretado. Isso demonstra a importância do transporte por fretamento para a operação do empreendimento. Já em relação aos condôminos, 54% utilizam automóvel, 27% usam a moto, os mototáxis têm 7%, os táxis 4% e as Toyotas 9%. Se comparar essa característica de mobilidade com a literatura nacional (ARY, 2002; ROCHA, 2007; DE ANDRADE, 2005) percebe-se que a mobilidade desse centro de compras atacadista é diferente dos shopping centers, tendo o transporte por automóvel sendo secundário.

Modo utilizado	Automóvel	Moto	Moto-táxi	Táxi	Toyota Fretado	Ônibus Fretado	Vans Fretadas	Táxi Informal	Ônibus
Total (%)	39%	10%	4%	2%	7%	23%	10%	5%	1%
Compradores	36,82%	-	0,5%	-	2,99%	35,82%	15,42%	7,46%	1%
Condôminos	54%	27%	7%	4%	9%	-	-	-	-

Tabela 2: Modos de transportes identificados na pesquisa (O/D)

Quanto às origens dos compradores, guias e motoristas, os dados identificados na pesquisa (O/D) estão mostrados na Tabela 3. A maioria tem origem no estado da Paraíba, com 28,6% do total de compradores, guias e motoristas. Em seguida vem Pernambuco, com 22,2%, Bahia 17,5%, Maranhão 8,5%, Alagoas 5,98% e Rio Grande do Norte, Sergipe e Pará, com respectivamente 5,1%, 4,7% e 3,8%. Com menor representatividade, têm-se compradores, guias e motoristas do Amazonas, Piauí, Espírito Santo, São Paulo e Ceará. Os resultados mostram o caráter regional do PGV, assim como no estudo de Asalin (2008), que mostra a centralidade e o caráter regional do centro de compras atacadista. Já em termos de tempos de permanência na vaga de estacionamento, a pesquisa mostra que os clientes ficam em média 11 horas e 40 minutos.

Origem	Compradores, Guias e Motoristas	Porcentagem	Origem	Condôminos, Funcionários e Servidores	Porcentagem
Amazonas	1	0,43%	Caruaru	21	13%
Pará	9	3,8%	Toritama	8	5%
Maranhão	20	8,5%	Taquaritinga do Norte	7	4,4%
Piauí	3	1,3%	Brejo da Madre de Deus	11	6,9%
Rio Grande do Norte	12	5,1%	Surubim	9	5,7%
Paraíba	67	28,6%	Jataúba	2	1,26%
Pernambuco	52	22,2%	Santa Cruz do Capibaribe	90	57%
Alagoas	14	5,98%	Outras	7	4,4%

Sergipe	11	4,7%	Barra de São Miguel - PB	1	0,63%
Bahia	41	17,5%	Boqueirão - PB	1	0,63%
Espirito Santo	2	0,85%	Campina Grande - PB	1	0,63%
Outros	2	0,85%	Camalaú - PB	1	0,63%
Tempo médio de viagem de acesso ao Moda Center		9h 26min	Tempo médio de viagem de acesso ao Moda Center		38min
Tempo médio de estacionamento		11h 40min	Tempo médio de estacionamento		17h 42min

Tabela 3: Resumo da pesquisa (O/D) e das características de viagens

A Tabela 3 também mostra as viagens referentes aos condôminos ao empreendimento (incluindo funcionários e prestadores de serviços). Os que declararam vir de Santa Cruz do Capibaribe representam 57% dos condôminos, com sua origem em vários bairros da cidade. Entre os que vêm de outras cidades, 13% afirmaram vir de Caruaru, 5% de Toritama, 6,9% de Brejo da Madre de Deus, 4,4% de Taquaritinga do Norte, 5,7% de Surubim, 1,26% de Jataúba, e Vertentes, Cupira, Cumarú, Riacho das Almas, Gravatá e Recife (todas em Pernambuco) tiveram apenas 1% cada. O tempo médio de permanência deste grupo no estacionamento foi de 17 horas e 42 minutos. Todos os condôminos entrevistados na pesquisa declararam voltar para sua cidade de origem sem nenhuma parada. Observando a origem dos condôminos de treze cidades incluindo Santa Cruz do Capibaribe, fenômeno não relatado na literatura.

O traçado de isócronas permite uma melhor visualização da área de influência e da acessibilidade ao empreendimento. Observando os compradores, guias e motoristas do empreendimento, vê-se que 69% das viagens estão dentro da isócrona de 8 horas (Figura 1b) e 31% acima dela, com a média de tempo de viagem de 9 horas e 26 minutos, observando que esse valor é alto devido as viagens acima de 30 horas. O maior tempo de viagem observado na pesquisa foi de 37 horas (viagem originada no Pará). Observa-se que o tempo médio das viagens por ônibus fretado é de 17 horas e 32 minutos, e por vans é de 4 horas e 21 minutos. Como era de se esperar, viagens provenientes do Amazonas, Piauí e do Maranhão também têm elevados tempos de viagem. Entre os condôminos, funcionários e prestadores de serviço, a maioria das viagens está dentro da isócrona de 30 minutos (Figura 1a), correspondendo a 65%. Com essa análise é possível identificar com a área de influência o caráter regional desse PGV, visto que a isócronas dos visitantes ultrapassam os 30 minutos, valor comum na literatura de PGV. Logo a área de influência resultante do PGV estudado mostra em comportamento muito diferente da área de influência de PGVs.

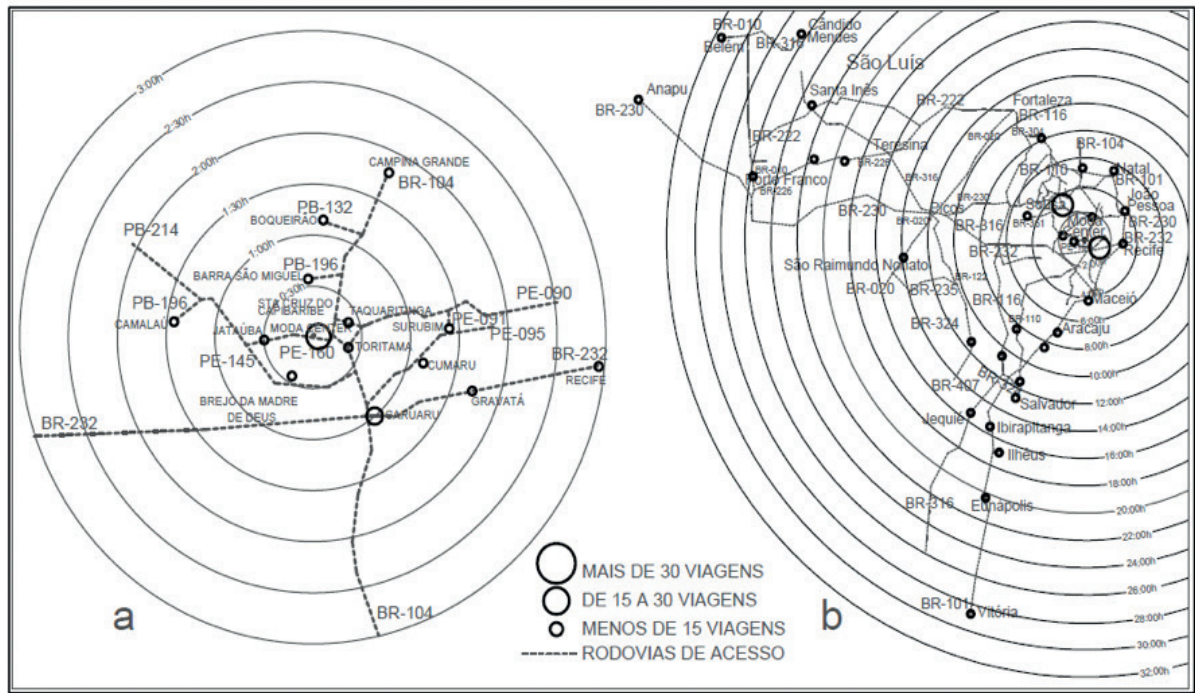


Figura 1. Isócronas em relação ao Moda Center.

## 7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados e análises da pesquisa comprovam que o Moda Center Santa Cruz é um centro atacadista que tem influência regional. Também ficou comprovado que outros centros de compras da região são visitados por seus usuários. Outro ponto que merece destaque é que mesmo com a grande presença do uso do automóvel em alguns dos grupos de usuários pesquisados, o transporte fretado está fortemente presente nas viagens, notadamente aquelas com maior tempo de duração. O que comprova a premissa colocada de que o transporte fretado possui importância para a consolidação de um empreendimento com esse perfil. E essa característica de mobilidade raramente é observada em outros estudos nacionais para transporte a centros de compras.

Assim, como dito por Vasconcellos (2012), os benefícios do serviço de transporte fretado são expressivos (menor consumo de espaço, menor demanda por estacionamento, menores emissões de poluentes e redução dos congestionamentos). Por essas razões elencadas e por razões de ordem econômica o transporte fretado se mostra uma boa opção de mobilidade para as pessoas que se destinam a esse tipo de PGV. Logo, é fundamental buscar formas de aumentar a fiscalização e melhorar o planejamento de ações públicas para qualificar esse transporte e, assim, evitar as externalidades negativas advindas da frequente utilização de veículos velhos e sem manutenção, que comumente são usados para esse tipo de serviço. E isso deve ser elemento-chave no planejamento de políticas públicas locais, da mobilidade e do uso do solo urbano. Coloca-se ainda que nada leva a crer que essa mesma situação (centros de compras com área de influência regional fortemente atendidos por veículos de transporte por fretamento) encontrada no Moda Center e no município de Santa

Cruz do Capibaribe seja diferente em outros centros atacadistas brasileiros, notadamente os do interior do Nordeste.

O caso apresentado neste trabalho representa um ponto de partida para discussões sobre o comportamento das viagens em PGVs em nível regional. Apresentou ainda parâmetros de comportamento das viagens que podem ser utilizados em projetos futuros de avaliação de impactos desses empreendimentos no sistema viário local e regional. Com isso, espera-se auxiliar nos estudos de planejamento de transportes, contribuindo para uma previsão mais adequada de influência desse tipo de PGVs, contribuindo para a otimização dos espaços urbanos e para uma melhor mobilidade para a população.

Recomenda-se para trabalhos futuros a realização de pesquisas semelhantes em outros centros de compras atacadistas da região e também de outros locais do Brasil para confirmar se essa característica se repete, visando a melhoria do planejamento de políticas públicas, de mobilidade e de uso do solo direcionado para esse tipo de empreendimento.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à direção do Moda Center Santa Cruz por gentilmente fornecer os dados de mobilidade do estabelecimento e por permitir a realização da pesquisa de campo. E à CAPES pelo apoio concedido e sem o qual essa pesquisa não seria possível.

## REFERÊNCIAS

- ABRASCE (2018) **Números do setor**. Associação Brasileira de Shopping Centers. Disponível em: <[www.abrasce.com.br/monitoramento/definicoes-e-convencoes](http://www.abrasce.com.br/monitoramento/definicoes-e-convencoes)>. Acesso em: 25 de maio de 2018.
- ALSHOP (2016) **Panorama do setor varejista de shoppings**. Associação Brasileira de Lojistas de Shopping Centers. Disponível em: <[www.alshop.com.br](http://www.alshop.com.br)>. Acesso em: 26 de maio de 2018.
- ANDRADE, E. P. (2005) **Análise de métodos de estimativa de produção de viagens em Polos Geradores de Tráfego**. Dissertação de Mestrado do Programa de Engenharia de Transportes da COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- ANTONIO, R. C. B. (2009) **Análise dos padrões de viagens e de parâmetros para o dimensionamento de estacionamentos de Centros de Eventos: Estudo de Caso no Parque Vila Germânica de Blumenau/SC**, Florianópolis: s.n.
- ARY, M. B. (2002) **Análise de demanda de viagens atraídas por shopping centers em Fortaleza**. Tese de M.Sc., Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil.
- ASALIN, G. A. (2014) **A dinâmica de uma centralidade: os shopping centers atacadistas de confecções de Maringá-PR**. Geoiingá: Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia, v. 6, n. 1, p. 3-22.
- ASALIN, Gilmar Aparecido. **Os shopping centers atacadistas de Maringá: a lógica de uma centralidade criada pela indústria e comércio de confecções**. 2008. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR.
- BARBOSA, A. E. F., SILHER, R. B. e RAMALHO, F. d. C. (2011) **A Integração do Serviço de Transporte**

**Fretado no Sistema Público Aliado da Mobilidade Urbana.** XVIII Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito p. 1099-1102.

CONDEPE-FIDEM (2017) **PIB municipal de Pernambuco**, Recife - PE: s.n.

DE ANDRADE, C. P. S. (2005) **Shopping center e seus impactos na circulação urbana. Estudo de caso: Center Shopping em Uberlândia, MG.** Dissertação de mestrado.

GOLDNER L. G. et al (2010) **Os hotéis como polos geradores de viagens.** Transportes, março, v. 18, p. 96-104.

GOLDNER, L. G. (1994) **Uma metodologia de avaliação de impactos de shopping centers sobre o sistema viário urbano.** Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

IBGE (2010) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. [Online] Available at: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/>> Acesso em: 23 Junho 2017.

KNEIB, É. C. (2004) **Caracterização de Empreendimentos Geradores de Viagens: Contribuição Conceitual à Análise de seus Impactos no Uso, Ocupação e Valorização do Solo Urbano.** Brasília DF.

KNEIB, E. C., LEMOS, D., ANDRADE, E. P. e PALHARES, M. (2010) **Polos Geradores de Viagens Orientados à Qualidade de Vida e Ambiental - Caracterização dos Polos Geradores de Viagens.**

MANICA, F. (2013) **Polos Geradores de Viagens: Caracterização do Percentual de Viagens por um Empreendimento Comercial na Cidade de Porto Alegre**, Porto Alegre, RS.

MODA CENTER SANTA CRUZ (2017) [Online] Available at: <<http://modacentersantacruz.com.br>>

MEIRA, L. H., ANDRADE, M. O. d., MAIA, M. L. A. e Brasileiro, A. (2015) **O transporte e a consolidação de um campus regional no interior do Nordeste.** Transportes, v.23, p. 5-13.

MELLO, J. A. V. B., e MELLO, A. J. R. (2013) **Fundamentos de Localização sob a Perspectiva do Consumo nas Cidades.** CEFET-PET-Universidade Federal do Rio de Janeiro.

NUNES, J. L., (2005) **Estudo da demanda por estacionamento em Instituições de Ensino Superior**, Brasília, DF.

OLIVEIRA, A. M. e SILVA A. N. R. (2015) **Construção e Validação de um Índice para o Planejamento da Mobilidade com Foco em Polos Geradores de Viagens.** Anais XXIX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET, Ouro Preto, MG.

PORTUGAL, L. S. e GOLDNER, L. G. **Estudo de pólos geradores de tráfego e de seus impactos nos sistemas viários e de transportes.** São Paulo: Editora Edgard Blücher LTDA, 2003.

REDPGV (2010) **Cadernos Caracterização dos Polos Geradores de Viagens**, s.l.: Rede Ibero-Americana de Estudos em Polos Geradores de Viagens.

ROCHA, D. C. T. (2007) **Gerenciamento da Mobilidade em Empreendimentos Polos Geradores de Viagens: Shopping Center em Salvador**, Salvador, BA.

SEBRAE (2013) **Estudo Econômico do Arranjo Produtivo Local de Confecções do Agreste Pernambucano**, 2012, Recife, PE: s.n.

SILVA, R. A. D. (2013) **Processo de internacionalização e sistemas adaptativos complexos: uma análise de empresas do polo de confecções de Santa Cruz do Capibaribe.** Dissertação de mestrado. UFPE, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Programa de Pós-graduação em Administração.

SILVA, R. A., SALAZAR, V. S. e DE MORAES, W. F. A. (2017) **Processo de internacionalização e sistemas adaptativos complexos**. Internext, v. 12, n. 3, p. 61-76.

SKOROBOGATOVA, O.; e KUZMINA-MERLINO, I. (2017) **Transport Infrastructure Development Performance**.

SOUZA, S. C. F. D. (2007) **Modelos para Estimativa de Viagens por Instituições de Ensino Superior**, Brasília, DF.

VASCONCELLOS, E. A. (2009) **Transporte urbano nos países em desenvolvimento: reflexões e propostas**. 4ª ed. São Paulo (São Paulo): Annablume.

VASCONCELLOS, E. A. (2012) **Os serviços de transporte de passageiros por fretamento**. Série Cadernos Técnicos. Em: Transporte por fretamento. São Paulo (São Paulo): ANTP, p. 26-45.



## ANÁLISE DAS MEDIDAS DE RESTRIÇÃO VEICULAR EM CENTROS URBANOS DE CIDADES DE PEQUENO PORTE

*Data de aceite: 07/07/2020*

*Data de submissão: 01/04/2020*

### **Dannúbia Ribeiro Pires**

Universidade Federal de Pernambuco/  
Universidade Federal do Vale do São Francisco  
Recife – PE/ Juazeiro – BA  
<http://lattes.cnpq.br/5993670594010554>

### **Leonardo Herszon Meira**

Universidade Federal de Pernambuco  
Recife – PE  
<http://lattes.cnpq.br/9191737269930161>

### **Maria Victória Leal de Almeida Nascimento**

Universidade Federal de Pernambuco/ Centro  
Universitário UniFavipWyden  
Recife – PE/ Caruaru – PE  
<http://lattes.cnpq.br/2104309750203808>

### **Michael Vanderlei da Silva**

Centro Universitário UniFavipWyden  
Caruaru – PE  
<http://lattes.cnpq.br/9631820561785195>

**RESUMO:** Devido ao aumento significativo da frota de veículos nos últimos anos no Brasil, as cidades de pequeno porte têm experimentado um grande aumento do número de veículos, principalmente nos seus centros urbanos, onde são concentradas as principais atividades de um município. Esse aumento de veículos gera problemas relacionados ao planejamento

inadequado do espaço urbano, como congestionamentos e falta de estacionamento para atender esta demanda, além de contribuir para a insatisfação da população. Diante disso, o objetivo deste trabalho é analisar a aceitabilidade das medidas de restrição à circulação e de restrição ao estacionamento dos veículos, através de entrevistas com a população, visando melhorar a mobilidade nos centros urbanos das cidades brasileiras de pequeno porte. Após a análise, foi possível verificar que a maioria dos entrevistados consideram as medidas de restrição fiscal e de regulamentação, ao estacionamento e à circulação, respectivamente, como mais importantes a serem adotadas nos centros das cidades.

**PALAVRAS-CHAVE:** Restrição veicular. Centros urbanos. Cidades de pequeno porte.

### ANALYSIS OF VEHICLE RESTRICTION MEASURES IN URBAN CENTERS IN SMALL CITIES

**ABSTRACT:** Due to the significant increase in the vehicles fleet in recent years in Brazil, small cities have experienced a large increase in the number of vehicles, mainly in their urban centers, where the main activities of a municipality are concentrated. This increase of vehicles generates problems related to the inadequate

planning of urban space, such as congestion and lack of parking to meet this demand, besides contributing to the population's dissatisfaction. Therefore, the objective of this study is to analyze the acceptability of traffic restriction measures and parking restrictions, through interviews with the population, aiming to improve mobility in urban centers of small Brazilian cities. After analyzing, it was possible to verify that the majority of the interviewees considered the measures of fiscal restraint and regulation, parking and circulation, respectively, as the most important to be adopted in the city centers.

**KEYWORDS:** Vehicle restriction. Urban centers. Small towns.

## 1 | INTRODUÇÃO

O aumento nos índices de motorização está diretamente relacionado ao crescimento socioeconômico de um país (FERRAZ e TORRES, 2004). Os autores completam que em países em desenvolvimento socioeconômico, como o Brasil, é inevitável o aumento do número de veículos por habitante, pois a posse do veículo representa uma comodidade na qual poucas pessoas renunciam. Pires, Meira e Nascimento (2017) destacam que o crescimento da frota veicular pode ser colocado como um dos fatores que contribuem para a falta de planejamento urbano, tornando-se uma barreira para a efetiva implantação de políticas públicas de mobilidade nas cidades brasileiras.

É nos centros urbanos das cidades que se concentram as principais atividades do cotidiano da população como trabalhar, morar, fazer compras, lazer, entre outras. Portanto, pode-se afirmar que estes centros urbanos são responsáveis por significativos volumes de viagens produzidos e atraídos regularmente. Isso ocorre principalmente se a cidade possuir atrativos turísticos localizados no seu centro urbano, devido a características peculiares da mesma, como feiras gastronômicas, mercados culturais, festas comemorativas em períodos específicos, entre outros, que contribuem ainda mais para o aumento destas viagens.

Essas viagens são realizadas tanto pela própria população da cidade, que residem em bairros periféricos ou na zona rural e precisam se deslocar até o centro da cidade para desenvolver suas atividades diárias, como pela população visitante, que frequentemente contribui para o aumento destas viagens. Conseqüentemente, o aumento das viagens gera um aumento no número de veículos nos centros urbanos das cidades, o que gera alguns impactos negativos, como por exemplo, congestionamentos, acidentes de trânsito, poluição sonora e do ar e diminuição da qualidade de vida da população (SILVA et al., 2018; CRUZ, 2006; LANDMANN, 1994).

Devido ao aumento do número de veículos em circulação nos centros das cidades, estes problemas relacionados ao planejamento inadequado da mobilidade urbana se agravam ainda mais, comprometendo assim a circulação viária e a adequada utilização do espaço urbano.

Este estudo em especial, por se tratar de uma continuidade da discussão iniciada por Pires, Meira e Nascimento (2017), é voltado para as cidades brasileiras de pequeno porte, entendidas como locais com população de menos de 100 mil habitantes, de acordo

com a classificação do IBGE (2018). Vale ressaltar que estes problemas são cada vez mais recorrentes nestas cidades, principalmente as que detêm de atrativos turísticos, que correspondem a característica de centenas de cidades de pequeno porte do interior do nordeste brasileiro.

Em função do exposto, o objetivo deste trabalho é analisar, através de uma pesquisa com a população, a aceitabilidade das medidas de restrição veicular necessárias a serem implementadas nos centros urbanos das cidades brasileiras de pequeno porte, visando o gerenciamento da demanda de tráfego e o melhoramento da mobilidade urbana nestas cidades.

Para isso, a metodologia proposta foi a realização de entrevistas com a população do centro urbano da cidade de Gravatá, localizada no estado de Pernambuco, que detém todas as características relevantes para a elaboração da pesquisa. Além do centro urbano da cidade funcionar como um PGV, possui muitos atrativos turísticos que contribuem ainda mais para a geração de viagens, e conseqüentemente, para o aumento do número de veículos circulantes.

Para atingir o objetivo proposto esse trabalho está estruturado em cinco seções. Após esta seção introdutória, a seção 2 aborda os conceitos e tipos de medidas de restrição veicular, identificadas como relevantes para implantação em cidades de pequeno porte. A seguir, a seção 3 traz a descrição da metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho. A seção 4 mostra os resultados obtidos após a aplicação dos questionários junto à população, incluindo as discussões acerca dos mesmos. Por fim, a seção 5 tece as considerações finais e traz recomendações para trabalhos futuros.

## 2 | MEDIDAS DE RESTRIÇÃO VEICULAR

O uso indiscriminado e intenso do automóvel é um dos fatores que mais contribui para o agravamento das condições de circulação urbana. A fim de minorar estes problemas, é preciso que se busquem maneiras de gerenciar o transporte nas cidades de modo que o automóvel deixe de ser o modo dominante e passe a ser utilizado de maneira mais racional, para aquelas viagens em que ele é realmente mais necessário (VIOLATO e SANCHES, 2001).

Litman *et al.* (2009) define a gestão da demanda de transporte como um conjunto de estratégias que visam maximizar a eficiência, alcance e variedade de modos de transporte, desencorajando viagens por automóvel. Portanto, são medidas que visam modificar o comportamento de viagem das pessoas, encorajando assim a utilização eficiente dos recursos de transporte (NETO *et al.*, 2012).

De acordo com Cruz (2006), pode-se dividir a gestão da demanda em dois grupos: o primeiro é formado pelas medidas de incentivo a alternativas ao uso do veículo privado e o segundo grupo tem como princípio impor alguma forma de restrição ao uso do veículo privado.

Considerando o segundo grupo para gerenciamento da demanda, para este trabalho, o foco será nas medidas de restrição ao uso de veículos automotores, como medidas de restrição ao estacionamento e medidas de restrição à circulação (abordadas nos itens 2.1 e 2.2 a seguir), ambas apresentando restrições físicas, regulamentares e fiscais.

Medidas de restrição ao trânsito podem ser definidas como aquelas que impõem restrição ao uso dos veículos, visando reduzir os benefícios do uso do automóvel particular, para se obter modificações significativas quanto ao modo, horário, rota ou destino das viagens, resultando na diminuição do número de viagens para a área onde são implementadas (LANDMANN, 1994).

Landmann (1994) lista algumas vantagens na utilização de medidas de restrição ao trânsito, como: aumento da eficiência dos sistemas de transporte, redução da necessidade de novos investimentos em infraestrutura de transportes, melhoria da qualidade ambiental, melhoria da qualidade do uso do solo, aumento de receitas e distribuição dos benefícios vinculados aos investimentos públicos no setor de transporte.

## 2.1 Medidas de restrição ao estacionamento

Sendo estabelecidas condições mais restritivas no tocante à oferta de espaços para estacionar, haverá um desincentivo à utilização do veículo individual. Inversamente, toda facilitação interveniente, como o aumento do número de vagas ofertadas, opera no sentido de fortalecer a opção modal dos cativos do automóvel. Impõe-se constatar que a disponibilidade de estacionamentos e, sobretudo, o seu excesso, está intrinsecamente ligada à intensidade do tráfego automotivo gerado (BRINCO, 2016). Nas cidades europeias, as medidas de restrição ao estacionamento são as medidas mais comuns de restrição aplicada a automóveis (JONES e HERVIK, 1992).

As vagas disponíveis para estacionamento podem estar localizadas na via ou fora dela. As vagas disponíveis na via podem ser liberadas ao uso, sem restrição ou podem estar condicionadas a algum tipo de restrição. De acordo com Landmann (1994), as restrições ao estacionamento podem ser classificadas pelo tipo de penalidade imposta ao usuário, classificada como: eliminação ou restrição da oferta de vagas, denominada restrição física; limitação de horários de estacionamento, limitação de períodos de estacionamento e restrição pelo tipo de veículo ou de usuário, denominada restrição regulamentar; e tarifação pelo uso das vagas, denominada restrição fiscal.

Restrição física trata-se do controle sobre a oferta de vagas, pela remoção dos espaços disponíveis. É a forma mais efetiva de controle, garantindo que a oferta seja reduzida abaixo da demanda, havendo então uma inevitável redução no uso. A restrição é válida com o uso de sinal de regulamentação ou sem a obrigatoriedade de sinalização (via que não tenha largura suficiente para o estacionamento de um veículo concomitante com a circulação de outro veículo) (CRUZ, 2006).

A restrição regulamentar é o controle sobre o uso das vagas, limitando o horário ou a duração dos estacionamentos, podendo também delimitar a localização de espaços

reservados para usuários específicos, como pessoas com necessidades especiais, residentes e veículos de entrega. A Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo (CET-SP) adota os seguintes tipos de regulamentação de estacionamento gratuito na via: restrição por tempo de permanência: permissão de estacionamento com duração máxima determinada; restrição por horário: proibição de estacionamento em horário determinado; e restrição por característica de veículo ou usuário: regulamentação de permissão ou proibição estabelecendo tipo de veículo, ou usuário com permissão de estacionamento.

Cruz (2006) conceitua que a restrição fiscal consiste no controle baseado na cobrança pelo uso da via para estacionamento, que pode ser feita de duas formas: restrição com cobrança por localização, onde o local da vaga determina o preço cobrado; e restrição com cobrança por característica do veículo ou usuário, onde é permitido o estacionamento, mesmo pago, apenas aos que se enquadram na regulamentação.

Brinco (2016) afirma que é somente agindo de modo conjunto sobre essas duas realidades, que se pode pensar em mudar o comportamento dos dependentes do veículo privado. Por um lado, restringindo, onerando ou banindo o estacionamento e, por outro, promovendo as outras formas de se deslocar.

## 2.2 Medidas de restrição à circulação

A restrição referente à circulação consiste em proibir o trânsito ou limitar o acesso de certos veículos a áreas pré-definidas, de forma permanente ou apenas em determinados períodos de tempo. Os alvos dessas restrições geralmente são as vias com altos níveis de congestionamento ou vias com muitos conflitos (CARVALHO et al., 2016).

A restrição à circulação de veículos pode ser implantada por área ou por tempo. A restrição por área consiste em proibir o tráfego de automóveis particulares em áreas de atividade intensa e que apresentam altos níveis de congestionamento (em geral no centro da cidade). Já a restrição por tempo consiste na restrição à circulação de automóveis durante alguns períodos do dia (em geral nos horários de pico) (VIOLATO e SANCHES, 2001).

O exemplo mais conhecido de restrição à circulação é o aplicado em São Paulo. Atualmente em São Paulo existem dois esquemas de gestão de tráfego pioneiros no Brasil – um estadual (1996-98), conhecido como Operação Rodízio, e outro municipal, chamado de Operação Horário de Pico, em vigor desde 1997 (SILVA et al., 2018).

De acordo com Cruz (2006), a restrição física é a limitação do espaço ou tempo disponível para movimento veicular em uma ligação, ou na malha viária. Os principais controles físicos para restringir ou excluir veículos automotores das vias podem ser feitos de dois modos: redução dos volumes veiculares, por exemplo com a implementação de células de tráfego, moderação de tráfego e *ramp metering*; proibição completa do trânsito de veículos automotores, por exemplo com a implementação da pedestrianização.

A restrição regulamentar é o controle sobre a utilização do espaço viário, limitando o acesso a certos veículos em uma determinada ligação ou área, por meio de regulamentações. Jones e Hervik (1992) apresentam cinco controles regulamentares para restringir ou excluir

veículos automotores de partes da rede viária: proibição completa de veículos automotores, destinando a ligação ou área regulamentada aos pedestres; determinação de divisão de área na malha viária, com determinado nível de acesso para cada via; restrição ao acesso de veículos a uma via ou área, baseada na característica do veículo; restrição ao acesso de veículos em geral, excetuando alguns veículos considerando as características do proprietário, motorista ou ocupante; e imposição de dificuldade de acesso a uma área com a implementação de vias de sentido único de circulação.

A restrição fiscal trata-se da cobrança pelo uso do espaço viário para circulação, que pode ser feita de duas formas (CRUZ, 2006): em todas as faixas da via; ou em determinada faixa da pista sendo que os veículos que transitam nas demais faixas não sofrem cobrança.

Pires (2010) afirma que a política urbana, no objetivo de ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade, em prol da realização do direito a cidades sustentáveis, deve, necessariamente, zelar pelas condições de circulação nas cidades.

### 3 | METODOLOGIA

Segundo a classificação do IBGE, cidades pequenas são aquelas que possuem até 100 mil habitantes, entre 100 mil e 500 mil habitantes são consideradas cidades médias e aquelas com mais de 500 mil habitantes são consideradas grandes. Gravatá, cidade objeto de estudo para coleta de dados deste trabalho, possui cerca de 83.437 habitantes (IBGE, 2018). Portanto, enquadrando-se na classificação do IBGE como uma cidade de pequeno porte. O município está localizado na mesorregião Agreste do estado de Pernambuco, no nordeste brasileiro.

A cidade possui uma área territorial de 503,946 km<sup>2</sup> (IBGE, 2018), localiza-se a aproximadamente 84 km da capital do estado de Pernambuco (Recife), importante polo turístico, gastronômico e moveleiro da região e é conhecida como a Suíça Pernambucana, por estar a uma altitude média de 447 m. Tem no turismo a sua principal fonte de renda e no artesanato uma das principais ferramentas para alavancar sua economia.

Normalmente, o centro da cidade já vem apresentando grandes problemas relacionados a mobilidade urbana. Porém, em períodos específicos (eventos comemorativos, feriados, dias de feira livre e finais de semana), ocorre o agravamento destes problemas de mobilidade, que comprometem a circulação dos veículos e das pessoas no centro da cidade.

Portanto, a metodologia proposta para este trabalho consiste em analisar, através da aplicação de questionários a população de Gravatá, a aceitabilidade de algumas medidas de restrição veicular nos centros urbanos das diversas cidades brasileiras de pequeno porte. Trata-se de uma pesquisa de caráter quantitativo e qualitativo, buscando identificar a quantidade de frequentadores assíduos do centro da cidade, as dificuldades encontradas no deslocamento e estacionamento dos seus veículos e identificar a aceitabilidade das medidas de restrição veicular pela população.

Como forma de obter melhores respostas, foi garantido o sigilo e anonimato sobre as

opiniões emitidas da população que se dispôs a responder o questionário. Foi considerada a fórmula para população finita de Slovin (STATISTICS HOW TO, 2012) para a determinação do número de questionários válidos, como indicada na Equação 1:

$$N = n / (1 + n \cdot e^2) \quad (1)$$

em que  $N$ : quantidade de amostras válidas;  $n$ : tamanho da amostra; e  $e$ : margem de erro.

Considerando um nível de confiança de 90% e 10% de margem de erro, e  $n = 83.437$  (população de Gravatá), obtém-se  $N = 99,88$  amostras válidas. Para tanto, foram utilizados 100 questionários válidos, atendendo ao número de amostras válidas calculadas. Os questionários foram aplicados num final de semana comum no centro da cidade, sem feriados nem eventos comemorativos, nos dias 18 e 19 de maio de 2019, de forma a garantir a representatividade da pesquisa.

No início do questionário foi feita a caracterização da amostra, sendo solicitado a população que identificasse o sexo, a idade e o local de moradia, se: morador da área urbana, morador da zona rural (distritos localizados dentro do município), ou visitante (turistas que se hospedam em chácaras, chalés, pousadas e hotéis da cidade).

Nas questões seguintes a caracterização, foram feitas outras questões de múltipla escolha com as respectivas opções de respostas (Tabela 1).

Perguntas	Opções de Resposta
Com que frequência você costuma ir ao centro da cidade?	1 vez por semana; 2 a 3 vezes por semana; mais de 3 vezes por semana
Qual meio de transporte você utiliza para se locomover até o centro da cidade?	A pé; Bicicleta; Transporte Coletivo (ônibus, vans, por ex.), Moto; Carro
Você tem dificuldade para encontrar vagas para estacionar no centro da cidade? Se sim, quanto tempo gasta para encontrar uma vaga para estacionar seu veículo?	Não; Sim: até 10 min; de 11 a 20 min; de 21 a 30 min; mais de 30 min.
Como você avalia a mobilidade urbana no centro da cidade?	Péssima; Ruim; Regular; Boa; Ótima

Tabela 1: Perguntas e opções de resposta do questionário.

Por fim, foram feitas duas questões de ordenamento, onde foi pedido para enumerar por ordem de importância as medidas mais importantes para solucionar os problemas de mobilidade urbana nos centros das cidades, onde 1 representa a mais importante e 5 representa a menos importante. Em função das várias medidas encontradas na literatura, física, regulamentar e fiscal, e das características observadas dos centros urbanos das cidades de pequeno porte, foram selecionadas, para este estudo, cinco principais medidas de restrição ao estacionamento e cinco principais medidas de restrição à circulação, que devem ser impostas ao automóvel particular, descritas na Tabela 2.

Restrição ao estacionamento	Restrição à circulação
<p>A) Eliminação ou restrição de vagas de estacionamentos nas vias públicas.</p> <p>B) Limitação de horários de estacionamento nas vias públicas.</p> <p>C) Limitação de um tipo de veículo aos estacionamentos nas vias públicas</p> <p>D) Implantação de estacionamentos rotativos pagos nas vias públicas.</p> <p>E) Implantação de estacionamentos privados fora das vias públicas.</p>	<p>F) Proibição ou restrição do acesso de veículos no centro, apenas em períodos específicos.</p> <p>G) Limitação da quantidade de veículos no centro, desviando o fluxo, através da sinalização, para outras vias.</p> <p>H) Alteração dos sentidos de circulação dos veículos no centro, de modo a impor dificuldades de acesso.</p> <p>I) Ampliação das calçadas no centro, diminuindo assim a largura das vias e dificultando a circulação dos veículos.</p> <p>J) Implantação de calçadas em toda largura da via, excluindo assim os veículos em vias específicas do centro.</p>

Tabela 2: Medidas de restrição veicular.

## 4 | RESULTADOS E ANÁLISES

Com os resultados obtidos através do questionário, foi possível identificar o perfil dos entrevistados, conforme Tabela 3.

Característica	Classificação	Quantidade
Sexo	Feminino	33
	Masculino	67
Idade	Menos de 30 anos	37
	Entre 31 e 50 anos	61
	Mais de 50 anos	2
Local de Moradia	Zona Urbana	44
	Zona Rural	10
	Visitante	46

Tabela 3: Perfil dos entrevistados.

Visto que a população da zona urbana e da zona rural são residentes da cidade de Gravatá, obtém-se um total de 54 pessoas que residem no município e 46 pessoas que são visitantes. Estes dados comprovam a característica turística da cidade, que mesmo em um final de semana comum, consegue atrair uma grande quantidade de visitantes que contribuem diretamente com o aumento do número de veículos no centro urbano.

Isso pode ser comprovado quando analisado a frequência com que os entrevistados costumam ir ao centro da cidade. Os dados mostraram que 13 costumam ir 1 vez por semana, 49 costumam ir de 2 a 3 vezes por semana e 38 costumam ir mais de 3 vezes por semana no centro da cidade. Considerando os que costumam ir ao centro mais de 2 vezes por semana, tem-se um total de 87 pessoas. Ou seja, a maioria dos entrevistados são frequentadores assíduos do centro da cidade, são os que sofrem diretamente com os problemas de mobilidade causados pelo aumento no número de veículos.



Além disso, foi questionado qual o meio de transporte que os entrevistados utilizam para se locomoverem até o centro da cidade. Foi verificado que 63 pessoas utilizam o carro, 25 utilizam moto, 5 utilizam transporte coletivo, 1 utiliza a bicicleta e 6 vão a pé. Como previsto, a maioria das pessoas utilizam o veículo particular para se deslocarem até o centro. Isso contribui com o aumento do congestionamento nas ruas do centro da cidade. Além disso, não há vagas de estacionamento para atender esta crescente demanda.

Porém, a segunda maioria (25 pessoas) utiliza a moto. É muito comum a utilização de motos para o deslocamento de pequenas distâncias em cidades de pequeno porte, seja devido à falta de infraestrutura do transporte público local (frota pequena, poucas rotas e poucos horários, por exemplo), seja pela diminuição do tempo de viagem.

Ao ser perguntado se as pessoas têm dificuldades para encontrar vagas para estacionar no centro da cidade, os 88 entrevistados afirmaram que sim (considerando as 63 pessoas que utilizam carro e as 25 que utilizam moto para se deslocarem até o centro). Destes, 5% gastam até 10 minutos para encontrar uma vaga para estacionar, 46% gastam de 11 a 20 minutos, 36% gastam de 21 a 30 minutos e 13% gastam mais de 30 minutos.

Muitos dos entrevistados demonstraram a insatisfação com o tempo gasto para estacionar, cerca de 95% das pessoas que utilizam veículo particular (nesse caso, incluindo motos) gastam mais de 10 minutos para encontrar uma vaga para estacionar no centro da cidade. Ou seja, acabam gastando mais tempo procurando uma vaga para estacionar, do que na realização de uma simples atividade, como comprar um remédio na farmácia, por exemplo.

A última questão de múltipla escolha buscou avaliar, através da opinião dos entrevistados, a mobilidade urbana no centro da cidade. Os resultados mostraram que 12 pessoas consideram péssima, 44 consideram ruim, 41 consideram regular, 3 consideram boa e nenhuma pessoa considerou ótima. Ou seja, apenas 3 pessoas consideram a mobilidade urbana no centro como boa, as outras 97 consideram de regular a péssima. Com isso, é possível perceber a insatisfação da população frequentadora do centro da cidade.

As questões de ordenamento solicitadas aos respondentes buscaram verificar a aceitabilidade, através da opinião da população, da adoção de medidas para gerir a demanda de veículos no centro da cidade. Para cada medida proposta de restrição ao estacionamento e à circulação, na Tabela 4 e na Tabela 5, respectivamente, há o número correspondente a importância mais marcada no questionário e a quantidade de pessoas que marcaram este número. Para facilitar a análise será adotando a seguinte escala para as importâncias: 1 para a mais importante, 2 para um pouco mais importante, 3 nem mais nem menos importante, 4 para um pouco menos importante e 5 para a menos importante.

Medida	Importância	Quantidade
A	3	37
B	4	38
C	3	41
D	1	46
E	2	36

Tabela 4: Importância das medidas de restrição ao estacionamento.

Medida	Importância	Quantidade
F	2	38
G	2	44
H	3	39
I	4	31
J	5	50

Tabela 5: Importância das medidas de restrição à circulação.

A quantidade de pessoas nas Tabelas 4 e 5, refere-se a importância que mais foi marcada pelos 100 entrevistados para cada medida. Por exemplo, na Tabela 4, do total de 100 entrevistados, 37 pessoas marcaram a importância 3 para a medida A. Os 63 restantes marcaram outras importâncias (1, 2, 4 e 5), que não atingiram a maioria para esta medida. Portanto, a importância 3 foi a mais marcada para esta medida. E assim sucessivamente, para cada medida, de A até J.

Analisando a Tabela 4, das medidas de restrição ao estacionamento, os entrevistados consideram a medida D (implantação de estacionamentos rotativos pagos nas vias públicas) como a mais importante (grau de importância 1). Portanto, a maior quantidade de pessoas que utilizam veículo particular (46) considerou como mais importante uma medida de restrição fiscal, segundo a literatura. Percebe-se que estas pessoas preferem pagar pelo uso das vagas nas vias públicas, em detrimento das demais medidas. Tendo em vista que, haverá uma maior disponibilidade na oferta de vagas, em virtude da rotatividade oferecida pelo serviço.

Na Tabela 5, das medidas de restrição à circulação, os entrevistados consideram as medidas F e G (proibição ou restrição do acesso de veículos no centro, apenas em períodos específicos e limitação da quantidade de veículos no centro, desviando o fluxo, através da sinalização, para outras vias, respectivamente) como um pouco mais importante (grau de importância 2). A maioria das pessoas que utilizam o veículo particular (38 na medida F e 44 na medida G) consideraram como um pouco mais importantes medidas de restrição regulamentar, conforme a literatura. Trata-se de medidas complementares, pois, à medida que se limita a quantidade de veículos, desviando o fluxo para outras vias (medida G), conseqüentemente haverá uma restrição do acesso destes no centro (medida F). É possível perceber que as pessoas reconhecem a importância da adoção de medidas regulamentares em períodos específicos de modo a diminuir o fluxo de veículos no centro. É importante

ressaltar que nada leva a crer que a situação pesquisada em Gravatá seja muito diferente em várias outras cidades de pequeno porte com o mesmo perfil.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados apresentados, a população frequentadora assídua dos centros urbanos de cidades pequenas está cada vez mais consciente dos problemas que estas cidades vêm enfrentando. As pessoas parecem que começam a perceber que se não forem adotadas medidas para o melhoramento desta mobilidade, o problema se agravará ainda mais.

A população está perdendo a capacidade de se locomover com facilidade e qualidade nos centros das cidades. Se estes problemas não forem priorizados, a situação pode comprometer, por exemplo, o turismo e o desenvolvimento econômico de uma região. Isso ocorre pois se insatisfeitos com a capacidade de locomoção no centro, os visitantes podem deixar de frequentar a cidade, comprometendo assim, a capacidade turística de cidades com o perfil semelhante a Gravatá.

A avaliação da população sobre a mobilidade no centro urbano da cidade, onde apenas 3 pessoas consideram como boa e nenhuma pessoa considerou ótima, demonstra a urgência em se tratar o tema e a necessidade da adoção de medidas de restrição veicular. Claro que a adoção destas medidas deve ser de acordo com a necessidade local de cada cidade, se de forma definitiva ou paliativa, em períodos específicos.

Vale destacar que o objetivo deste trabalho foi analisar o grau de aceitabilidade das 10 medidas propostas, através dos questionários com a população. Ou seja, qualquer uma destas medidas apresentadas podem ser adotadas em diferentes cidades brasileiras de pequeno porte, a depender das necessidades de cada uma.

Das medidas de restrição ao estacionamento, a medida D foi considerada a mais importante: implantação de estacionamentos rotativos pagos nas vias públicas. Das medidas de restrição à circulação, as medidas F e G que foram consideradas as mais importantes: proibição ou restrição do acesso de veículos no centro, apenas em períodos específicos e limitação da quantidade de veículos no centro, desviando o fluxo, através da sinalização, para outras vias, respectivamente.

Os próprios usuários de veículos particulares sofrem com os problemas de mobilidade nos centros urbanos das cidades e reconhecem a importância da adoção de medidas de restrição veicular. Considerando uma medida fiscal como a mais importantes (medida D de restrição ao estacionamento) e duas medidas regulamentares como um pouco mais importante (medidas F e G de restrição à circulação) a serem adotadas, de modo a contribuir para o melhoramento da mobilidade para todos.

É notória a importância de analisar a opinião da população, visto que contribui principalmente para os gestores públicos das cidades tomarem uma decisão acerca da melhor alternativa a ser implantada. Já que, independente do porte da cidade, o planejamento da mobilidade urbana deve ser feito com a participação popular.

Recomenda-se para trabalhos futuros analisar junto aos gestores públicos a viabilidade

de implantação destas medidas de restrição, consideradas mais importantes para os entrevistados. Para tanto, seriam interessantes maiores estudos sobre eventuais barreiras para implantação destas medidas e se existem recursos disponíveis para este fim.

## REFERÊNCIAS

BRINCO, R. **Políticas de Estacionamento e Efeitos na Mobilidade Urbana**. Indicadores Econômicos FEE (Fundação de Economia e Estatística). Porto Alegre, v. 44, n. 2, p. 109-124, 2016.

CARVALHO, G. F.; BRAVO, M. D.; FUJIWARA, M. Y.; BORTOLAZZO, S. S. A. e GOLDNER, L. G. **Gestão da Demanda de Transportes como Ferramenta para a Redução do Uso de Transporte Individual Motorizado em Florianópolis**. Anais do XXX Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET, Rio de Janeiro, p. 2359-2370, 2016.

CRUZ, M. M. L. **Avaliação dos Impactos de Restrições ao Trânsito de Veículos**. Campinas, SP – Brasil. 146p. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, 2006.

FERRAZ, A. C. P.; e TORRES, I. G. E. **Transporte Público Urbano**. 2.ed. revisada e atualizada. Ed: Rima. São Carlos – SP, 2004.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Brasília – DF, 2018. Disponível em <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php?lang=>>>. Acessado em 07 de junho de 2019.

JONES, P. e HERVIK, A. **Restraining Car Traffic in European Cities: Emerging Role for Road Pricing**. Transportation Research, Part A, v. 26A, n. 2, p. 133-145, 1992.

LANDMANN, M. C. **Restrição de Tráfego: Conceitos e Procedimentos para Estudo em Áreas Centrais**. Rio de Janeiro, RJ – Brasil. 161p. Dissertação de M. Sc., PET-COPPE/UFRJ, 1994.

LITMAN, T.; BROADDUS, A. E MENON, G. **Transportation Demand Management: Training Document**. Federal Ministry for Economic Cooperation and Development of Germany, 2009.

NETO, I. L.; ROGOSKI, B. N.; GÜNTHER, H. e TACO, P. W. G. **Nível de Aceitação do Rodízio de Automóveis: Um Estudo Qualitativo no Distrito Federal**. Revista dos Transportes Públicos - ANTP, v. 132, p. 55-69, 2012.

PIRES, R. **Limitações à Circulação de Veículos como Instrumento de Política Urbana**. São Paulo, SP – Brasil. 88p. Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, PUC – SP, 2010.

PIRES, D. R.; L. H. MEIRA e NASCIMENTO, M. V. L. A. **Regulação do Uso do Espaço Público em Cidades de Pequeno Porte: Uma Análise Teórica entre as Políticas Públicas, a Legislação e a Prática**. Anais do XXXI Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET, Recife, p. 317-328, 2017.

SILVA, A. P.; COSTA, M. G.; DIAS, O. B.; FILHO, F. S. e BARBOSA, C. L. **A Restrição Veicular Aplicada ao Trânsito de Belém, Análise da Aceitabilidade**. Anais do XXXII Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET, Gramado, p. 3630-3641, 2018.

STATISTICS HOW TO. **Slovin's Formula: What is it and When do I use it?** 2012. Disponível em <<https://www.statisticshowto.datasciencecentral.com/how-to-use-slovins-formula/>>>. Acessado em 09 de junho de 2019.

VIOLATO, R. R. e SANCHES, S. P. **Aceitabilidade de Medidas de Gestão da Demanda**. Anais do 13º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito da ANTP, Porto Alegre, 2001.

## ANALISE DE CAPACIDADE DE TERMINAIS AEROPORTUARIOS: ESTUDO DE CASO DO AEROPORTO INTERNACIONAL SALGADO FILHO

Data de aceite: 07/07/2020

### Éder Martins Specht

Universidade do Vale do Rio dos Sinos –  
UNISINOS

Curso de Engenharia Civil - Escola Politécnica  
São Leopoldo – Rio Grande do Sul

### João Hermes Nogueira Junqueira

Universidade do Vale do Rio dos Sinos –  
UNISINOS

Curso de Engenharia Civil - Escola Politécnica  
São Leopoldo – Rio Grande do Sul

### Danielle de Souza Clerman

Universidade do Vale do Rio dos Sinos –  
UNISINOS

Curso de Engenharia Civil - Escola Politécnica  
São Leopoldo – Rio Grande do Sul

**RESUMO:** O Aeroporto Internacional Salgado Filho - RS está entre os maiores aeroportos do Brasil movimentando cerca de 8 milhões de passageiros e 60 mil aeronaves por ano. Desde 2017, concedido à iniciativa privada, sofreu intervenções planejadas objetivando ampliar sua infraestrutura durante o período de concessão. Com uma perspectiva de crescimento da demanda por transporte aéreo, este estudo buscou comparar a evolução da demanda de transporte de passageiros e a capacidade da infraestrutura do terminal para atendê-la. Foram propostos três cenários para determinação das

demandas futuras, abordando metodologias de projeção de demandas e baseado nas respectivas capacidades do terminal Salgado Filho. Foi possível analisar as demandas e capacidades do terminal de passageiros, do estacionamento de veículos, da pista de pouso e decolagem e do pátio de aeronaves. Os resultados demonstram a necessidade de intervenções em escalas variadas antes do prazo final da concessão, 2042, nos três cenários de projeção estudados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aeroporto. Capacidade. Demanda.

### 1 | INTRODUÇÃO

A mobilidade de pessoas e bens é considerada um dos grandes desafios da sociedade moderna. Este tema exige dos gestores públicos um constante controle de sua evolução buscando oferecer aos demandantes níveis de serviço qualificados. Dentre os diferentes modos de transporte, o avião é o mais procurado para o transporte de passageiros regionais e internacionais. Além disso, sua importância para o transporte de cargas é também considerável, principalmente para cargas de alto valor agregado. O setor aeroviário transporta 40% do valor econômico

de cargas no mundo, sendo 8% do seu peso total (TADEU, 2011).

Neste contexto, a infraestrutura aeroportuária tem grande importância no desenvolvimento de uma região. Junto com o transporte marítimo, o transporte aéreo é a mais importante porta de entrada e saída de produtos de um país, responsáveis por gerar grande parte das receitas alfandegárias e estimulando as relações econômicas internacionais.

Segundo estudo da ABDIB (2016), no Brasil, o percentual mínimo para manter a infraestrutura aeroportuária existente é estimado em 3% do PIB e para recuperação desta ainda seria necessário investir ao menos 5% do PIB nas próximas décadas. Assim pode-se afirmar que os gargalos criados nos aeroportos, pela falta de investimentos e aumento da demanda por esse transporte nos últimos anos, geram estruturas ineficientes, baixa as ofertas de voos, contribuindo para o aumento nas tarifas praticadas.

O RS, que faz fronteira com Argentina e Uruguai e próximo dos principais países que fazem parte do Mercosul, tem, na sua infraestrutura de transportes, um dos principais vetores de integração com outros países e estados brasileiros. Embora represente uma economia com alto potencial, com indústrias de manufaturas e de turismo, tem aumentado sua participação no PIB nacional de maneira discreta. Uma das deficiências que atrapalham essa representatividade, é a baixa oferta de modos de transporte, sendo quase 90% deste realizado via rodovias (EISENHUT, 2015).

Nesse contexto, o desenvolvimento regional passa pelo uso de sistemas de transporte aéreo qualificados, com terminais aeroportuários estratégicos. Este trabalho aborda o estudo de caso do Aeroporto Internacional Salgado Filho e a expectativa do crescimento da demanda nos próximos anos, analisando as capacidades do terminal durante o período de concessão (de 2017 a 2042) e comparando-as com as demandas estimadas nesse período.

## 2 | REVISÃO LITERARIA

### 2.1 Nível de Serviço e Capacidade

De acordo com Rizzati (2013), a capacidade de um componente depende do nível de serviço estipulado. O nível de serviço esperado é expresso por exemplo, pelo número de passageiros comportados ou pelo número máximo de pessoas em um fila.

Um aeroporto pode apresentar diferentes níveis de serviço, que podem ser do terminal de passageiros (TPS) ou somente do serviço de *check-in*. Os níveis de serviço normalmente são definidos estatisticamente ou arbitrariamente, sem levar em consideração a opinião dos usuários. Os principais níveis de serviço medidos em um aeroporto são divididos em duas áreas operacionais. O lado ar, que integra as operações de pista de pouso e decolagem e pátio de aeronaves e o lado terra, que integra o TPS, terminal de cargas (TECA), estacionamento de veículos, acesso ao aeroporto, entre outros (ARAÚJO, 2017).

A capacidade da pista de um aeroporto é definida como a média horária de operações (pouso e/ou decolagens), que podem ser acomodadas em uma pista ou em um conjunto delas, sob condições locais específicas (ANAC, 2007).

## 2.2 Métodos de Previsão de Demanda

No planejamento aeroportuário, a determinação da demanda futura é essencial. O processo necessário para a eficiência e segurança do tráfego aéreo, passageiro e carga, fica prejudicado sem essa informação. Além disso, é importante também saber como esta será dividida entre os diversos serviços do aeroporto (ALBUQUERQUE, 2005).

As previsões de demanda podem ser realizadas de duas maneiras: macro e micro. A macro, pesquisa todo o mercado aéreo de um país, a micro, pesquisa o mercado aéreo de um aeroporto. De acordo com Delorme (2004), a estimativa de demanda de tráfego e passageiros é imprecisa, mas essencial e depende das informações e recursos disponíveis para o estudo.

Conforme Albuquerque (2005), a previsão de demanda anual serve para estimar a receita anual do aeroporto. No entanto, para o dimensionamento físico e operacional de um aeroporto é necessária a demanda de hora-pico, que verifica o desempenho dos serviços ofertados.

A previsão de demanda é importante para várias áreas de gestão. Simões (2003), afirma que cabe ao poder público, que é responsável pela concessão, fiscalização dos serviços e desenvolvimento do setor de transportes, ter um amplo entendimento e ferramentas sobre previsões de demanda, para definição de planos diretores e investimentos em infraestrutura. Conforme Breseghello (2005), existem 3 métodos para calcular demanda: o método quantitativo, o método qualitativo ou a combinação do método quantitativo com o qualitativo.

O método quantitativo utiliza dados numéricos, como séries históricas. Com esses dados são construídos modelos matemáticos que são denominados de técnicas de previsão. Já o método qualitativo depende de opinião de especialistas e de usuários. Não é um método muito confiável pois depende da opinião de terceiros. A FAA, INFRAERO e outros dispõem de diferentes metodologias para prever demandas aeroportuárias. A escolha do método adequado dependerá dos dados disponíveis para o estudo.

## 3 | METODOLOGIA ADOTADA

### 3.1 Previsão da Demanda de Passageiros

Para estabelecer a demanda e a capacidade aeroportuária, é necessário analisar variáveis técnicas, econômicas e sociais que explicam a procura pelo transporte aéreo. Assim, foram avaliadas diferentes metodologias disponíveis na literatura considerando premissas como: facilidade de aplicação, adequação ao aeroporto em estudo e informações disponíveis.

Nesta pesquisa, foi adotado o método de projeções, baseado em séries históricas, para o cálculo da previsão da demanda de passageiros. Este método caracteriza-se pela fácil obtenção e aplicação de dados. Para o Aeroporto Internacional Salgado Filho, com base nos dados de movimentação anual desde o ano 2000 (ANAC, 2018), pode-se prever a movimentação de passageiros durante os 25 anos de concessão. A demanda de crescimento

médio projetada foi de 3,5% a.a. Esta projeção é apresentada na Figura 1.

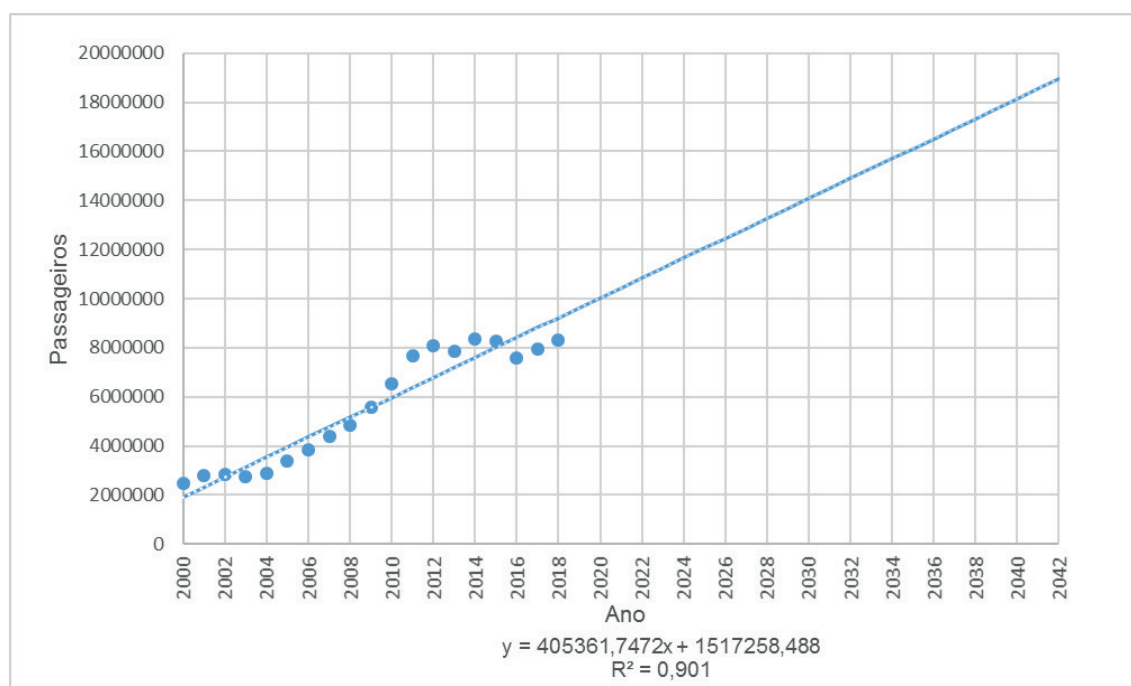


Figura 1: Projeção do movimento de passageiros até 2042

Além da projeção deste estudo, foram analisadas mais duas projeções a partir de estudos do Ministério dos Transportes e do BNDES. O Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil (2018) lançou em novembro de 2018 o Plano Aeroviário Nacional (PAN) traçando necessidades e investimentos para o intervalo entre 2018 a 2038. O PAN previu uma demanda de crescimento médio projetada de 4,6% a.a. para o Aeroporto Internacional Salgado Filho, conforme pesquisas de origem e destino realizadas pelo laboratório de transporte e logística da Universidade Federal de Santa Catarina.

Da mesma forma, o BNDES (MCKINSEY&COMPANY, 2010) realizou um estudo para o setor de transporte aéreo do Brasil, chegando a cenários de crescimento para os 20 principais aeroportos do Brasil até o ano de 2030. As projeções do estudo do BNDES foram desenvolvidas por dois modelos de projeções: o *top-down* e *bottom-up*. Estes chegaram a uma taxa de crescimento de 7,4% a.a. para o Aeroporto Internacional Salgado Filho.

Sendo assim, esta pesquisa avaliou a capacidade dos terminais do Aeroporto Internacional Salgado Filho considerando três cenários de crescimento: pessimista (este Estudo com 3,5% a.a.), conservador (PAN com 4,6% a.a.) e otimista (BNDES com 7,4% a.a.).

### 3.2 Métodos de Previsão Adotados

Para a previsão de capacidade do TPS, avaliou-se os métodos da ANAC, da INFRAERO e de Medeiros. O método de Medeiros avalia a capacidade total do TPS e o nível de serviço oferecido, caracterizando-se como uma análise prática e sendo este o método adotado nesta pesquisa.

A capacidade do estacionamento de veículos teve sua previsão realizada pelo método



da INFRAERO. Este utiliza faixas de pax/ano para o cálculo das vagas de estacionamento, chegando a valores considerados mais adequados para este estudo. O método da FAA, foi desconsiderado pois, embora tenha prática aplicação, utiliza a mesma relação para qualquer valor de movimentação de pax/ano. Assim, pode gerar um número de vagas de estacionamento superdimensionadas ou subdimensionadas.

A previsão da capacidade da pista de pouso e decolagem foi obtida pelo método da INFRAERO. Este foi escolhido por levar em consideração as características da pista: como o croqui e a instrumentação de auxílio à navegação. Em relação ao método da FAA, o método da INFRAERO destaca-se por acrescentar fatores multiplicativos que adequam-se melhor à realidade dos aeroportos brasileiros.

Para a previsão da capacidade do pátio de aeronaves foram avaliados os métodos da FAA, da INFRAERO e de Horonjeff. Este último foi adotado em função de sua praticidade e melhor adequação a aeroportos de grande movimentação diária.

## 4 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 4.1 Análise da Capacidade e Demanda do TPS

A Figura 2 apresenta a capacidade do TPS para os três cenários propostos.

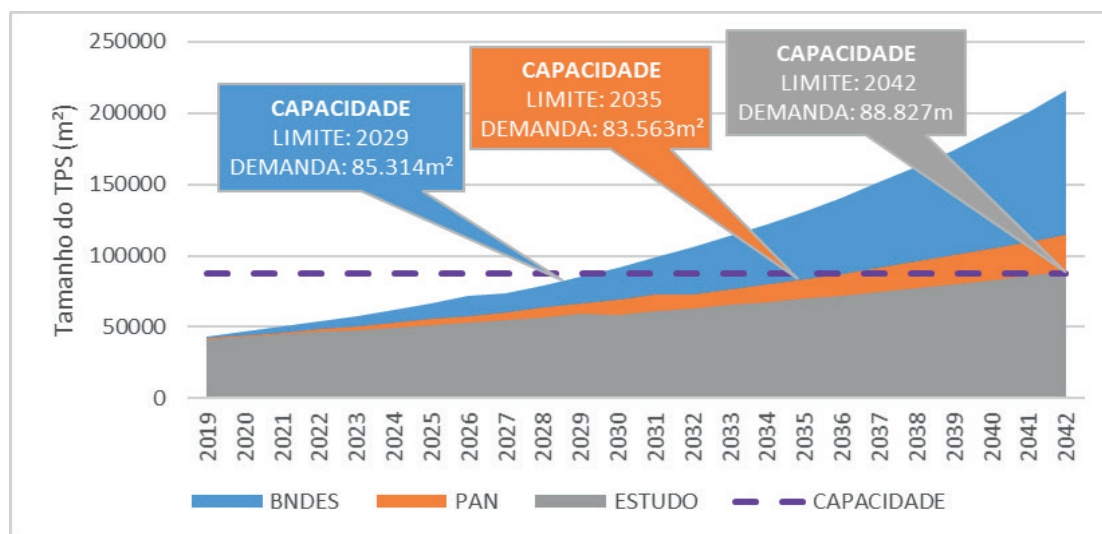


Figura 2: Ano Limite da Capacidade do TPS para as Projeções

A capacidade do TPS será de 87.336 m² após a expansão somando os dois terminais existentes no aeroporto. O TPS chegará ao seu limite de operação no ano de 2029 pela projeção do BNDES (7,4%a.a.), no ano de 2035 pela projeção do PAN (4,6%a.a.) e no ano de 2042 pela projeção do ESTUDO (3,5%a.a.). Considerando que o TPS, cuja ampliação será concluída na Fase I-B da concessão, não terá mais novas áreas para expansão, ao analisarmos a projeção otimista, este irá operar acima de sua capacidade a partir de 2029.

## 4.2 Análise da Capacidade e Demanda do Estacionamento de Veículos

O estacionamento de veículos terá 4.400 vagas até outubro de 2019 com a finalização das obras da concessão nesta área. A Figura 3 mostra que a demanda para o estacionamento de veículos já é ultrapassada no ano de 2019 para as três projeções propostas. Isto demonstra uma situação preocupante para o acesso ao aeroporto, mostrando uma defasagem de estacionamento de veículos.

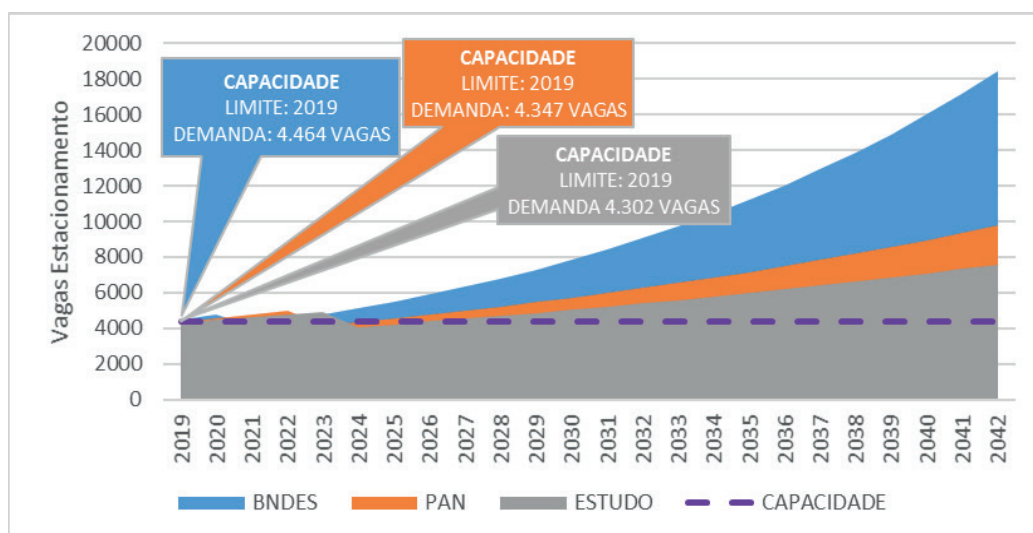


Figura 3: Ano Limite da Capacidade do Estacionamento de Veículos para as Projeções

## 4.3 Análise da Capacidade e Demanda da Pista de Pouso e Decolagem

A pista de pouso e decolagem apresenta como limite máximo de 45 operações horárias, valor que será mantido até o final da concessão do aeroporto em 2042 (Tabela 1). Observa-se assim, no Figura 4, que a pista de pouso e decolagem opera com significativo conforto para a demanda do PAN (4,6% a.a.) e deste ESTUDO (3,5% a.a.). No entanto, para a demanda otimista do BNDES (7,4% a.a.), a capacidade é ultrapassada em 2033. É um resultado preocupante pelo fato de o Aeroporto Internacional Salgado Filho possuir somente uma pista e não possuir área física suficiente para a construção de uma segunda pista.

ANO	CAPACIDADE (Número de Operações Horárias)
2019	45
2042	45

Tabela 1: Capacidade da Pista de Pouso e Decolagem

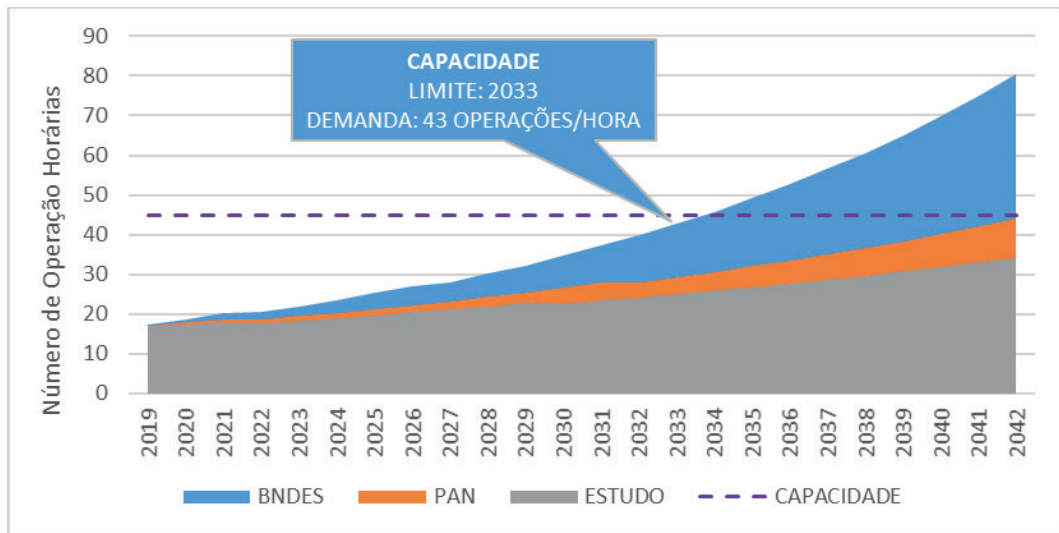


Figura 4: Capacidade e Demanda da Pista de Pouso e Decolagem

#### 4.4 Análise da Capacidade e Demanda do Pátio de Aeronaves

O pátio de aeronaves contará com um aumento de sua capacidade de operações horárias de 35 para 44 durante o período da concessão, conforme apresenta a Tabela 2. A partir do Figura 5, observa-se que a capacidade do pátio de aeronaves é ultrapassada na projeção de demanda do BNDES (7,4% a.a.) no ano de 2033 e na projeção do PAN (4,6% a.a.) no ano de 2042.

ANO	CAPACIDADE (Número de Operações Horárias)
2019	35
2042	44

Tabela 2: Capacidade do Pátio de Aeronaves

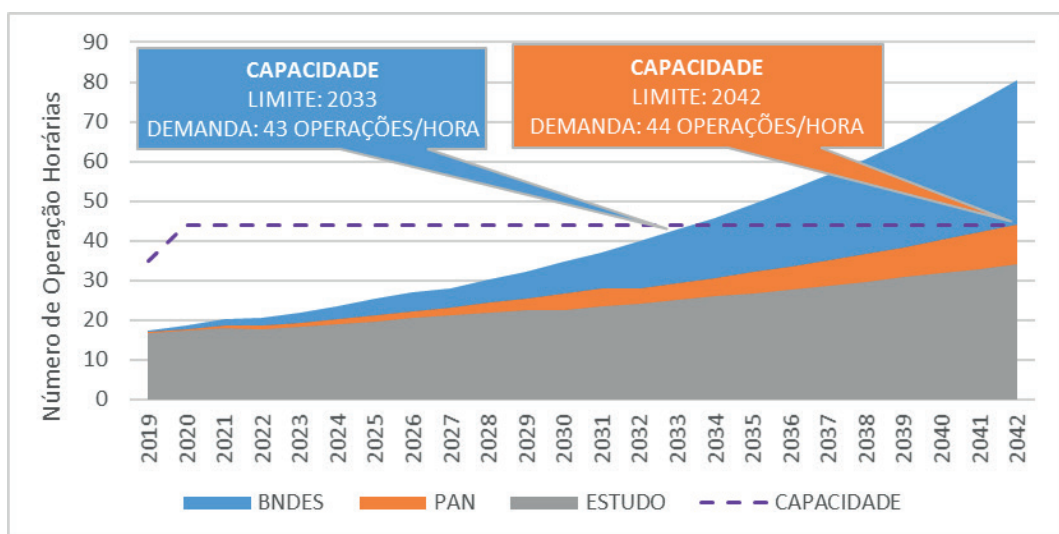


Figura 5: Capacidade e Demanda do Pátio de Aeronaves

## 5 | CONCLUSÕES

Este estudo teve como objetivo analisar a relação de demanda *versus* capacidade durante o período de concessão do Aeroporto Internacional Salgado Filho. Metodologias práticas e adequadas para avaliação de demanda e capacidade do lado ar (pista e pátio de aeronaves) e do lado terra (TPS, estacionamento e acessos) foram adotadas para as análises deste aeroporto. Para isso, foram escolhidos três cenários de crescimento da demanda de passageiros: pessimista (Estudo), conservador (PAN) e otimista (BNDES). Estes cenários foram analisados e comparados às capacidades do TPS, do estacionamento de veículos, da pista de pouso e decolagem e do pátio de aeronaves. A Tabela 3 apresenta um resumo das análises, identificando os possíveis gargalos do sistema operacional.

Projeções	Lado Ar		Lado Terra	
	Pista	Pátio	TPS	Estacionamento
BNDES (7,4%a.a.)	Necessita de Investimentos (2033)	Necessita de Investimentos (2033)	Necessita de Investimentos (2029)	Necessita de Investimentos (2019)
PAN (4,6%a.a.)	Capacidade Suficiente	Necessita de Investimentos (2042)	Necessita de Investimentos (2035)	Necessita de Investimentos (2019)
ESTUDO (3,5%a.a.)	Capacidade Suficiente	Capacidade Suficiente	Necessita de Investimentos (2042)	Necessita de Investimentos (2019)

Tabela 3: Diagnóstico dos Sistemas Analisados

Pela previsão otimista de demanda, todos os sistemas operacionais do aeroporto necessitarão de ampliação durante o período de concessão. O estacionamento de veículos atinge sua capacidade em 2019, o TPS terá sua capacidade ultrapassada no meio do período de concessão (2029) e o sistema pista e pátio chegará no limite das operações em 2033.

Pela previsão conservadora de demanda, o tempo de utilização dos sistemas operacionais aumenta: o sistema do lado ar terá sua capacidade ultrapassada somente para o pátio de aeronaves no ano de 2042. O TPS mantém sua capacidade apenas até 2036. Já o estacionamento de veículos, se esgota, prematuramente, em 2019.

Pela projeção pessimista de demanda, percebe-se que os sistemas operacionais do lado ar possuem capacidade plena para atender o período de concessão. No lado terra, o estacionamento de veículos tem sua capacidade limitada à 2019 e o terminal de passageiros atingirá a capacidade instalada no último ano da concessão.

O monitoramento das condições de infraestrutura de transporte aéreo é um ponto de extrema importância e que sustenta a estruturação e gerenciamento de um aeroporto. Entendendo que o transporte aéreo desempenha importante papel na economia de uma região, o grande desafio dos gestores da área é manter as infraestruturas adequadas ao seu uso. Esse complexo contexto envolve a constante avaliação das condições de demanda e capacidade ofertada. O estudo de caso desta pesquisa exemplifica como é possível haver variabilidade nos cenários passando a tornar ineficaz ou não determinada infraestrutura.

Por fim, recomenda-se aos órgãos gestores do sistema de transporte aéreo, o

monitoramento anual das taxas de crescimento da demanda de transporte aéreo no terminal para identificar sua tendência de crescimento futura e determinar, em tempo, os ajustes necessários à qualificação do nível de serviço no aeroporto.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). ***Demanda na hora-pico: aeroportos da Rede INFRAERO***. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ, 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). ***Aeroporto Internacional de Porto Alegre***. Brasília, DF, 2018.

ALBUQUERQUE, Rafael Menezes. ***Um Estudo da Malha Aeroportuária Brasileira***. 2005. 52 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica) – Divisão de Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2005.

ARAÚJO, Naira Barboza. ***Análise do Nível de Serviço da Distância Caminhável em Aeroportos Brasileiros***. 2017. 31 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação), Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Joinville - Aluno, Joinville, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INFRAESTRUTURA E INDÚSTRIAS DE BASE (ABDIB). ***Proposta para retomada dos investimentos em infraestrutura***. São Paulo, 2016. Disponível em: <<https://www.abdib.org.br/wpcontent/uploads/2017/04/Propostas-da-infraestrutura-2016-2018.pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2019.

BRESEGHELLO, Fernando Neves. ***Estudo comparativo de métodos de previsão de demanda: uma aplicação ao caso dos aeroportos com tráfego aéreo regular administrados pelo DAESP***. 2005. 104 f. Tese (Mestrado) - Curso de Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2005.

DELORME, Laurent Dantas. – ***Aspectos Econômicos e Financeiros da Análise de Viabilidade de Aeroportos***. 2004. 129 f. Trabalho de Graduação - Divisão de Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2004.

EISENHUT, Luciano. ***Transporte Aéreo de Cargas: a atual realidade e perspectiva com a ampliação da pista do aeroporto internacional salgado filho***. 2015. 78 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

MCKINSEY & COMPANY, INC; BNDES. ***Estudo do Setor de Transporte Aéreo do Brasil: relatório consolidado***. Rio de Janeiro: Mckinsey & Company 379 f. 2010. Disponível em: <<http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/7666>>. Acesso em 15 maio 2019

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL. PAN 2018 - ***Plano Aeroviário Nacional***. Brasília: [s. n.], 2018.

RIZZATTI Maureani Simon. ***Análise do Dimensionamento do Terminal de Passageiros do Aeroporto Internacional Hercílio Luz - Florianópolis***. 2013. 107 f. Trabalho de Diplomação (Graduação de Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

SIMÕES, André Felipe. ***O Transporte Aéreo Brasileiro no Contexto de Mudanças Climáticas Globais: Emissões de CO2 e Alternativas de Mitigação***. 2003. 288 f. Tese (Doutorado) - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

TADEU, Hugo Ferreira Braga et al. ***Logística aeroportuária: análises setoriais e o modelo de cidades-aeroportos***. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

## AVALIAÇÃO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO ASFÁLTICO DA RODOVIA RURAL OT-433 NO MUNICÍPIO DE TOLEDO PARANÁ

*Data de aceite: 07/07/2020*

*Data de submissão: 02/04/2020*

### **Elmagno Catarino Santos Silva**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Toledo – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/4875271665841855>

### **Maurício do Espírito Santo Andrade**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Toledo – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/8604635938341817>

### **Andreas Jerke**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Toledo – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/1541623475784764>

### **Gladis Cristina Furlan**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Toledo – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/5786315637913516>

### **Flávio Augusto Scherer**

Prefeitura Municipal de Toledo

Toledo – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/7286592936086755>

**RESUMO:** Nos municípios brasileiros de economia essencialmente agropecuária, a infraestrutura das estradas rurais é de fundamental importância para o seu desenvolvimento social e econômico. As boas condições das mesmas garantem o íntegro

escoamento da produção e trazem segurança e conforto ao tráfego de veículos. No entanto, deparamos frequentemente com estradas em condições precárias e até abandonadas. Este estudo visou determinar o grau de deterioração mediante a contagem e classificação de defeitos superficiais, avaliar as condições de tráfego e acompanhar o desenvolvimento de manifestações patológicas existentes em uma rodovia rural do município de Toledo - PR. Para a avaliação da via de estudo seguiu-se o método estabelecido na norma DNIT 006/2003 – PRO, baseado nas terminologias da norma DNIT 005/2003 – TER. Foi realizada a avaliação de trechos da superfície da rodovia rural OT-433, que se inicia no km 253 da rodovia BR-163 e termina no distrito de Vila Ipiranga. Os resultados apontaram alta incidência dos defeitos de afundamentos, trincas do tipo “couro de jacaré” e desgaste superficial. O resultado calculado para o IGG (Índice de Gravidade Global) foi de 275, o que classificou a rodovia com o conceito de degradação “péssimo”.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pavimentação; Estradas rurais; Patologias.

## EVALUATION OF THE ASPHALTIC PAVEMENT SURFACE OF RURAL ROAD OT-433 IN THE TOLETO CITY PARANA

**ABSTRACT:** In Brazilian cities with an essentially agricultural economy, rural roads infrastructure are essential for social and economic development. Good conditions ensure the perfect flow of production and bring safety and comfort to vehicle traffic. However, often come across roads in poor and even abandoned conditions. This study aimed to determine the degree of deterioration by counting and classifying surface defects, assessing traffic conditions and monitoring the development of pathological manifestations existing in a rural road in the municipality of Toledo - PR. For the evaluation of the study road, we used the method established by DNIT 006/2003 – PRO, which was based on the terminology of DNIT 005/2003 - TER. Surface stretches of rural road OT-433, which begins at km 253 of highway BR-163 and ends in Vila Ipiranga district, were evaluated. The results showed a high incidence of sinking defects, “alligator leather” cracks and surface detrition. The calculated result for the IGG (Global Severity Index) was 275, which classified the rural highway with the “terrible” degradation concept.

**KEYWORDS:** Paving; Rural Roads; Pathologies.

### 1 | INTRODUÇÃO

Para o desenvolvimento social e econômico de uma região é de fundamental importância que exista um sistema de transportes eficiente. O setor de transportes é formado pelos modais rodoviário, aéreo, ferroviário e aquaviário, e é responsável pelos serviços de deslocamento de cargas e de pessoas.

O Brasil tem como principal e mais importante sistema de transporte e logística o segmento rodoviário. Segundo dados da Confederação Nacional do Transporte - CNT, que é a entidade máxima de representação desse setor, mais de 60% do transporte de cargas e mais de 90% dos deslocamentos de passageiros do país atualmente são realizados por rodovias.

Estas, contudo, apresentam muitas vezes restrições de desempenho por problemas críticos de infraestrutura. A última pesquisa de rodovias da CNT aponta ainda que, das rodovias pesquisadas, 57% apresentam estado geral de classificação Regular, Ruim ou Péssimo.

Devido às grandes dimensões territoriais do Brasil, os deslocamentos de mercadorias e pessoas atravessam distâncias longínquas para alcançar as áreas mais remotas no interior, geralmente pequenas cidades e localidades rurais.

É ainda mais expressiva a importância das estradas para esses locais nos âmbitos social e econômico, visto que é por meio delas que se obtêm acesso aos serviços de saúde, educação e lazer pela população, bem como se realiza o escoamento das produções agrícola e pecuária, na maioria das vezes iniciado por estradas vicinais (estradas rurais de administração municipal).

A manutenção das boas condições de conservação das estradas vicinais promove melhora na qualidade de vida dos usuários, maior segurança, garante o escoamento íntegro e com agilidade da produção e redução dos custos de operação dos veículos, influenciando diretamente nos custos finais dos produtos transportados.

Nesse contexto encontra-se o município de Toledo, situado no oeste do Paraná, que é líder no Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBP) do estado, somando 2,1 bilhões de reais em 2017 de acordo com Departamento de Economia Rural - DERAL, o que representa mais de 2,5% do VBP do Paraná.

O município é líder também no Programa de Pavimentação Rural, possuindo, segundo dados Empresa de Desenvolvimento Urbano e Rural de Toledo - EMDUR, quase 20% da malha viária rural pavimentada por meio de parceria entre poder público e produtor rural.

Essa grande força produtiva, quando aliada a uma boa infraestrutura das estradas rurais contribui significativamente para um bom escoamento dos produtos, propulsionando o desenvolvimento econômico da região.

Dada a importância dessas vias para o município e população, este trabalho analisou e avaliou o estado de conservação da rodovia rural OT-433 em Toledo – PR.

## 2 | OBJETIVO

Avaliar as condições da superfície do pavimento da estrada rural OT-433, situada no município de Toledo – PR.

## 3 | METODOLOGIA

### 3.1 Local de estudo

Definiu-se como área de estudo a rodovia localizada no município de Toledo denominada OT-433, sendo também conhecida por Linha Santo Antônio. A mesma se inicia na rodovia BR-163, entre o município de Toledo e Quatro Pontes (trecho denominado Rodovia *Dr. Ernesto Dall'Óglio*) com término no distrito de Vila Ipiranga, possuindo 7 km de extensão total.

Essa estrada rural já existe há várias décadas e teve sua pavimentação asfáltica iniciada no ano de 2010 pela EMDUR, sendo finalizada em 2011, pela empresa Petrocon. A Figura 1 apresenta a rodovia rural OT-433, que foi objeto de estudo.





Figura 1. Local de estudo

Fonte: Adaptada do Google Earth (2019)

A escolha dessa rodovia se deu pelo fato da mesma apresentar diversos defeitos, servir de via de escoamento inicial da produção agrícola e pecuária (lavouras, aviários, chiqueiros e açudes) dos distritos do município de Toledo - PR, bem como via de entrada de insumos para criações, onde são utilizados como meio de transporte os caminhões.

Dessa forma, a avaliação das condições se limitou a uma parcela da extensão total da rodovia, de forma que os trechos selecionados representam as condições gerais de degradação de sua extensão total.

### 3.2 Classificação dos defeitos e avaliação da superfície do pavimento

Para a avaliação aplicou-se a metodologia proposta pela norma DNIT 006/2003–PRO: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos asfálticos – Procedimento.

#### 3.2.1 Demarcação das superfícies de avaliação

O trecho estudado possui uma extensão de 7km. Desta forma, a fim de obter trechos homogêneos, optou-se por dividi-lo em subtrechos, conforme proposto pela norma DNIT 006/2003–PRO.

Inicialmente foram selecionados, no decorrer da via, 5 (cinco) trechos com extensão de 100m. Em cada um deles foram demarcadas 6 (seis) estações distanciadas 20m entre si e alternadas em relação ao eixo da pista de rolamento. Utilizou-se para essa demarcação uma régua de 50m e tinta spray. Com isso, totalizou-se a demarcação de 30 (trinta) estações

e cada qual recebeu um número correspondente, de 1 a 30. A Figura 2 mostra a execução das marcações das estações utilizadas no estudo. Posteriormente, demarcou-se com a tinta spray duas seções transversais: uma 3m avante e outra 3m à ré de cada estação, totalizando 6 metros (Figura 3). A área entre essas seções é a superfície de avaliação.



Figura 2. Demarcação das estações

Fonte: Autoria própria

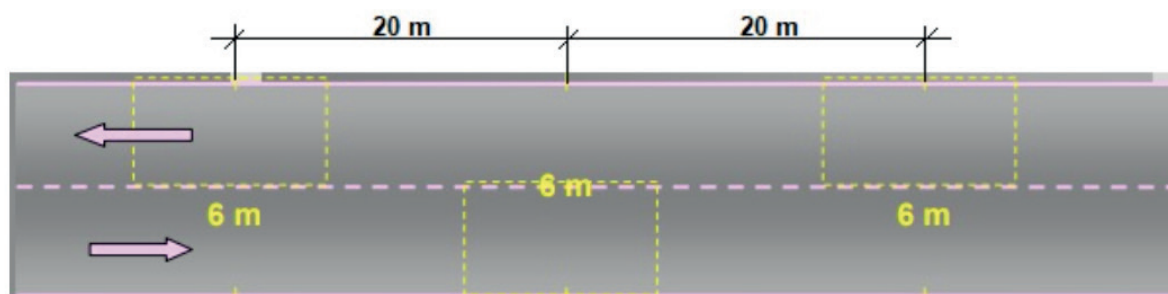


Figura 3. Exemplo de demarcação de áreas para inventário de defeitos

Fonte: Autoria própria

### 3.2.2 Inventário das ocorrências e medidas das flechas

Após a demarcação das superfícies, foi realizada a identificação e classificação dos defeitos de acordo com as definições previstas pela norma DNIT 005/2003 – TER: Defeitos nos Pavimentos Asfálticos – Terminologia.

Para tal, foi preenchido manualmente o inventário do estado da superfície do pavimento, onde assinalou-se a presença dos tipos de defeitos identificados dentro de cada uma das superfícies de avaliação, previamente demarcadas.

Também foram medidos os valores em milímetros das flechas nas trilhas de roda interna

(TRI) e externa (TRE) em cada estação e anotado o maior valor medido em cada trilha.

Para realização destas medições foi utilizada uma treliça de madeira pertencente ao laboratório da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, padronizada pela norma. A Figura 4 mostra a treliça utilizada na medição das flechas das trilhas de roda.



Figura 4. Treliça de madeira

Fonte: Autoria própria

Outra informação obtida para preenchimento do Inventário foi o tipo de seção de terraplenagem (observada visualmente) ocorrente na estação, sendo A = Aterro, C = Corte, SMA = Seção mista, lado de aterro, SMC = Seção mista, lado de corte, CR = Corte em rocha e PP = Ponto de passagem.

Os trabalhos de coletas de dados em campo, para preenchimento do formulário, foram iniciados e concluídos no dia 02 de outubro de 2019.

### *3.2.3 Frequências absolutas e relativas*

Tendo preenchido totalmente o inventário do estado de superfície, foi utilizada a Planilha de Cálculo do Índice de Gravidade Global - IGG, a fim de obter o IGI e IGG.

Calculou-se, então, as frequências absolutas e relativas de cada ocorrência e foram anotadas na planilha de cálculo do IGG.

Também foram calculadas, para as flechas medidas, a média ( $\bar{x}$ ) e a variância ( $s^2$ ) nas trilhas de roda interna e externa (TRI e TRE) e anotados seus valores na planilha de cálculo do IGG.

### 3.2.4 Índice de Gravidade Individual - IGI

As ocorrências inventariadas são divididas em “Tipos”, cada qual com um valor de fator de ponderação – fp prefixado pela norma, conforme apresentado no Quadro 1.

Ocorrência Tipo	Codificação de ocorrências de acordo com a Norma DNIT 005/2002-TER “Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia” (ver item 6.4 e Anexo D)	Fator de Ponderação fp
1	Fissuras e Trincas Isoladas (FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR)	0,2
2	FC-2 (J e TB)	0,5
3	FC-3 (JE e TBE) NOTA: Para efeito de ponderação quando em uma mesma estação forem constatadas ocorrências tipos 1, 2 e 3, só considerar as do tipo 3 para o cálculo da frequência relativa em percentagem (fr) e Índice de Gravidade Individual (IGI); do mesmo modo, quando forem verificadas ocorrências tipos 1 e 2 em uma mesma estação, só considerar as do tipo 2.	0,8
4	ALP, ATP e ALC, ATC	0,9
5	O, P, E	1,0
6	EX	0,5
7	D	0,3
8	R	0,6

Quadro 1. Valores dos fatores de ponderação

Fonte: DNIT 006/2003 – PRO

O valor do fator de ponderação foi utilizado para o cálculo do Índice de Gravidade Individual – IGI de cada uma das ocorrências inventariadas, no qual se utilizou a Equação 1.

$$IGI = f_r \times f_p \quad (1)$$

onde:

$f_r$  – frequência relativa;

$f_p$  – fator de ponderação, obtido de acordo com o Quadro 1.

No caso das flechas, a norma estabelece que o fator de ponderação deve seguir os seguintes critérios:

- quando a média aritmética das médias das flechas for igual ou inferior a 30, o fator de ponderação é igual a 4/3 e, quando superior a 30, o IGI é igual a 40;
- quando a média das variâncias das flechas for igual ou inferior a 50, o fator de ponderação é igual a 1 e, quando superior a 50, o IGI é igual a 50.

Os valores dos índices de gravidade individual das ocorrências foram anotados na planilha de cálculo.

### 3.2.5 Índice de Gravidade Global - IGG

Por fim, calculou-se o Índice de Gravidade Global – IGG por meio da Equação 2.

$$IGG = \sum IGI \quad (2)$$

onde:

$\sum IGI$  – somatório dos Índices de Gravidade Individuais, calculados conforme o item 3.2.4.

Com o valor de IGG calculado foi possível atribuir o conceito de degradação do pavimento, de acordo com o Quadro 2, extraído da norma DNIT 006/2003 - PRO.

Conceitos	Limites
Ótimo	$0 < IGG \leq 20$
Bom	$20 < IGG \leq 40$
Regular	$40 < IGG \leq 80$
Ruim	$80 < IGG \leq 160$
Péssimo	$IGG > 160$

Quadro 2. Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG

Fonte: DNIT 006/2003 – PRO

### 3.3 Estudo de tráfego

O estudo de tráfego é uma importante maneira de conhecer as classes dos veículos que transitam e determinar a intensidade do tráfego na rodovia.

Ele foi realizado por meio de contagem volumétrica classificatória, de maneira manual, com o preenchimento de uma ficha de contagem volumétrica, disponível no Manual de Estudos de Tráfego (2006) do DNIT. Essa ficha é indicada para trechos com baixo volume de tráfego. Ela inclui espaços para realizar a marcação da quantidade de veículos, dividindo-os por tipos como veículos leves (autos e camionetas), ônibus, caminhões e outros.

Na contagem classificatória são registrados os volumes para os vários tipos ou classes de veículos durante um determinado intervalo de tempo.

Foi realizada a contagem marcando traços para cada veículo identificado, em um intervalo de tempo definido de três horas.

A contagem foi feita nos horários de pico do tráfego na rodovia, que compreendem três intervalos durante o dia:

- i. Das 06h00min às 09h00min;
- ii. Das 10h30min às 13h30min; e
- iii. Das 16h00min às 19h00min.

Desta forma, optou-se em realizar a contagem no mês de julho, período do ano em que há maior volume de tráfego, principalmente de caminhões, devido à safra onde ocorre a colheita de milho. A contagem foi realizada em uma quarta-feira, dia 03 de julho de 2019.

A obtenção desses dados de tráfego é uma forma de auxiliar na determinação das possíveis causas dos defeitos no pavimento, visto que a incidência de patologias, dentre outros fatores, está também diretamente ligada ao volume de tráfego e ao tipo de veículo que transita pela via.

### 3.4 Levantamento fotográfico

Foi realizado um levantamento fotográfico dos diferentes defeitos identificados no trecho de estudo, com a finalidade de acompanhar a evolução ou não das manifestações patológicas encontradas.

Optou-se por montar quadros comparando as imagens dos defeitos em diferentes datas. O acompanhamento se deu em intervalos de dois meses para uma estação e aproximadamente quatro meses para as demais.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Inventário do estado da superfície do pavimento

O quadro 3 mostra as abreviações do Inventário do estado da superfície do pavimento preenchido com valores anotados em campo.

Símbolo	Descrição
F	Fissuras
TTC	Trincas Transversais Curtas
TTL	Trincas Transversais Longas
TLC	Trincas Longitudinais Curtas
TLL	Trincas Longitudinais Longas
TRR	Trincas Isoladas
J	Trincas Interligadas Jacaré
TB	Trincas Interligadas de Bloco
JE	Trincas Interligadas Jacaré com erosão
TBE	Trincas Interligadas de Bloco com erosão
ALP	Afundamento Localizado Plástico
ATP	Afundamento na Trilha de Roda Plástico
ALC	Afundamento Localizado de Consolidação
ATC	Afundamento na Trilha de Roda de Consolidação
O	Ondulações
P	Panelas/Buracos
E	Escorregamentos
EX	Exsudação

D	Desgaste
R	Remendos
TRI	Flecha na Trilha de Roda Externa
TER	Flecha na Trilha de Roda Externa
FC - I	Trincas isoladas classe I (FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR)
FC - II	Trincas interligadas classe II (J e TB)
FC - III	Trincas interligadas classe III (JE e TBE)

Quadro 3. Legenda das abreviações do Inventário

Fonte: Autoria própria

Por meio dos resultados obtidos no levantamento em campo foi possível gerar o Gráfico 1, que mostra o percentual de ocorrência de cada tipo de defeito nas estações avaliadas.

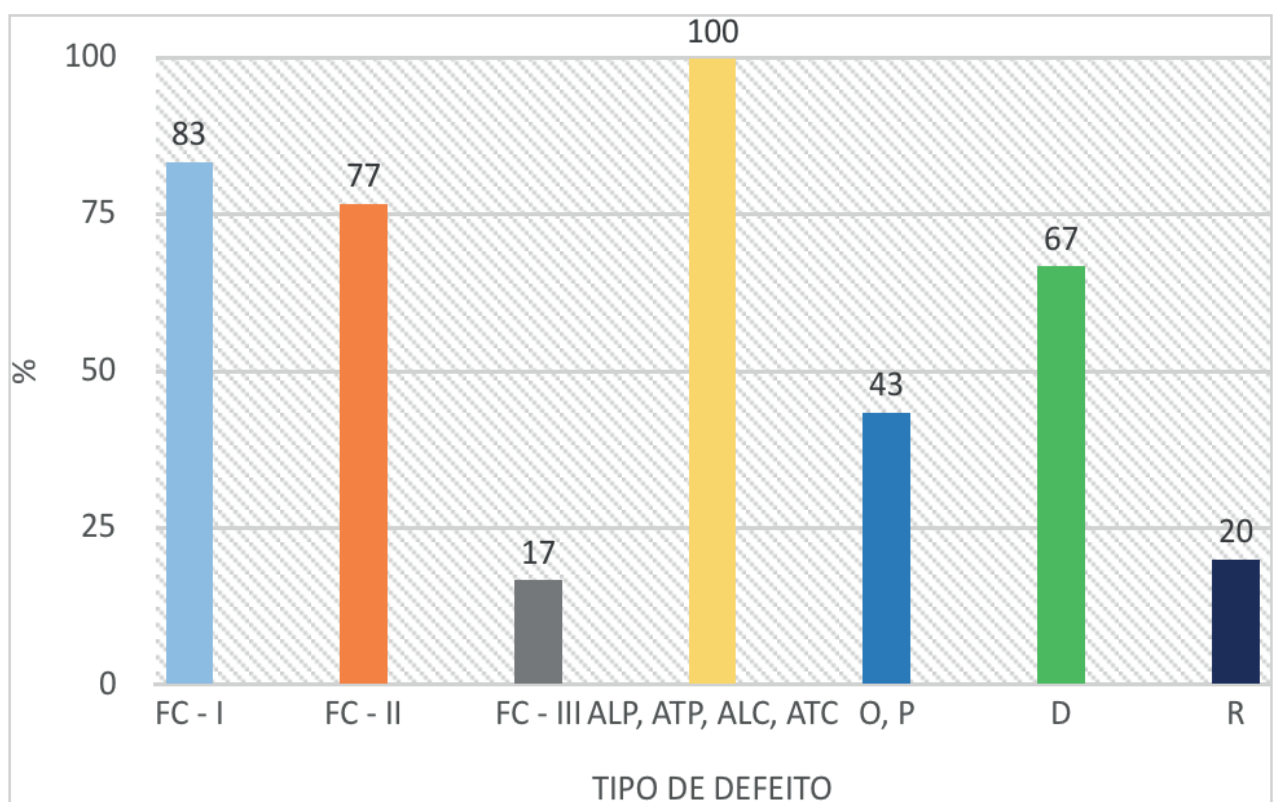


Gráfico 1 – Percentual de ocorrência dos tipos de defeito nas estações

Fonte: Autoria própria

Pela análise do Gráfico 1 e do Inventário, faz-se importante ressaltar os seguintes resultados:

- i. A frequência relativa dos afundamentos é de 100% nas estações avaliadas, sendo cerca de 83% caracterizados por afundamentos de consolidação;
- ii. 80% das estações apresentaram trincas interligadas do tipo “couro de jacaré”, que é quando ela não apresenta direções preferenciais;
- iii. Outro defeito de grande incidência na rodovia foi o desgaste, presente em quase

67% dos casos analisados; e

iv. O tipo de seção de terraplenagem observado em todas as estações foi o aterro.

Visto que os problemas e patologias mais incidentes do trecho de estudo estão diretamente relacionados a falta de drenagem do pavimento ou a falhas de compactação na construção, sugere-se que sejam tomadas medidas para um melhor controle do processo de execução, garantindo sua compactação e execução de forma eficiente, bem como projetar sistemas de drenagem superficial, de forma a impedir o acúmulo de água pluvial sobre o pavimento.

#### 4.2 ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL - IGI

A partir dos dados levantados em campo foi possível calcular o Índice de Gravidade Individual. Os resultados calculados, de acordo com o tipo de defeito, são apresentados no Quadro 4.

Tipo	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de Gravidade Individual
1	(FCI) F, TTC, TTL, TLC, TLL, TER	25	17%	0,2	3
2	(FCII) J, TB	27	77%	0,5	38
3	(FCIII) JE, TBE	5	17%	0,8	13
4	ALP, ATP, ALC, ATC	30	100%	0,9	90
5	O, P, E	13	43%	1	43
6	Ex	0	0%	0,5	0
7	D	20	67%	0,3	20
8	R	6	20%	0,6	12
9	$F = (TRI + TER)/2$ em mm	TRI = 16,9	TRE = 18,2	F = 17,55	23
10	$FV = (TRIV + TREV)/2$	TRIV = 31,4	TREV = 35,5	FV = 33,45	33
Número de estações inventariadas		30	IGI = $(F \times 4/3)$ quando $F \leq 30$		IGI = FV quando $FV \leq 50$
Índice de Gravidade Global		<b>275</b>	IGI = 40 quando $F > 30$		IGI = 50 quando $F > 50$

Quadro 4. Resultados dos Índices de Gravidade Individual (IGI)

Fonte: Autoria própria

#### 4.3 ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL - IGG

A determinação do Índice de Gravidade Global - IGG do pavimento foi realizada por meio dos levantamentos de campo seguindo a norma DNIT 006/2003-PRO.

A partir do cálculo dos Índices de Gravidade Individuais, obteve-se o valor do Índice de Gravidade Global apresentado nos trechos homogêneos estudados na rodovia OT-433.

O valor calculado para o IGG foi de 275. De acordo com o Quadro 2 da seção 3.2.5, esse valor confere ao pavimento inventariado o conceito “PÉSSIMO” para retratar o grau de degradação atingido.

Nota-se que o valor calculado de 275 para o Índice de Gravidade Global está muito



acima do valor de 160, que corresponde ao limite inferior do que é classificado com o conceito “Péssimo”. Isso indica que as condições de degradação da rodovia estão realmente acentuadas.

O Gráfico 2 mostra a participação de cada tipo de defeito na composição do Índice de Gravidade Global – IGG.

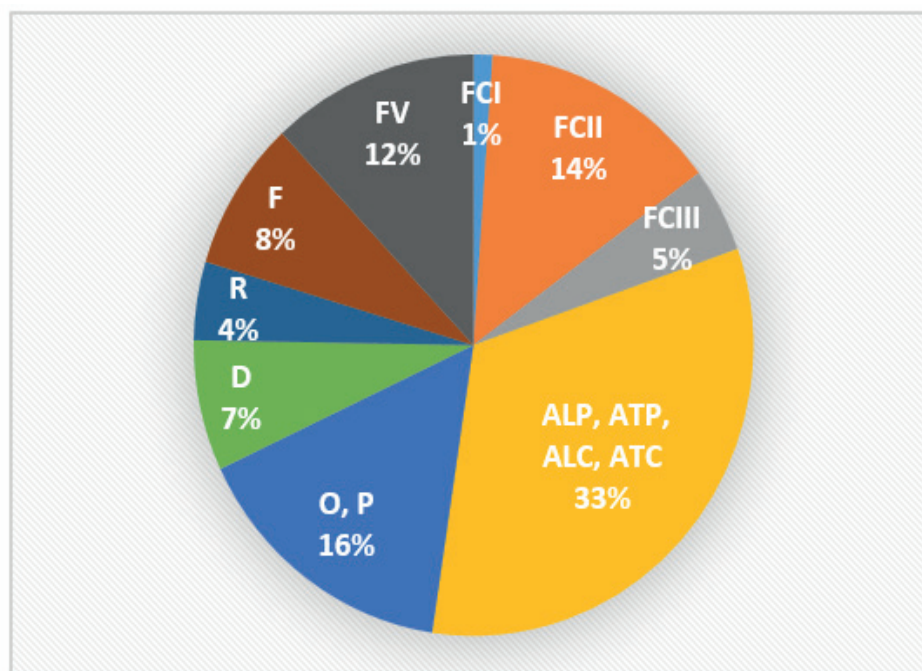


Gráfico 2. Composição do Índice de Gravidade Global - IGG









Fonte: Autoria própria

A partir da análise do Gráfico 2 pode-se perceber que os afundamentos, em geral, são os defeitos mais impactantes no resultado final, seguido pelos defeitos de painelas e ondulações. Isso se deve, além da alta frequência de aparecimento desses defeitos, aos fatores de ponderação - fp mais elevados, o que indica que têm maior gravidade sobre os demais.

Quando comparamos o defeito de desgaste, que também apresenta alta frequência relativa (67%), porém baixo fator de ponderação ( $fp=0,3$ ), com os defeitos de ondulações e painelas e afundamentos, fica mais evidente a importância dos fatores de ponderação para a composição do IGG, pois o IGI dos desgastes foi menos impactante que os demais.

#### 4.4 ESTUDO DE TRÁFEGO

O quadro 5 mostra uma síntese dos dados anotados nas fichas de contagem volumétrica e classificatória, obtidas do trabalho de campo, com as quantidades observadas de cada tipo de veículo nos períodos e horários estabelecidos no estudo.

Tipo de veículo	Horário								
	06h00 às 07h00	07h00 às 08h00	08h00 às 09h00	10h30 às 11h30	11h30 às 12h30	12h30 às 13h30	16h00 às 17h00	17h00 às 18h00	18h00 às 19h00
Carros 	8	10	12	10	12	14	7	10	12
Camionetas 	6	6	8	4	6	7	6	7	8
Ônibus (2 eixos) 	1	-	-	-	1	-	-	1	-
Caminhões									
2 eixos 	-	2	3	1	1	2	4	2	2
3 eixos 	8	6	5	2	2	3	4	4	-
4 eixos 	-	1	3	1	1	-	-	-	-
5 eixos 	-	1	1	1	-	2	-	-	-
Outros 	3	6	6	1	6	2	2	1	3

Quadro 5. Resultados da contagem volumétrica e classificatória.

Fonte: Autoria própria

O Gráfico 3 mostra a composição do tráfego observada na rodovia no período de estudo. Os diferentes tipos de caminhões, eixos, reboques e semirreboques foram aqui agrupados em uma única categoria, para melhor visualização da composição do tráfego, bem como os carros e camionetas, que foram definidos como veículos leves.

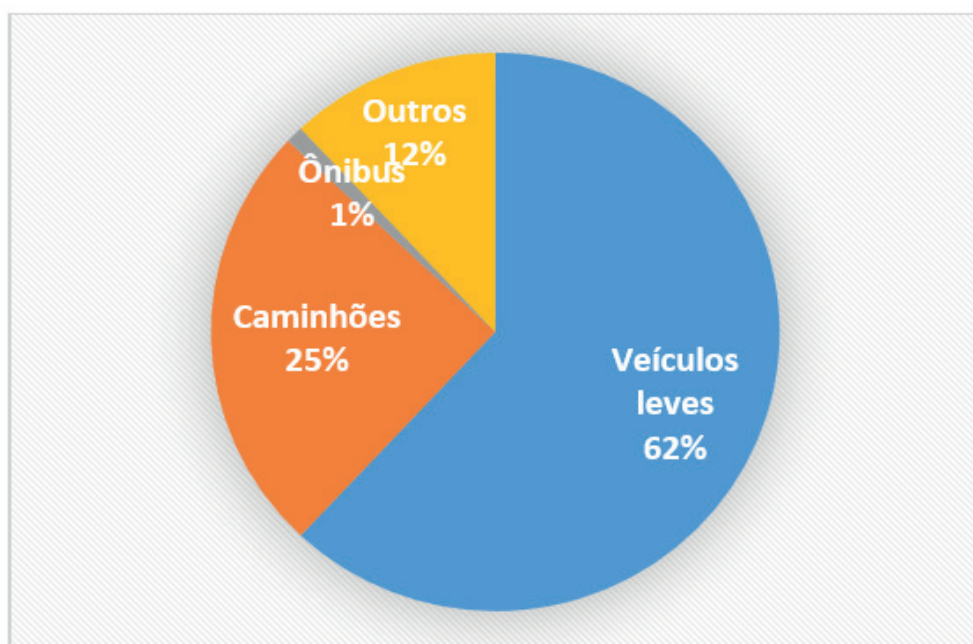


Gráfico 3. Composição do tráfego veicular da rodovia OT-433

Fonte: Autoria própria

Ao observar os resultados da contagem volumétrica classificatória é possível perceber que os veículos leves representam maior parte da composição do tráfego, seguido dos caminhões e, posteriormente, da classe de veículos denominada “outros”, que, por se tratar de uma rodovia vicinal, engloba as máquinas agrícolas.

Apesar dos veículos leves apresentarem maior índice, certamente são as demais classes que estão contribuindo de maneira mais significativa para o surgimento das patologias.

Um fato que pode estar agravando a degradação é o possível subdimensionamento de projeto, fazendo com que o significativo tráfego de veículos pesados (para escoamento da safra agrícola e entrada de insumos para as criações por meio de caminhões) gere uma solicitação maior ao pavimento do que à qual foi dimensionado.

#### 4.5 LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO

Durante as visitas ao local de estudo foram feitas fotografias do pavimento, a fim de identificar os defeitos (Figuras 5 a 10) ao longo de toda a extensão da rodovia.



Figura 5. Painela/Buraco e trincas interligadas

Fonte: Autoria própria



Figura 6. Desgaste

Fonte: Autoria própria



Figura 7. Trinca isolada – longitudinal

Fonte: Autoria própria



Figura 8. Trinca interligada – tipo bloco

Fonte: Autoria própria



Figura 9. Trinca tipo jacaré e escorregamento

Fonte: Autoria própria



Figura 10. Afundamento de trilha de roda

Fonte: Autoria própria

Também se realizou o acompanhamento periódico da evolução de defeitos no trecho. As montagens das imagens com o resultado dessa evolução, com as respectivas datas de cada fotografia, são apresentadas na Figura 11.

Pode-se observar, na imagem do dia 07-09-2019 (D), que o defeito panela/buraco é resultado do desenvolvimento das trincas interligadas daquele local. Já na imagem do dia 26-04-2019 (B) verifica-se que, no final do mês de abril, o revestimento do pavimento já apresentava um nível de degradação muito acentuado, estando quase completamente comprometido. Vale ressaltar que a imagem do dia 17-10-2019 (D) foi retirada após a recuperação desse pavimento.

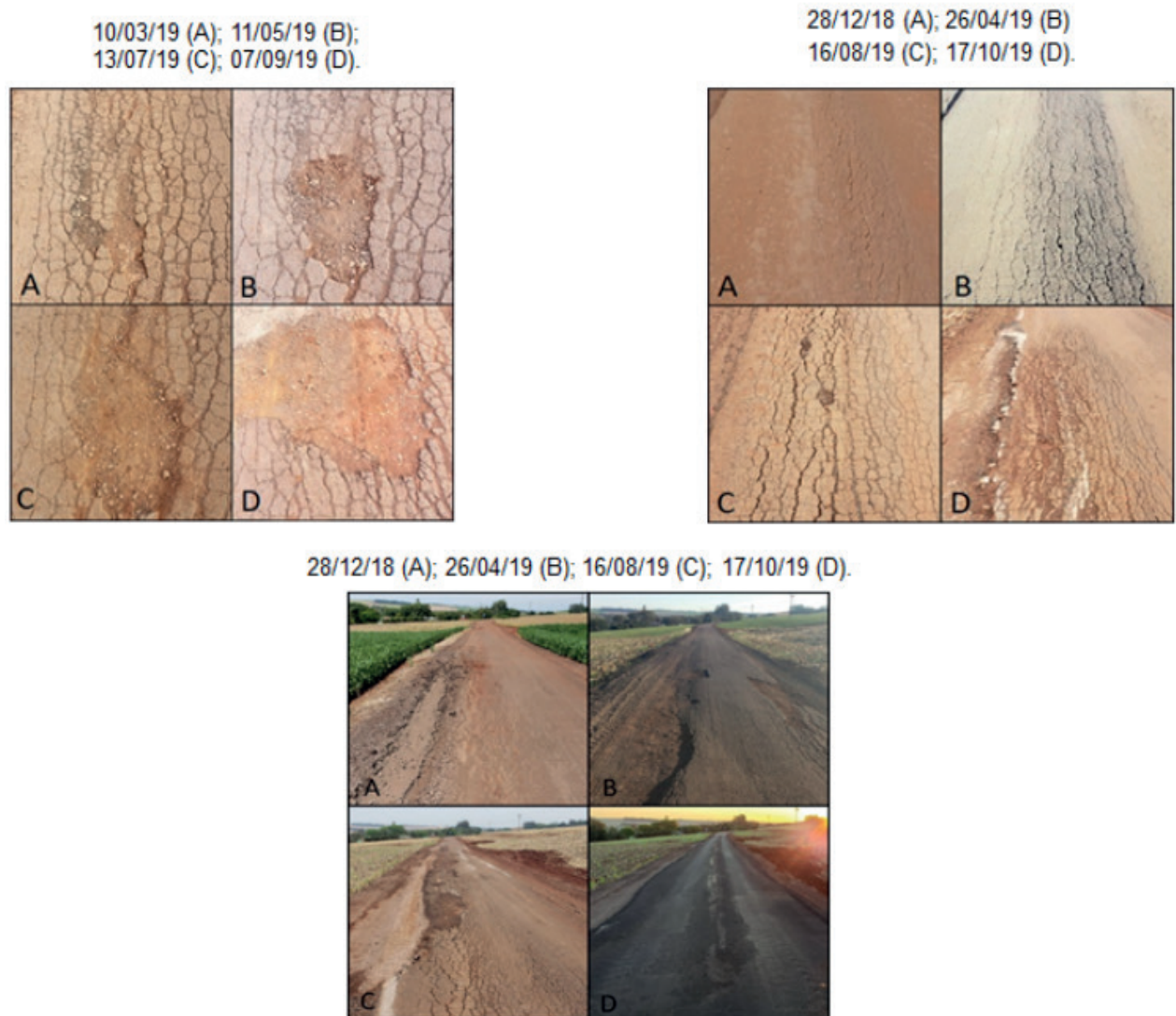


Figura 11. Processo de degradação do pavimento

Fonte: O autor (2019)

## 5 | CONCLUSÃO

O presente estudo teve como propósito avaliar a rodovia rural OT-433 por meio da identificação e classificação de defeitos superficiais e avaliação das condições de tráfego, a fim de determinar o grau de deterioração atingido pelo pavimento dessa via.

Baseado nas informações coletadas e os resultados obtidos, que fornecem dados para análise das condições da superfície do pavimento, juntamente com o estudo de tráfego que determinou as características e a intensidade de tráfego dos veículos que transitam pela via, e do levantamento fotográfico dos defeitos do pavimento, pôde-se definir os principais fatores responsáveis pela sua degradação e apontar suas possíveis causas.

Os resultados apontaram a presença de diversos tipos de manifestações patológicas, com destaque para a alta incidência dos defeitos de afundamentos, trincas do tipo “couro de jacaré” e desgaste superficial. A bibliografia aponta que essas patologias estão relacionadas principalmente a falta de drenagem do pavimento e a falhas de compactação na construção. As mesmas têm afetado significativamente as condições de trafegabilidade da via prejudicado

os usuários em geral, principalmente os produtores rurais, na hora de transportar suas produções.

Também, a falta de drenagem tem proporcionado o carreamento de sedimentos para a pista e provocado acúmulo de água, o que pode acarretar acidentes.

As patologias que tiveram maior influência na composição do IGG foram os afundamentos, as trincas interligadas e os buracos/panelas, devido ao seu alto fator de ponderação, o que aponta que essas têm maior gravidade sobre as demais.

O estudo de tráfego realizado pela contagem volumétrica classificatória forneceu informações importantes, visto que por meio dele pôde-se identificar o significativo tráfego de veículos pesados que ocorre nessa rodovia.

Observou-se, ainda, a demora para execução de serviços de recuperação da via, o que aumenta os custos de reparação e pode levar ao colapso do pavimento, bem como causar acidentes que poderiam ser evitados com uma adequada conservação de rotina.

Seguindo os procedimentos de avaliação da norma DNIT 006/2003 – PRO, verificou-se que os trechos estudados apresentaram um IGG de 275, o que classificou a rodovia com o conceito de degradação “péssimo”. Salienta-se que esse conceito não deve substituir a referência ao valor calculado, pois trechos de mesmo conceito podem ter valores de IGG diferentes e, portanto, condições diversas a serem observadas.

Cabe ressaltar que a avaliação objetiva da superfície pela determinação do IGG, que foi realizada, é uma avaliação funcional onde são verificadas apenas as condições de superfície do pavimento. Para uma base mais completa de informações fazem-se necessárias também avaliações estruturais do pavimento, onde são verificadas as condições da sua estrutura para suportar as solicitações e determinar a sua capacidade de carga.

Por fim, destaca-se que o valor do IGG é um critério complementar. A realização de um diagnóstico adequado dos defeitos, identificando as causas que levaram às patologias é imprescindível para um adequado projeto de restauração.

## REFERÊNCIAS

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE - CNT. **Pequisa CNT de Rodovias 2018**. Disponível em: <[http://cms.pesquisarodovias.cnt.org.br//PDFs/boletim\\_pesquisa\\_cnt\\_rodovias\\_2018.pdf](http://cms.pesquisarodovias.cnt.org.br//PDFs/boletim_pesquisa_cnt_rodovias_2018.pdf)>. Acesso em: 28 abr. 2019.

BRASIL, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **DNIT 005/2003 – TER: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia**. Rio de Janeiro, 2003.

\_\_\_\_\_. **DNIT 006/2003 – PRO: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2003.

\_\_\_\_\_. **Manual de pavimentação**. 3 ed. Rio de Janeiro, 2006. 274p. IPR. Publ.719.



## AVALIAÇÃO DO EFEITO DA DISTRAÇÃO NA CONDUÇÃO: ESTUDO COMPARATIVO ENTRE POLICIAIS E MOTORISTAS REGULARES

*Data de aceite: 07/07/2020*

**Andrey Zuriel Ebeling Bonatto**  
**Diego Lopes Dutra**  
**Rafael Pinto Pereira**  
**Christine Tessele Nodari**

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

**Tiago Silva Duarte**  
MO3 Gestão Operacional

**RESUMO:** O presente artigo se propõe a realizar uma análise comparativa entre motoristas regulares e policiais rodoviários federais quando submetidos a uma distração provocada pela apresentação de uma mensagem de texto durante uma atividade em simulador, tendo como objetivo compreender os efeitos desta experiência sobre os motoristas em termos de desempenho de condução e percepção do entorno. Para tanto, foram coletados dados referentes ao controle longitudinal (velocidades médias e suas variações) e lateral (distância do bordo da pista), além da aplicação da metodologia SAGAT para a avaliação da consciência situacional. Os resultados demonstram que a introdução da distração resultou em variações no controle dos veículos nos diferentes grupos estudados. Conclui-se

esse trabalho apresentando suas limitações metodológicas, destacando a importância da utilização de simuladores em trabalhos envolvendo a segurança viária e reforçando o alerta para a utilização de dispositivos celulares durante a direção.

**ABSTRACT:** This article proposes to perform a comparative analysis between regular drivers and federal road police when subjected to a distraction caused by the presentation of a text message during a simulator activity, aiming to understand the effects of this experience on drivers in terms of driving performance and perception of the environment. In order to do so, the study assessed data on the longitudinal control i.e. mean speeds and its variations and lateral control i.e. distance (DASP). For the evaluation of the situation awareness the SAGAT methodology was issued. The results show that the distraction did interfere on vehicle control on all studied groups. Methodological limitations of this work are provided. The conclusion highlights the importance of the use of simulator in road safety experiments and emphasize the alert on the usage of mobile phones on driving.



## 1 | INTRODUÇÃO

A atividade de dirigir exige que a atenção do motorista esteja permanentemente voltada para a via e seu entorno, permitindo-o perceber e reagir aos mais diversos eventos e situações que se apresentam no trânsito, tais como a sinalização e o comportamento dos demais motoristas. Nesse contexto, a concentração é um elemento muito importante do componente humano da segurança viária. Van Dam et al. (2019) argumentam que motoristas distraídos têm o seu desempenho afetado negativamente, apresentando variações no controle do veículo e na sua velocidade, além de ter a percepção do seu entorno prejudicada.

Um aspecto que tem sido muito estudado no campo da segurança viária é o perigo representado pela realização de uma segunda tarefa junto à direção, principalmente o uso de celular em função do fenômeno da massificação do aparelho nos últimos anos (Klauer et al., 2014). Atualmente, segundo relatório da Fundação Getúlio Vargas (Meirelles, 2019), há cerca de 230 milhões de celulares em uso no Brasil, número que representa mais de um dispositivo por habitante. Apesar de apresentar usos positivos como o auxílio na navegação e a possibilidade de realizar chamadas de emergência, as diversas funcionalidades presentes nesses aparelhos representam sério prejuízo à atenção dos motoristas e, conseqüentemente, ao seu desempenho (Van Dam et al., 2019). Dados da National Highway Traffic Safety Administration mostram que os efeitos da distração foram responsáveis por 9% de todos os acidentes com vítimas fatais nas rodovias americanas em 2017, e entre os acidentes envolvendo distração, 14% foram ocasionados pelo uso do celular (NHTSA, 2019).

Diversos estudos procuram identificar os efeitos da distração sobre motoristas de diferentes faixas etárias e experiência. Em um estudo envolvendo mais de 3500 participantes, Guo et al. (2016) identificaram que os grupos de jovens e idosos apresentaram maiores riscos de segurança quando sob efeito de distração do que os grupos de adultos de idade intermediária. Rumschlag et al. (2015), trabalhando com motoristas entre 18 e 59 anos, verificaram que as saídas de pista (quando o centro do veículo se desloca para fora da faixa de rolamento) não foram observadas na ausência de mensagens de texto, mas que na presença destas, 66% das pessoas incorreram no desvio de direção, sendo as maiores variações encontradas entre os grupos com condutores mais velhos. Também estudando os efeitos do uso de celular na direção, Choudhary e Velaga (2019) procuraram comparar o desempenho entre motoristas inexperientes e profissionais, concluindo que, apesar de os jovens com menos experiência de condução apresentarem maior dificuldade de controlar o veículo, ambos os grupos tiveram o seu desempenho prejudicado, resultado que reforça o alerta para os perigos do uso do celular independente da experiência de direção.

Neste contexto, visando melhor compreender os efeitos da experiência sobre o desempenho do condutor, este estudo se propõe a realizar uma análise comparativa entre o desempenho de motoristas regulares e policiais membros da Polícia Rodoviária Federal (que receberam treinamento para direção defensiva), quando submetidos a uma distração. A distração estudada neste experimento foi provocada pela apresentação de uma mensagem de texto durante a condução em um trecho rodoviário em um simulador de direção. Trabalha-

se, portanto, com a hipótese de que o uso do aparelho celular durante a direção prejudica o desempenho do motorista, assim como sua percepção do entorno, ambos os elementos essenciais para a manutenção da segurança viária.

Este artigo está estruturado em seis seções, incluindo esta introdução. A segunda seção contém um referencial teórico, onde são apresentados os conceitos considerados chave para a elaboração deste experimento. A terceira seção apresenta o procedimento metodológico utilizada neste estudo, onde são fornecidas informações sobre o simulador e dados coletados, a amostra e avaliação de consciência situacional. A quarta seção apresenta o detalhamento dos procedimentos e aplicação do método. A quinta seção demonstra os resultados obtidos e a sua discussão. Finalmente, a sexta seção conclui o trabalho e discorre sobre as suas limitações.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Distração

No contexto da segurança viária, pode-se definir a distração como qualquer ocorrência que direcione a atenção do motorista para além da tarefa de conduzir o veículo e responder às situações da via. Kaplan. *et al.* (2015), definem três tipos principais de distração capazes de afetar os condutores: a distração visual, quando o motorista afasta sua visão da pista, a distração cognitiva, que ocorre ao desempenhar tarefas como conversar ao telefone e a distração motora, resultante do ato de desviar as mãos do sistema câmbio/direção. No contexto do experimento aqui apresentado, trabalhou-se com a possibilidade dos motoristas enfrentarem os dois primeiros tipos de distração durante a atividade no simulador.

Diferentes metodologias são empregadas para identificar a distração e seus efeitos. Entre os parâmetros mais consolidados para medir o desempenho dos motoristas estão: a velocidade, o desvio padrão do posicionamento da faixa de rodagem, obtido a partir do afastamento lateral e a percepção da situação (Choudhary e Velaga, 2019; Dozza et al., 2015). Oviedo-Trespalacios et al. (2016) destacam os estudos dedicados a analisar as variações no desempenho do motorista através de métricas como a velocidade, controle lateral do veículo, tempos de reação e *headway*. Existe também um esforço no desenvolvimento de tecnologias veiculares capazes de monitorar, detectar e alertar os motoristas que apresentem sinais de distração, sonolência e até mesmo embriaguez. Em seu trabalho, Kaplan et al. (2015) apresentam um dispositivo que utiliza sensores para monitorar a atenção do motorista através do posicionamento da cabeça e direção do olhar, tais equipamentos também podem ser úteis ao estudo da segurança viária. Vieira et al., 2015, conduziram um experimento em simulador onde a atenção dos condutores foi avaliada através do rastreamento dos seus movimentos oculares, concluindo que a demanda cognitiva aplicada aos participantes não foi suficiente para provocar distrações significativas.

Nesse contexto, surge a atenção para o fenômeno da compensação de risco ou autorregulação. Entende-se que os motoristas podem regular o seu comportamento quando

sujeitos à um efeito de distração com o objetivo de reduzir sua margem de risco (Oviedo-Trespalacios et al., 2016). No entanto, trata-se de um mecanismo bastante discutido e controverso na literatura; alguns estudos sugerem sua ocorrência em termos de variação de velocidade e controle do veículo (Haigney et al., 2000; Choudhary e Velaga, 2017). Outros estudos não encontraram resultados que endossam sua significância (Caird et al., 2008; Fitch et al., 2017).

## 2.2 Consciência situacional

Inicialmente concebida no contexto da aviação militar, a consciência situacional (do inglês “situation awareness” ou SA) é definida por Endsley (1995) como “a percepção dos elementos do ambiente dentro de um intervalo de tempo e espaço, a compreensão do seu significado e a projeção de sua situação futura”. Com esse conceito, o autor identifica três níveis de consciência que são exercidos pelos pilotos em sua leitura do ambiente: compreensão (nível 1), percepção (nível 2) e projeção (nível 3). Ao trazer a consciência situacional para o contexto da direção veicular, Matthews (2001) a identifica como uma sequência de tomada de decisão nos níveis operacional, tático e estratégico. O primeiro estaria relacionado à condução do veículo e monitoramento do ambiente, o segundo refere-se aos objetivos de curto prazo, como o posicionamento do veículo para uma manobra de conversão, já o último refere-se aos objetivos de longo prazo, onde se tem o destino da viagem e a rota traçada para atingi-lo.

O método SAGAT (*Situational Awareness Global Assessment Technique*), pode ser empregado para verificar se, e o quanto, a consciência situacional do ambiente varia entre os diversos tipos de condutores. A SAGAT é a métrica de consciência situacional mais citada na literatura. Desenvolvida por Endsley (1988), é considerada uma medição objetiva, em que questões sobre o ambiente simulado são propostas aos participantes. Os resultados podem ser apresentados de acordo com o número absoluto ou porcentagem de acertos, e permitem aos pesquisadores fazerem inferências sobre o grau de consciência dos participantes nos diferentes níveis acima descritos.

## 3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste estudo foi realizada uma pesquisa aplicada com abordagem híbrida onde foram usadas técnicas quantitativas (medidas de velocidade e posicionamento lateral) e qualitativas (questionário SAGAT) para abordar o problema de pesquisa. Quanto aos seus objetivos, esta pesquisa caracteriza-se como explicativa utilizando procedimentos técnicos experimentais. Este estudo foi organizado a partir de 2 macro etapas metodológicas: i) delineamento do experimento; e ii) seleção das métricas e ferramentas de análise.

### 3.1 Delineamento do experimento

Para avaliar os efeitos da condução sob a influência de distrações, foi desenvolvido um experimento de simulação de direção em ambiente virtual, onde é possível testar diferentes cenários e avaliar diversos parâmetros de desempenho de direção de uma forma controlável, segura e padronizada (Winter *et al.*, 2012). Nesta macro etapa foram definidos os elementos de distração que deveriam estar presentes no cenário de estudo e as orientações que seriam passadas aos participantes.

Ainda nessa etapa foi feito o plano amostral, conforme Tabela 1, para medir o efeito da distração sobre diferentes grupos de condutores. O tamanho mínimo da amostra deste experimento foi de 30 condutores, este valor foi estimado a partir de amostragem aleatória simples considerando um grau de confiança de 95%, erro admissível de 5% e um coeficiente de variação de 13,79%, obtido a partir de dados de trabalho anterior em simulador semelhante (Oliveira *et al.*, 2018). As variáveis utilizadas foram a condição do trajeto (com ou sem distração), o gênero dos participantes e o fato de eles terem ou não treinamento especial para condução defensiva.

Cenário:	Policia		Motorista Regular	
	Homem	Mulher	Homem	Mulher
Com mensagem	4	4	4	4
Sem mensagem	4	4	4	4

Tabela 1: Plano Amostral

### 3.2 Seleção das métricas e ferramentas de análise

As variáveis de análise selecionadas para medir a distração dos condutores foram selecionadas com base no referencial teórico. Nesse estudo adotaram-se três medidas, sendo duas quantitativas e uma qualitativa. As medidas quantitativas selecionadas foram a variável velocidade (de onde se fez uma análise da velocidade média e do desvio padrão da velocidade) e o afastamento lateral (onde se analisou o desvio padrão da posição lateral). Para a análise de variáveis quantitativas e aplicação de técnicas estatísticas, foram realizados testes de análise de variância (ANOVA) e de correlação para analisar os dados coletados por meio do experimento, visando identificar os fatores que levaram a alterar os parâmetros de desempenho utilizados no estudo. Diversas comparações foram feitas entre os grupos da amostra de modo a conhecer quais relações poderiam ser consideradas significativamente explicativas.

A medida qualitativa adotada foi um questionário baseado no método SAGAT. Neste experimento, a aplicação do questionário deu-se após a conclusão do percurso no simulador, devido a limitações do sistema de realidade virtual utilizado que inviabilizam a sua aplicação ao longo do percurso. As questões propostas aos participantes envolveram apenas os dois primeiros níveis de consciência (percepção e compreensão), o terceiro e último nível, relacionado à projeção de situações futuras não foi utilizado pois o questionário

foi desenvolvido para ser aplicado após a conclusão da atividade no simulador, devido a limitações do sistema.

#### 4 | REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi realizado nas dependências da Superintendência da Polícia Rodoviária Federal em Porto Alegre-RS, em um Simulador de Direção Imersiva, baseado no sistema SidiSDK, operado com o auxílio de óculos de realidade virtual e montado em uma base estática, conforme apresentado na figura 1.



Figura 1: À esquerda, equipamento do simulador; à direita, participante realizando o experimento de simulação.

O cenário da simulação era composto de um trecho de aproximadamente 3,3 km em pista simples, terreno ondulado, contendo quatro curvas, conforme a Figura 3. Foram desenvolvidos dois tipos de cenários com percursos e situações idênticas, entretanto, no primeiro cenário (com mensagens), os condutores receberam mensagens de texto no painel do veículo como distração, e o segundo cenário (sem mensagens) não continha o recebimento de tais mensagens, sendo tratado como um grupo de controle. No cenário com mensagens, ao longo do trajeto, três mensagens apareciam em locais predeterminados, juntamente com um sinal sonoro de alerta, de modo a chamar a atenção do condutor durante alguns segundos. A leitura das mensagens não era obrigatória, apenas era informado no início do experimento que as mensagens poderiam ser relevantes para o trajeto no simulador.



Figura 2: Painel do veículo de simulação, no canto inferior direito pode-se ver a tela por onde as mensagens eram transmitidas.

As mensagens de texto foram apresentadas no painel do veículo com objetivo de simular uma situação similar ao recebimento de mensagens no celular (figura 2). As mensagens foram apresentadas aos condutores em pontos predeterminados pelos pesquisadores. Logo após cada mensagem havia na rodovia elementos específicos. Foram introduzidos alguns elementos: um ciclista no acostamento, uma pista interditada, veículos estacionados no acostamento e um ciclista que cruza a pista antes da passagem do condutor. No questionário adaptado do método SAGAT foram feitas questões acerca desses elementos. Um recorte do Questionário utilizado como exemplo de uma questão respondida pelos condutores de ambos os cenários ao final do percurso está apresentado na figura 4.

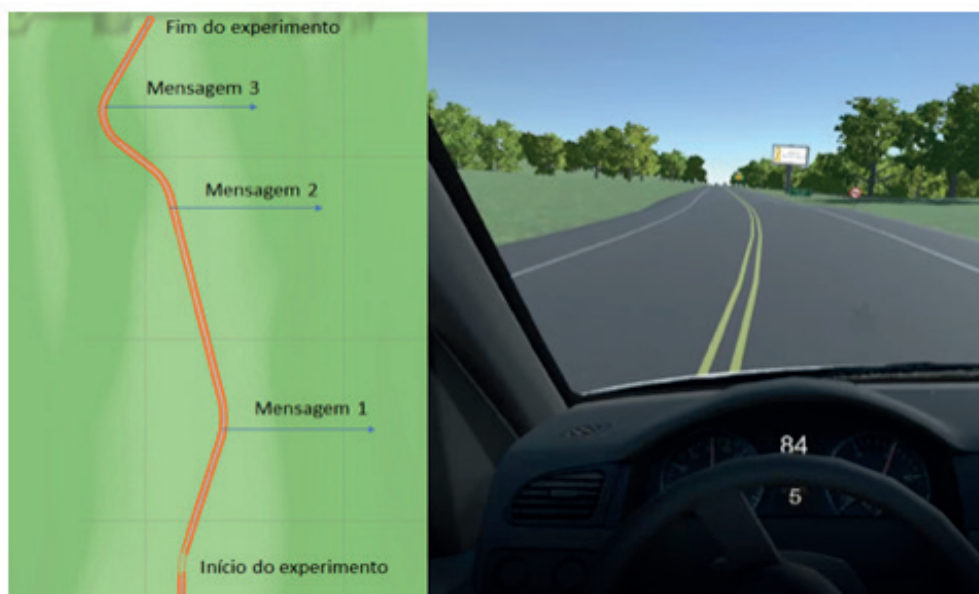


Figura 3: À esquerda, o traçado da rodovia e onde ocorreram as mensagens. À direita, a visão dos condutores durante o experimento.

### Parte 2: Percepção Situacional

1. Quantos ciclistas você viu durante o trajeto?
  - a. Nenhum
  - b. 1
  - c. 2
  - d. 3
  - e. Não sei
2. Quantos veículos estavam parados na ocorrência do acidente na pista?
  - a. 1
  - b. 2
  - c. 3
  - d. Não sei
3. Quantas ocorrências no acostamento você identificou (excluindo o acidente)?
  - a. 1
  - b. 2
  - c. 3
  - d. 4
  - e. 5
  - f. Não sei
4. Qual a cidade indicada na placa de sinalização?
  - a. \_\_\_\_\_
  - b. Não sei
5. Havia trecho onde a sinalização horizontal permitia manobras de ultrapassagem ao longo do

Figura 4: Recorte do Questionário realizado para avaliar a consciência Situacional.

## 4.1 Participantes

O estudo contou com uma amostra de 38 condutores entre 23 e 58 anos, todos com carteira nacional de habilitação de categoria mínima B, pelo menos um ano de experiência dirigindo frequentemente. A amostra era dividida entre policiais e não policiais, homens e mulheres, aqueles que receberam mensagens e os que não receberam, de acordo com a tabela 2.

Cenário:	Policia		Motorista Regular	
	Homem	Mulher	Homem	Mulher
Com mensagem	6	4	5	4
Sem mensagem	6	4	4	5

Tabela 2: Número de participantes em cada categoria durante o experimento.

## 4.2 Procedimentos

Antes do início da atividade, os participantes receberam orientações gerais sobre o funcionamento do simulador, instruindo-os a conduzir de acordo com a legislação de trânsito. Também foram informados da presença de um painel (responsável por simular o celular) no veículo, no qual poderiam receber mensagens da equipe dos pesquisadores. Após esse momento, os participantes foram conduzidos ao simulador, onde percorreram um trecho de adaptação antes de iniciar o experimento, com duração total de aproximadamente cinco minutos.

Os participantes foram aleatoriamente alocados em um dos dois cenários disponíveis. Finalizada a simulação, cada participante respondeu ao questionário onde foram coletadas informações pessoais sobre o indivíduo, juntamente com uma avaliação da consciência situacional através do método SAGAT, contendo nove questões objetivas. Nesse momento

também foi verificado se o participante sentiu algum tipo de mal-estar durante a atividade, porque de acordo com o estudo de Nodari et al. (2017), podem haver diferentes reações de mal-estar durante a simulação. O questionário também tinha perguntas descritivas para avaliar a experiência da simulação e a sua realidade.

Durante o trajeto no simulador, os dados de velocidade e afastamento lateral foram registrados a cada vinte metros, gerando perfis de velocidade e de afastamento lateral com uma boa precisão para cada um dos participantes ao longo da rodovia. A partir destes dados, foram calculados o desvio padrão da velocidade, a média da velocidade e o desvio padrão do afastamento lateral. Esses registros, juntamente com os resultados do questionário SAGAT, serviram como variáveis quantitativas para a análise e comparação da performance dos condutores neste estudo.

## 5 | RESULTADOS

Uma vez realizado o experimento, fez-se uma análise dos dados obtidos para as variáveis medidas: o perfil de velocidade, o afastamento lateral e a consciência situacional.

### 5.1 Análise do perfil de Velocidade

Tendo como base a informação da velocidade a cada vinte metros, é possível determinar a velocidade média de cada condutor e o desvio padrão da velocidade durante o trajeto, além do perfil de velocidade obtido para o grupo de policiais e não policiais nos dois cenários do experimento. Conforme apresentado na Figura 5, o perfil de velocidades permite identificar dois pontos de valores mínimos acentuados; esses foram os instantes onde foram propostas intervenções na pista exigindo uma reação do motorista (mudança de pista e ciclista atravessando a rodovia). Para o primeiro cenário, três mensagens foram enviadas aos motoristas como indutor de distração, sendo a primeira no início do percurso e as demais em instantes antes das intervenções mencionadas anteriormente. A combinação do recebimento da mensagem e da presença da intervenção na pista provocaram redução de velocidade nos quilômetros 2,3 e 3,1. No entanto, observa-se a redução também no conjunto de condutores que não recebeu a mensagem.





Figura 5: Perfis de velocidade dos cenários 1 e 2.

Apesar de os policiais terem desenvolvido uma média de velocidade ligeiramente maior do que os não-policiais (76,30 km/h contra 72,55 km/h), a análise de variância não atestou significância para o resultado da amostra. Por outro lado, a mesma análise verificou que os policiais variaram menos sua velocidade ao longo do percurso do que os não policiais, sugerindo um maior controle longitudinal neste grupo de condutores.

Grupo	Pista	Variável	Contagem	Média	Variância	valor-P
Não Policiais	Com Mensagens	Desvio padrão da velocidade	8	13.059	1.547	0.0129
	Sem Mensagens		9	10.240	6.571	

Tabela 3: Comparação entre não policiais no cenário com e sem mensagens.

Grupo	Variável	Contagem	Média	Variância	valor-P
Policiais e Não Policiais	Velocidade média	21	76.298	142.614	0.251415
		17	72.551	40.196	

Tabela 4: Comparação entre policiais e não policiais.

Considerando ainda os parâmetros envolvendo a velocidade, o estudo não apresentou diferença significativa entre homens e mulheres. Quando analisada somente a velocidade média, não houve diferença significativa entre categorias, seja, policiais contra não policiais, seja o cenário com mensagens contra o cenário sem mensagens.

## 5.2 Análise do Afastamento Lateral

A partir dos dados de afastamento do veículo em relação ao bordo da pista, foi realizada a análise da variância do desvio padrão dessa medida. O uso do desvio padrão do afastamento lateral como medida de análise permite avaliar o quanto irregular foi a condução do veículo. Quanto maior o desvio padrão, maior foi a oscilação da posição do veículo transversalmente à pista ao longo do percurso. Parte-se do pressuposto que a distração provoca uma maior oscilação nessa medida. Esta análise retornou um pior desempenho para o grupo dos policiais. Esse aumento do desvio do deslocamento lateral aconteceu tanto no teste de policiais no cenário com mensagens contra o cenário sem mensagens, quanto no teste do cenário com mensagens de policiais contra não policiais, ambos os resultados para uma confiança de 90%. Ao contrário do que foi observado no estudo da velocidade, nesta análise os policiais apresentaram maior variação da posição lateral do que os não policiais, sugerindo menor controle lateral do veículo. No entanto, devido à natureza de um dos elementos na pista (simulação de acidente), alguns policiais ficaram confusos sobre como proceder, não sabendo se deveriam fazer alguma abordagem, necessitando de orientações adicionais. Essa situação pode justificar os maiores desvios observados neste grupo de estudo.

<i>Grupo</i>	<i>Pista</i>	<i>Variável</i>	<i>Contagem</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>	<i>valor-P</i>
Policiais	Com Mensagens	Desvio padrão do afastamento lateral	10	0.717	0.016	0.0521
	Sem Mensagens		11	0.612	0.011	
Policiais e Não Policiais	Com Mensagens	Desvio padrão do afastamento lateral	10	0.717	0.016	0.0649
			8	0.616	0.006	

Tabela 5: Comparação entre categorias do desvio do afastamento lateral.

Todavia, novamente na análise entre homens e mulheres e entre as faixas etárias, não houve uma diferença significativa para a variação do afastamento lateral.

## 5.3 Análise do Questionário adaptado do método SAGAT

A nota questionário poderia variar de 0 até 9, sendo que todas as questões tinham valor um. O objetivo do questionário era avaliar a consciência situacional dos participantes no ambiente virtual do cenário experimental. Os resultados dos questionários são apresentados na figura 6.

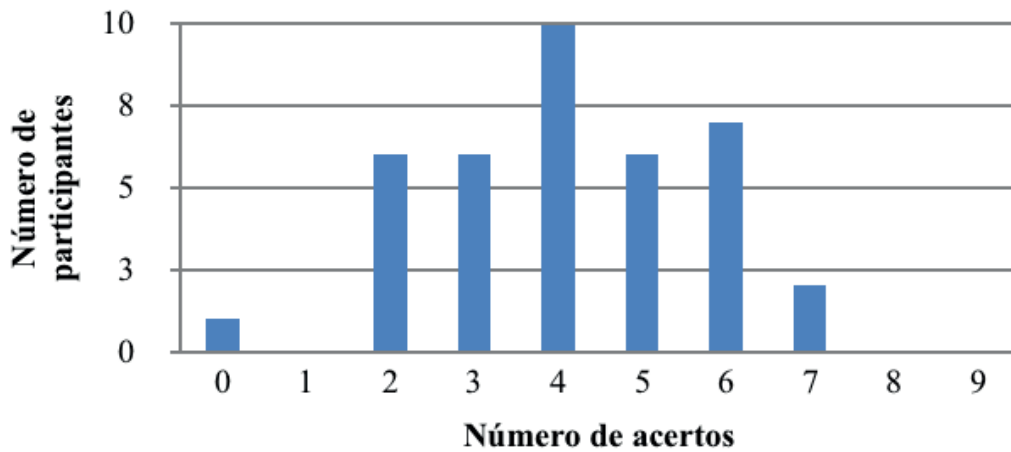


Figura 6: Resultados do teste SAGAT.

Os resultados do questionário que apresentaram significância estatística contradizem a hipótese de que os motoristas apresentam pior consciência situacional quando submetidos a distrações. Ao agregar os dois grupos (policiais e não policiais), a análise da variância provou que as notas obtidas no questionário foram superiores entre aqueles que percorreram o cenário 1 com mensagens em relação aos que os que percorreram o cenário 2, sem mensagens. Para a amostra de policiais não houve diferença estatística entre a consciência situacional dos policiais que receberam e que não receberam mensagem ao longo do trajeto percorrido.

Grupo	Pista	Variável	Contagem	Média	Variância	valor-P
Policiais e Não Policiais	Com Mensagens Sem Mensagens	Pontuação no Questionário	18 20	4.667 3.600	2.000 2.779	0.0415

Tabela 6: Comparação entre categorias, na pontuação do questionário.

Este resultado poderia ser explicado pelo fato de que os participantes não foram instruídos a obrigatoriamente ler as mensagens. Alguns percebendo que sua atenção era mais necessária na pista, poderiam acabar por ignorar as mensagens fornecidas no painel para prestar mais atenção no cenário. De alguma forma, aqueles que receberam as mensagens compensaram a tentativa de distração que receberam e pontuaram melhor no questionário que aqueles que não receberam mensagens.

O experimento permitiu medir as reações diversas quanto à exposição de distrações, para os diferentes grupos, entre policiais e não policiais. As três variáveis medidas durante o estudo apresentaram diferenças significativas, a velocidade, o afastamento lateral e a consciência situacional. Quanto às perguntas sobre o bem-estar que foram preenchidas após a realização do experimento, cerca de 70% dos participantes relataram algum tipo de tontura ou enjoo durante a simulação e um participante não conseguiu concluir o teste devido a fortes enjoos, diminuindo a amostra coletada que primeiramente era de 39 participantes.

## 6 | CONCLUSÃO E LIMITAÇÕES DO TRABALHO

O avanço de tecnologias imersivas oportuniza o desenvolvimento de cenários de simulação de condução suficientemente realistas para o uso em pesquisas de segurança viária. Por outro lado, algumas conhecidas limitações ainda precisam ser destacadas. Entre elas estão a dificuldade de simular elementos físicos como a real percepção de velocidade e aceleração e o desconforto causado pelo uso do equipamento. Este último tendo sido reportado por grande parte dos participantes do experimento realizado neste trabalho.

O propósito deste estudo foi avaliar os efeitos da distração causada pelo recebimento de mensagens de texto durante a condução do veículo sobre o desempenho e percepção do entorno dos motoristas. Na sua maioria, os resultados obtidos contrariam o esperado pelo senso comum. Ao contrário do comumente esperado, os condutores que receberam mensagens tiveram uma pontuação no questionário de consciência situacional superior aqueles que não receberam. Isto pode ser explicado pelo fato de que os condutores não foram orientados a obrigatoriamente ler as mensagens, ignorando as mensagens e concentrando-se mais ainda no ato de conduzir. Outra possibilidade seria o fato de que aqueles condutores que receberam mensagens passaram a estar mais atentos e perceberam melhor o seu entorno, enquanto aqueles que não receberam nenhuma mensagem tiveram uma condução mais desatenta pelo fato de não serem exigidos.

Os policiais e os não policiais apresentaram diferentes reações quando submetidos a distração testada neste experimento. Os policiais reagiram alterando a sua posição na pista ao longo do trajeto, enquanto mantinham a sua velocidade estável. Os não policiais fizeram ao contrário, variando mais a sua velocidade e se mantendo mais estáveis no posicionamento transversal na pista. Essa diferença pode ser explicada pelo treinamento policial que os fez manter a velocidade constante, compensando a diferença no deslocamento lateral na pista. Além disso, a diferença dos parâmetros medidos entre os grupos do sexo masculino e feminino e entre faixas etárias não encontrou diferenças significativas.

Este estudo veio a mostrar a partir dos parâmetros analisados, que a distração pode sim alterar significativamente a performance dos motoristas durante a condução. Essa alteração ocorreu tanto entre policiais rodoviários federais que receberam treinamento especial de condução defensiva, quanto em não policiais, ainda que de modo diferente. Ainda que a distração envolvesse apenas a leitura, e não atividades que exigissem maior atividade cognitiva, fica mais uma vez demonstrado os prejuízos de direção pelo uso de telefone celular.

No que se refere às orientações dadas durante a etapa de preparação para a atividade no simulador, houve a preocupação de padronizar esse procedimento visando garantir que todos os participantes dispusessem das mesmas informações. No entanto, notou-se que muitos participantes, especialmente os policiais, apresentaram dúvidas se deveriam tomar alguma ação com relação às situações em que lhes foram apresentadas na pista (veículos parados no acostamento e um acidente de trânsito), esses momentos de confusão ocasionaram, em alguns casos, desvios laterais e reduções de velocidade desnecessárias,

as quais podem ter interferido em alguns resultados individuais. Na fase inicial de orientação aos participantes, maior atenção deveria ter sido dada à realidade da corporação policial, em que faz parte da rotina de seus membros o atendimento in situ de ocorrências desta natureza.

A realização deste estudo revelou algumas oportunidades de melhoria no que se refere às orientações dadas durante a realização do experimento, ao ambiente em que o trabalho foi conduzido e ao método SAGAT utilizado para avaliação da consciência situacional. Deve-se destacar que, devido a limitações do sistema do simulador utilizado, não foi possível realizar a aplicação do questionário durante a simulação, através do congelamento da tela conforme especificado na metodologia originalmente proposta por Endsley (1998). Dessa forma, o questionário foi aplicado imediatamente após a finalização do cenário. Por isso, seus resultados podem ter sofrido algum viés decorrente da capacidade de memorização dos participantes.

## REFERÊNCIAS

Choudhary, P., e Velaga, N. R. (2017) Mobile phone use during driving: Effects on speed and effectiveness of driver compensatory behaviour. *Accident Analysis & Prevention*, 106, 370–378. doi:10.1016/j.aap.2017.06.021

Choudhary, P., e Velaga, N. R. (2019) Effects of phone use on driving performance: A comparative analysis of young and professional drivers. *Safety Science*, 111, 179–187. doi:10.1016/j.ssci.2018.07.009

Dozza, M., Flannagan, C. A. C., e Sayer, J. R. (2015) Real-world effects of using a phone while driving on lateral and longitudinal control of vehicles. *Journal of Safety Research*, 55, 81–87. doi:10.1016/j.jsr.2015.09.005

Duarte T.S., Bittencourt J. R., Cassol V. R., (2018). *SidiSDK - Simulador de direção imersiva*. Universidade do Vale do Rio dos Sinos

Endsley, M. R. (1988) Situation awareness global assessment technique (SAGAT). *Proceedings of the IEEE 1988 National Aerospace and Electronics Conference* (p. 789–795). Apresentado em IEEE 1988 National Aerospace and Electronics Conference, IEEE, Dayton, OH, USA. doi:10.1109/NAECON.1988.195097

Endsley, M. R. (1995) Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 37(1), 32–64. doi:10.1518/001872095779049543

Fitch, G., Toole, L., Grove, K., Soccolich, S., Hanowski, R. J. (2017) Investigating drivers' compensatory behaviour when using a mobile phone. National Surface Transportation Safety Center for Excellence

Guo, F., Klauer, S. G., Fang, Y., Hankey, J. M., Antin, J. F., Perez, M. A., Lee, S. E., e Dingus, T. A. (2016) The effects of age on crash risk associated with driver distraction. *International Journal of Epidemiology*, dyw234. doi:10.1093/ije/dyw234

Haigney, D. E., Taylor, R. G., e Westerman, S. J. (2000) Concurrent mobile (cellular) phone use and driving performance: task demand characteristics and compensatory processes. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 3(3), 113–121. doi:10.1016/S1369-8478(00)00020-6

Kaplan, S., Guvensan, M. A., Yavuz, A. G., e Karalurt, Y. (2015) Driver Behavior Analysis for Safe Driving: A Survey. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 16(6), 3017–3032. doi:10.1109/TITS.2015.2462084

Klauer, S. G., Guo, F., Simons-Morton, B. G., Ouimet, M. C., Lee, S. E., e Dingus, T. A. (2014) Distracted

Driving and Risk of Road Crashes among Novice and Experienced Drivers. *New England Journal of Medicine*, 370(1), 54–59. doi:10.1056/NEJMsa1204142

Matthews, M. L., Bryant, D. J., Webb, R. D. G., e Harbluk, J. L. (2001) Model for Situation Awareness and Driving: Application to Analysis and Research for Intelligent Transportation Systems. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1779(1), 26–32. doi:10.3141/1779-04

Meirelles, F. S. (2019) 30ª pesquisa anual de uso de TI nas empresas. Fundação Getúlio Vargas (FGV): Centro de tecnologia de informação aplicada.

NHTSA (2019). Distracted driving in fatal crashes, 2017. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). Obtido de <https://crashstats.nhtsa.dot.gov/#!/PublicationList/41>

Nodari, C. T., Oliveira, M. C. de, Veronez, M. R., Bordin, F., Jr., L. G., Larocca, A. P., e Framarim, C. (2017) Avaliação do realismo e da sensação de mal-estar (simulator sickness) no uso de simulador imersivo de direção. Anais do 31º Congresso ANPET 2018. Apresentado em 31º Congresso de Ensino e Pesquisa em Transportes, Associação Nacional de Ensino e Pesquisa em Transportes, Recife, PE.

Oliveira, M. C. de, Nodari, C. T., Veronez, M. R., Bordin, F., e Jr., L. G. (2018) EFEITO DAS LINHAS DE CENTRO E DE BORDO DE UMA RODOVIA SOBRE A VELOCIDADE PRATICADA POR CONDUTORES EM SIMULADOR DE DIREÇÃO IMERSIVO. Anais do 32º Congresso ANPET 2018 (p. 3390–3401). Apresentado em 32º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET, Gramado/RS.

Oviedo-Trespalacios, O., Haque, Md. M., King, M., e Washington, S. (2016) Understanding the impacts of mobile phone distraction on driving performance: A systematic review. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 72, 360–380. doi:10.1016/j.trc.2016.10.006

Rumschlag, G., Palumbo, T., Martin, A., Head, D., George, R., e Commissaris, R. L. (2015) The effects of texting on driving performance in a driving simulator: The influence of driver age. *Accident Analysis & Prevention*, 74, 145–149. doi:10.1016/j.aap.2014.10.009

Van Dam, J., Kass, S. J., e VanWormer, L. (2019) The effects of passive mobile phone interaction on situation awareness and driving performance. *Journal of Transportation Safety & Security*, 1–18. doi:10.1080/19439962.2018.1564947

Vieira, F. S., Torquato, T. L. de L., Larocca, A. P. C., e Simões, A. dos S. A. (2015) Análise da fixação ocular de condutores através de teste de carga mental. Apresentado em XXIX Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET, Associação Nacional de Ensino e Pesquisa em Transportes, Ouro Preto, MG. Obtido de [http://146.164.5.73:20080/ssat/interface/content/anais\\_2015/TrabalhosFormatados/AC838.pdf](http://146.164.5.73:20080/ssat/interface/content/anais_2015/TrabalhosFormatados/AC838.pdf)

Winter, J.D., & Happee, R. (2012). Advantages and Disadvantages of Driving Simulators: A Discussion. *Proceedings of Measuring Behavior 2012* (Utrecht, The Netherlands, August 28-31, 2012)

## AVALIAÇÃO DO PADRÃO DE VIAGENS GERADAS POR UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR EM TAGUATINGA – DF

*Data de aceite: 07/07/2020*

*Data de submissão: 03/04/2020*

### **Juliana Abrantes Tavares**

Centro Universitário de Brasília

Brasília – DF

<http://lattes.cnpq.br/3205391114271573>

### **Edson Benício de Carvalho Júnior**

Universidade Católica de Brasília

Brasília – DF

<http://lattes.cnpq.br/7032871098900569>

**RESUMO:** O presente estudo realizou a caracterização do padrão de viagens geradas por uma Instituição de Ensino Superior, instalada na região de Taguatinga e Águas Claras, no Distrito Federal. O objetivo foi realizar um diagnóstico do padrão de viagens, identificando o perfil socioeconômico dos estudantes e o perfil de mobilidade das viagens geradas, por meio da aplicação de questionários. Também foram realizadas análises quanto às condições de acesso a essa IES e a conformidade com as exigências presentes nas legislações. Os resultados indicam que 75,2% dos alunos utilizam automóvel particular para se deslocar em direção à IES, seja como motoristas ou na condição de carona. Conclui-se que a análise do padrão de viagens observado constitui importante ferramenta para a elaboração de

soluções de mobilidade adequadas para o empreendimento, visando a acessibilidade, segurança e conforto dos usuários, uma vez que esses fatores podem ser decisivos na escolha da IES pelo aluno.

**PALAVRAS-CHAVE:** Caracterização, padrão de viagens, polo gerador de viagens, Instituição de Ensino Superior.

### EVALUATION OF THE PATTERN OF THE TRIPS GENERATED BY A PRIVATE UNIVERSITY IN TAGUATINGA - DF

**ABSTRACT:** The present study carried out the characterization of the pattern of trips generated by a private university, located in the region of Taguatinga and Águas Claras, in the Federal District. The objective was to make a diagnosis of the travel pattern, identifying the socioeconomic profile of the students and the mobility profile of generated trips, through the application of questionnaires. The conditions of access to the university and the compliance with the requirements in the legislations were also analyzed. The results indicate that 75.2% of the students use a private car to travel to the university, either as drivers or as a ride. It is concluded that the analysis of the observed travel pattern is an important tool for the development of suitable mobility solutions for the enterprise, aiming at accessibility, safety and user comfort,

since these factors can be decisive in the choice of university by the student.

**KEYWORDS:** Characterization, trip pattern, trip generation hub, university.

## 1 | INTRODUÇÃO

A demanda por educação no Brasil aumentou significativamente nas últimas décadas, especialmente nas Instituições de Ensino Superior. Esse crescimento fez com que o setor de educação particular do país viesse a se tornar um dos maiores do mundo. Das 2.364 Instituições de Ensino Superior (IES) no Brasil, 87,5% são particulares, com mais de seis milhões de estudantes matriculados, o que corresponde a cerca de 75% do total de universitários. E, no Distrito Federal, a rede de ensino acompanhou o cenário brasileiro. O DF conta com mais de 186 mil universitários, sendo cerca de 150 mil matriculados em IES privadas (INEP, 2016). No entanto, a infraestrutura local não está preparada para atender a tantas demandas de viagens geradas pelas instituições de ensino.

Devido ao forte crescimento territorial e populacional, com severos impactos no uso e ocupação do solo, Brasília apresenta Regiões Administrativas (RA's) congestionadas e com alta densidade veicular, principalmente nos horários de pico. Um estudo realizado em 2017 pela empresa de mobilidade urbana "99", que criou o Índice 99 de Tempo de Viagem – ITV 99, concluiu que a cidade está entre as 10 capitais com o trânsito mais lento no país; os motoristas chegam a gastar 50% a mais de tempo nos percursos realizados (Metrópoles, 2018).

Visto que as IES são empreendimentos de grande porte, que produzem e atraem grandes contingentes de viagens, classificados como Polos Geradores de Viagens (PGV's), a instalação desses empreendimentos altera a dinâmica espacial e viária, impactando significativamente o tráfego de veículos e pessoas. E, na falta de planejamento dessas alterações, trazem também reflexos negativos na qualidade de vida da população, intensificando os problemas de tráfego já existentes e corroborando para o cenário crítico mencionado do trânsito de Brasília. É preciso, portanto, que sejam feitas políticas de melhoria no sistema de mobilidade urbana, buscando maior eficiência e visando minimizar o comprometimento na circulação de veículos e pessoas nos arredores desses empreendimentos.

Com vistas à tal problemática de mobilidade urbana, e considerando o *campus* da IES de Taguatinga como um importante PGV, esse estudo realizou um diagnóstico dos deslocamentos de entrada e saída do referido *campus*. Segundo Kneib et al. (2015), a disponibilização de informações sobre padrão de deslocamento é importante para subsidiar a tomada de decisões e implantação de medidas favoráveis à mobilidade das pessoas e à sustentabilidade melhorando, assim, a qualidade de vida urbana. Desse modo, os gestores da IES e autoridades governamentais podem nortear medidas de intervenção que beneficiem não só a mobilidade, mas também a acessibilidade dos usuários do *campus* por meio de diferentes modos de transporte.



## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Os PGV's podem ser definidos como locais ou empreendimentos de distintas naturezas que tem em comum o desenvolvimento de atividades em porte e escala capazes de exercer grande atratividade sobre a população, produzir um contingente significativo de viagens, necessitar de grandes espaços para estacionamento, cargas e descargas de bens, e embarque e desembarque de pessoas (RedPGV, 2018). Os PGV's afetam os padrões de viagens de uma região. Esses padrões de viagens são definidos como um conjunto de viagens realizadas por motivos distintos, por diferentes modos, dentro de um período fixo de tempo, sendo que o modo como essas viagens são realizadas é influenciado por variáveis relacionadas ao PGV e ao usuário. Ou seja, são as características qualitativas das viagens que formam os padrões de viagens (Souza, 2007).

Essas características dependem de um conjunto de particularidades associadas ao PGV, como a localização, a finalidade, o porte, acessibilidade, número de vagas de estacionamento, entre outros; e também dependem do perfil dos usuários, como a idade e a renda (Goldner, 1994). É importante ressaltar que, no caso das instituições de ensino, as viagens motorizadas ou não motorizadas podem ser classificadas como específicas, uma vez que o motivo é chegar ou sair da instituição.

As viagens específicas motorizadas são aquelas que foram realizadas por condutor que frequenta a instituição, pressupondo um tempo de permanência do veículo no local. O veículo, portanto, chegará à instituição em um determinado horário, caracterizando somente uma viagem atraída, e deixará o local em outro horário, definindo uma viagem produzida. Conseqüentemente, serão referidas como viagens específicas com estacionamento. Também existem as viagens que foram realizadas com o fim específico de levar ou buscar usuários das instituições, por condutor que não frequenta a instituição. O veículo chega e parte da instituição no horário de início e/ou término das aulas, caracterizando no mesmo período duas viagens: uma viagem atraída e outra produzida. Essas viagens serão referidas como específicas sem estacionamento, como é o caso dos pais que levam e pegam as crianças nas escolas (RedPGV, 2011).

Além disso, ainda no caso das instituições de ensino, os períodos em que as viagens são atraídas ou produzidas geralmente coincidem com os horários de pico do tráfego das vias. Portanto, é necessário considerar estas e as demais peculiaridades que compõem o padrão de viagens dos PGV's, em especial os estabelecimentos de ensino, para que possam ser formuladas estratégias que minimizem os impactos na circulação viária de veículos, pedestres e ciclistas nas áreas de influência do empreendimento. Estudos já realizados nesse ramo demonstraram a importância e a necessidade de avaliação dessas especificidades nas instituições de ensino, considerando também as localidades. Bertazzo e Jacques (2010) verificaram em uma avaliação do padrão de viagens em Instituições de Ensino Médio (IEM's) que algumas taxas médias de geração de viagens informadas pelo ITE (*Institute of Transportation Engineers*) não são aplicáveis em Brasília, nem devem ser usadas indiscriminadamente quando se tratar da realidade brasileira, em relação aos trabalhos realizados no exterior para esse tipo de empreendimento.

### 3 | METODOLOGIA

A metodologia do estudo consiste, essencialmente, na coleta e análise de dados a respeito da instituição e de seus usuários, sendo estes, nesta pesquisa, exclusivamente os alunos. As informações básicas sobre a instituição, como o número de alunos matriculados e o número de cursos oferecidos, foram obtidas na coordenação e direção do campus. Já as informações sobre a área do *campus*, número de salas de aula, número de vagas de estacionamento oferecidas e demais dados correlatos, foram fornecidos pelo setor de infraestrutura da IES, mediante autorização do coordenador de curso. Essas informações estão sintetizadas na Tabela 1, e o mapa com a localização da instituição pesquisada está representado na Figura 1.

Para a obtenção dos dados qualitativos que caracterizam o padrão de viagens, foi utilizada como instrumento a aplicação de um questionário para os alunos. Esse questionário foi aplicado via Internet, por meio da plataforma *Google Forms*, que registra as respostas instantaneamente. A escolha desse dispositivo embasou-se na praticidade de aplicação e propagação dos questionários, podendo os usuários divulgarem entre si o formulário de respostas, para atingir o maior número de pessoas, propiciando, assim, maior celeridade no processo de aquisição dos dados de maneira menos burocrática. Antes da aplicação do questionário, foi realizado um pré-teste com um número reduzido de alunos.

As perguntas dos questionários contemplavam questões sobre qual o curso, semestre, tempo gasto nas viagens de ida e volta da instituição, meios de transporte utilizados, renda, e outros aspectos acerca dos usuários do *campus*. O erro amostral tolerável foi adotado como sendo de 5%, e o tamanho da amostra foi de 416 estudantes, o que corresponde a cerca de 11% da população do *campus*. Do total de respostas, 200 foram de alunos do turno matutino, e 216 de alunos do turno noturno.

As informações obtidas através das respostas do questionário aplicado foram agrupadas de modo a distinguir os dados acerca da formação e perfil dos alunos, dos dados sobre as viagens realizadas por esses usuários, para a caracterização do padrão de viagens. Alguns dados foram subdivididos por turno, para melhor percepção de possíveis distinções entre os períodos de estudo. De posse de todas as informações coletadas, foi feita uma análise dos resultados, quanto aos meios de transporte utilizados, tempo de viagem, renda e outros, avaliando se as condições de mobilidade e acessibilidade do *campus* atendem às demandas. Além disso, foi feita uma comparação com as determinações presentes nas legislações vigentes, para averiguar se as exigências foram atendidas.

<b>Endereço</b>	QS 1 – Taguatinga, Lote 1/17; Avenida das Araucárias, Rua 214.	
<b>Natureza Jurídica</b>	Associação privada	
<b>Ramo do Negócio</b>	Educação Superior	
<b>Início das Atividades</b>	2015	
<b>Horário de Funcionamento</b>	Geral	Dias úteis: 7h30 às 23h Sábados: 8h às 18h
	Aulas do Matutino	7h40 às 11h20
	Aulas do Noturno	19h10 às 22h40
<b>Nº de alunos matriculados</b>	Total	3.788
	Turno matutino	1.941
	Turno noturno	1.847
<b>Nº de funcionários</b>	Professores	250
	Colaboradores	78
<b>Nº de cursos oferecidos</b>	Presenciais	13
	EAD	3
<b>Áreas</b>	Área do terreno	15.000 m <sup>2</sup>
	Área construída	14.305,09 m <sup>2</sup>
<b>Salas de Aula</b>	Nº de salas de aula	69
	Área média das salas	65 m <sup>2</sup>
<b>Nº de vagas de estacionamento para alunos</b>	Privativo	127
	Público	650
	Motocicletas e bicicletas	30

Tabela 1 – Informações gerais sobre a IES, no 2º semestre de 2018.

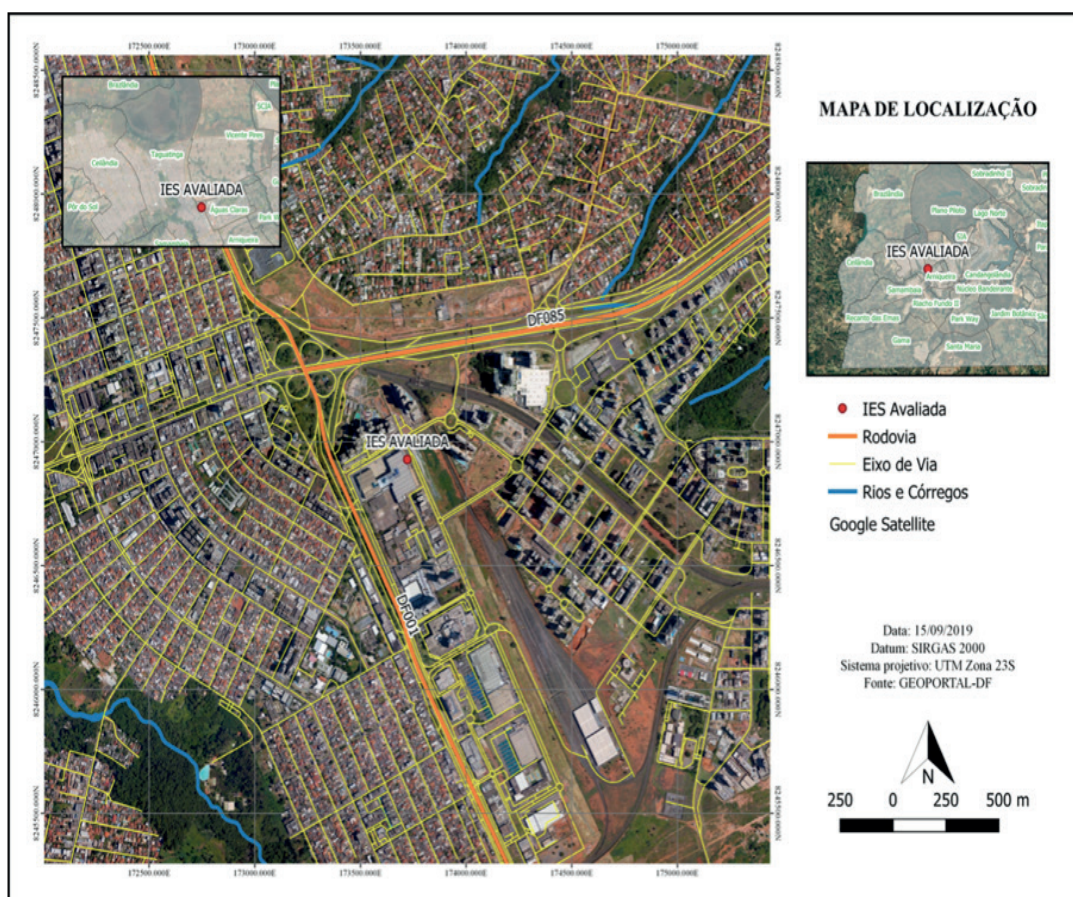


Figura 1 – Mapa de localização da IES

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Caracterização do usuário do *campus*

Nos resultados da pesquisa, foi possível observar uma predominância de indivíduos do sexo feminino (64,7%), contra masculino (35,3%). Verificou-se também que grande parte dos alunos que responderam o questionário são estudantes de Engenharia Civil (27%), fato que pode ser devido à maior facilidade de contato com esses alunos.

Quanto ao perfil socioeconômico dos alunos, cerca de 45,4% dos estudantes pesquisados não trabalham, sendo 29,6% alunos do turno matutino, e 15,8% do noturno. Já 43,6% possuem algum ofício e estão enquadrados na modalidade de estágio, sendo 12,3% alunos do turno matutino, e 31,3% alunos do noturno. A maioria dos alunos que não trabalham são do turno matutino e entre os alunos do turno noturno, 69% possuem algum ofício, enquanto no turno matutino, apenas 38,5% trabalham, formal ou informalmente, ou estagiam. Esses dados podem ser observados na Figura 2, na qual para efeitos desta pesquisa, considera-se trabalho formal o emprego com carteira assinada, os servidores públicos e os empresários.

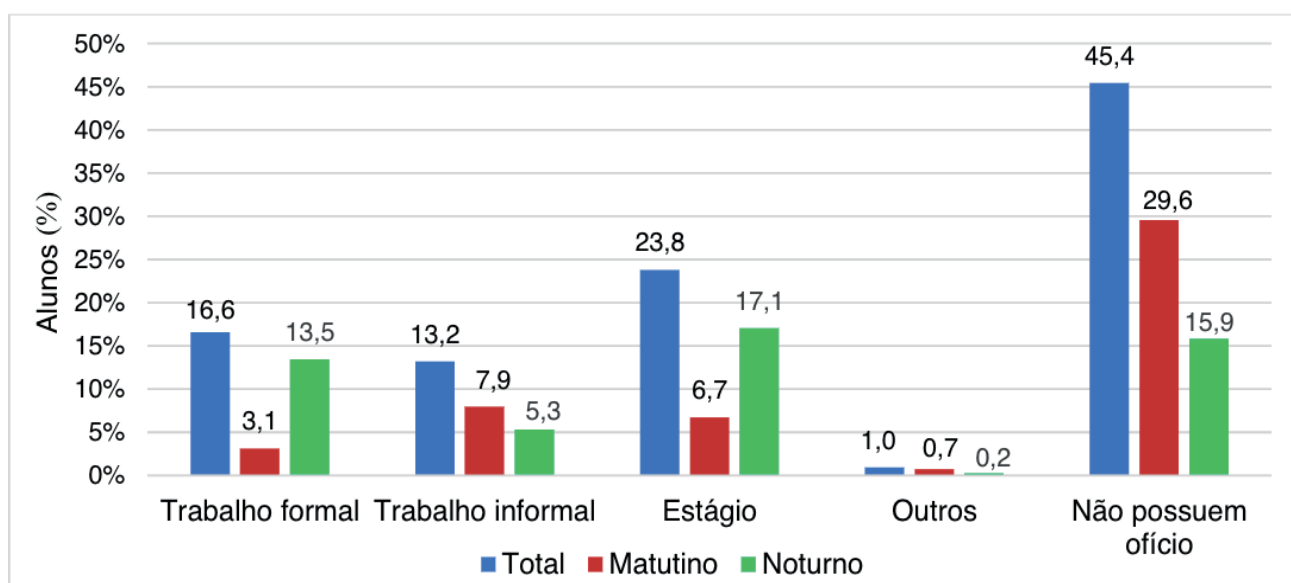


Figura 2 – Percentual de alunos que possuem ofício (total e por turno)

Em relação à renda familiar dos estudantes, a distribuição de renda não apresentou maiores disparidades, nem mesmo entre os turnos, fato que pode ser observado na Figura 3. No entanto, vale salientar que existem muitos alunos com renda familiar relativamente baixa. Quase metade (46,4%) dos estudantes pesquisados possuem renda familiar de, no máximo, 6 salários mínimos, o que corresponde a R\$5.724,00, sendo R\$954,00 o valor do salário mínimo no ano-base 2018. Verifica-se que 12,74% dos alunos relataram possuir renda familiar de até 2 salários mínimos, pertencendo à classe E, na classificação de classes sociais do IBGE, conforme a Tabela 2; aproximadamente 16,35% pertencem à classe D, enquanto o valor mais elevado da tabela é dos estudantes que pertencem à classe C (43,5%); e, por fim, 27,4% dos alunos pesquisados são enquadrados nas classes sociais A ou B.

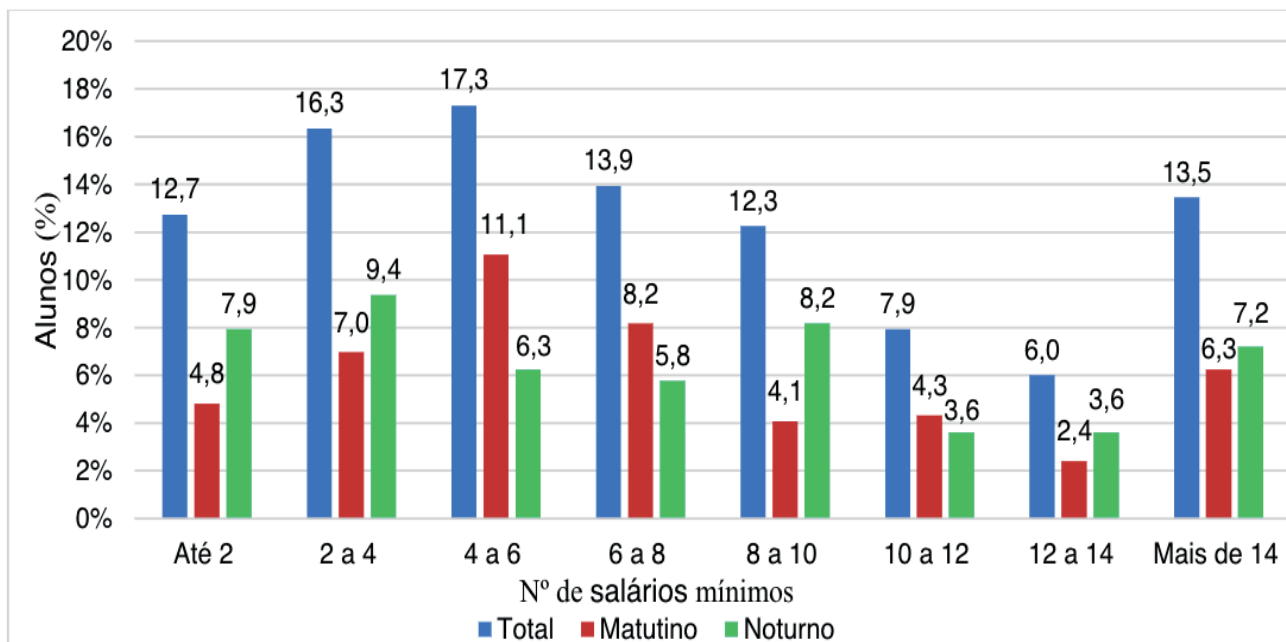


Figura 3 – Renda familiar dos alunos (total e por turno)

Classe	Nº de salários mínimos (SM)	Renda familiar em 2018
A	Acima de 20 SM	R\$19.080,01 ou mais
B	De 10 a 20 SM	R\$9.540,01 a R\$19.080,00
C	De 4 a 10 SM	R\$3.816,01 a R\$9.540,00
D	De 2 a 4 SM	R\$1.908,01 a R\$3.816,00
E	Até 2 SM	Até R\$1.908,00

Tabela 2 – Classes sociais por salário mínimo (SM). Fonte: IBGE, 2018.

## 4.2 Análise das viagens dos usuários

Foi possível avaliar quais os principais modos de transporte utilizados pelos alunos e verificar o uso do estacionamento privativo fornecido pela instituição, no caso dos alunos que utilizam automóvel particular para a locomoção em direção ao campus, sendo importante destacar que os alunos podem utilizar mais de um meio de transporte, o que foi devidamente considerado no questionário aplicado. Na Tabela 3 observa-se a predominância da utilização de automóvel particular (53,6%), na condição de motorista do mesmo, para a realização das viagens atraídas (ida) ou produzidas (volta) pela instituição, podendo provocar congestionamento nas proximidades do campus e falta de vagas de estacionamento. Vale ressaltar que uma parcela significativa dos alunos também utiliza automóvel particular para a locomoção, mas na condição de carona. Nesse caso, são 21,6% na ida e 19,2% na volta. Ou seja, quase 75% dos alunos pesquisados utilizam automóvel particular, seja como motorista, ou como carona. Além disso, dos alunos que alegaram utilizar o modo “automóvel motorista”, foi questionado aos mesmos se fazem uso do estacionamento privativo fornecido pela IES. Um total de 55,6% utiliza o estacionamento com frequência, 20,6% esporadicamente e o restante (23,3%) não utiliza o estacionamento.

Meio de transporte	Ida para o campus			Volta do campus		
	Total	Matutino	Noturno	Total	Matutino	Noturno
Automóvel motorista	53,6%	23,3%	30,3%	53,6%	23,3%	30,3%
Automóvel carona	21,6%	13,9%	7,7%	19,2%	9,6%	9,6%
A pé	18,3%	10,3%	7,9%	18,5%	10,8%	7,7%
Bicicleta	1,0%	0,7%	0,2%	0,5%	0,3%	0,2%
Motocicleta	1,7%	0,0%	1,7%	1,7%	0,0%	1,7%
Táxi/Uber	11,8%	8,2%	3,6%	11,5%	7,7%	3,8%
Transporte escolar	1,2%	0,5%	0,7%	3,6%	1,0%	2,6%
Transporte público	43,8%	21,6%	22,1%	40,6%	25,2%	15,4%

Tabela 3 – Distribuição percentual dos modos de transporte, em relação ao total de respostas

Foi realizada uma análise da renda dos alunos que dirigem automóvel particular nos deslocamentos mencionados e que utilizam o estacionamento privativo da instituição. Verificou-se que, dos 223 motoristas, apenas 52 utilizam sempre o estacionamento pago. Dos 52 alunos que o utilizam sempre, 30 possuem renda familiar superior a 8 salários mínimos; ou seja, 57,7%. Portanto, a não utilização do estacionamento privativo pela maioria dos motoristas pode ser devido ao preço – atualmente R\$5,00 por dia, já que o público que faz o uso do mesmo possui renda familiar mais elevada.

O segundo meio de transporte mais utilizado pelos alunos é o transporte público, com um total percentual de 43,8% dos alunos utilizando esse meio na ida para a instituição, e 40,6% na volta da mesma, estando incluídas neste modo as viagens via metrô e ônibus. A pesquisa revelou uma queda percentual de 22,1% na ida, para 15,4% do uso desse transporte entre os alunos da noite, na volta da instituição, mostrando que há uma migração no meio de transporte escolhido nesse período. Esse fato pode estar associado à falta de segurança, de modo geral, no horário de saída das aulas do período noturno, que ocorre às 22h40.

Para melhor avaliar as condições de acessibilidade, segurança e conforto dos usuários do transporte público, foram localizados os principais acessos a esses meios mais próximos do *campus*, e analisados os trajetos desses locais até a instituição, observando a situação das calçadas, travessias e iluminação. A Figura 4 a seguir mostra trechos do trajeto partindo da estação de metrô mais próxima – Estação Concessionárias – até o *campus*.



Figura 4 – Condições do trajeto da estação de metrô mais próxima até o *campus*.

Na Figura 4 é possível verificar a falta de manutenção e instalação de calçadas adequadas para os pedestres, com trechos descontínuos e, em alguns deles, inacessíveis para Portadores de Necessidades Especiais (PNE's). Faltam faixas de pedestre, havendo apenas uma faixa para travessia em todo o percurso. Nos segmentos são apresentados também trechos em que há matagais e árvores nas proximidades, fazendo com que, à noite, se tornem locais perigosos e facilitadores da ação de meliantes, como consequência da baixa iluminação, comprometendo a segurança dos pedestres. Vale destacar que não somente os usuários de transporte público podem percorrer esses trajetos, mas também os alunos que vão a pé para a instituição, e que possuem representatividade na pesquisa – 18,3% dos pesquisados vão a pé para o *campus* e 18,5% voltam a pé do mesmo.

Os problemas existentes comprometem a qualidade da infraestrutura do *campus*, de acordo com indicadores apontados por Silva e Oliveira (2016), conforme Tabela 4, especialmente nos quesitos de infraestrutura de acesso ao *campus* e a infraestrutura para transporte público urbano. Esses e os demais indicadores da Tabela 4 foram considerados os de maior relevância quanto à infraestrutura dos PGVs, para o diagnóstico e planejamento de mobilidade de grandes PGV's.

Indicador de infraestrutura	Definição
Infraestrutura de acesso ao <i>campus</i>	Qualidade, localização e número de entradas do <i>campus</i> disponíveis para pedestres e ciclistas
Infraestrutura cicloviária	Extensão, qualidade, localização da infraestrutura, próximo e dentro do <i>campus</i>
Disponibilidade de bicicletários	Número, distribuição, localização e estado de conservação e segurança dos bicicletários dentro do <i>campus</i>
Qualidade das calçadas dentro e de acesso ao <i>campus</i>	Largura e condições adequadas de manutenção das calçadas internas e no perímetro do <i>campus</i>

Instalações de suporte para modos alternativos	Disponibilidade, localização e qualidade de vestiários, bebedouros, guarda-volumes, etc.
Qualidade das vias no campus	Avaliação das condições do pavimento e da sinalização vertical e horizontal
Infraestrutura de estacionamento	Capacidade das áreas de estacionamento para atender à demanda
Infraestrutura para transporte público urbano	Avaliação do acesso aos pontos de ônibus (distância, iluminação, segurança, etc.) e aos pontos de recarga do passe

Tabela 4 – Indicadores de infraestrutura. Fonte: Silva e Oliveira (2016).

Por fim, verificou-se também a falta de ciclovias nos trajetos realizados pelos alunos, registrados apenas 4 alunos, dos 416 pesquisados, utilizando esse meio para a realização dos deslocamentos. É importante que haja a inclusão da bicicleta como meio de transporte na matriz de deslocamentos urbanos, quando consideradas as viagens de curta e media distância. E a implantação de ciclovias, com projetos que ofereçam à população essa opção de transporte com segurança e conforto, pode promover a integração entre meios de transporte, melhorar as condições do meio ambiente, reduzir a poluição atmosférica e sonora, e outros benefícios (Velloso, 2015).

#### 4.3 Localidades de origem e destino das viagens

A localização da origem e do destino das viagens geradas pelos PGM's interfere no fluxo de veículos e pessoas nas adjacências desses empreendimentos, e influi diretamente no tempo de duração dessas viagens. Por isso, foram elencadas no questionário aplicado aos alunos as principais RAs do DF nas proximidades do campus em questão, com objetivo de ter conhecimento sobre os locais de origem e destino das viagens realizadas por esses alunos, identificando também se as viagens partem ou chegam a residência, trabalho, ou outros locais.

Verificou-se que, dos locais de origem e destino das viagens, as três regiões com maior número de alunos são: Águas Claras, com 23,6% das viagens partindo desse local e 24% chegando a essa RA; Taguatinga, de onde saem 22,4% das viagens e chegam 22,8%; e Ceilândia, com 9,6% das viagens de ida para o campus e 10% das viagens de volta; seguidas de Vicente Pires e Samambaia, que também apresentaram número significativo de alunos partindo ou chegando a essas regiões.

Quanto ao tipo do local de origem e destino das viagens, constatou-se na pesquisa que a maior parte das viagens geradas pelo empreendimento tem como origem e destino a residência, uma vez que 80% dos locais de origem são classificados como tal, e 91,1% dos locais de destino são residência, levando à conclusão de que a maioria dos estudantes residem em Águas Claras, Taguatinga e Ceilândia. Ademais, é possível também avaliar que há uma disparidade em relação aos turnos matutino e noturno. Quase todos os alunos do matutino (98%) saem de suas residências para a instituição, e o destino após as aulas é também residência (83%); apenas 14,5% dos alunos desse turno dirigem-se para o trabalho



ao término das aulas. Já entre os alunos do turno noturno, o percentual de alunos que saem de suas residências para a instituição cai para 63,4%, pois 35% desses alunos tem o trabalho como local de origem até a instituição. Esses fatores revelam, portanto, que o perfil dos alunos do turno matutino é diferente dos alunos do noturno e os dados mencionados estão representados nas Figuras 5 e 6.

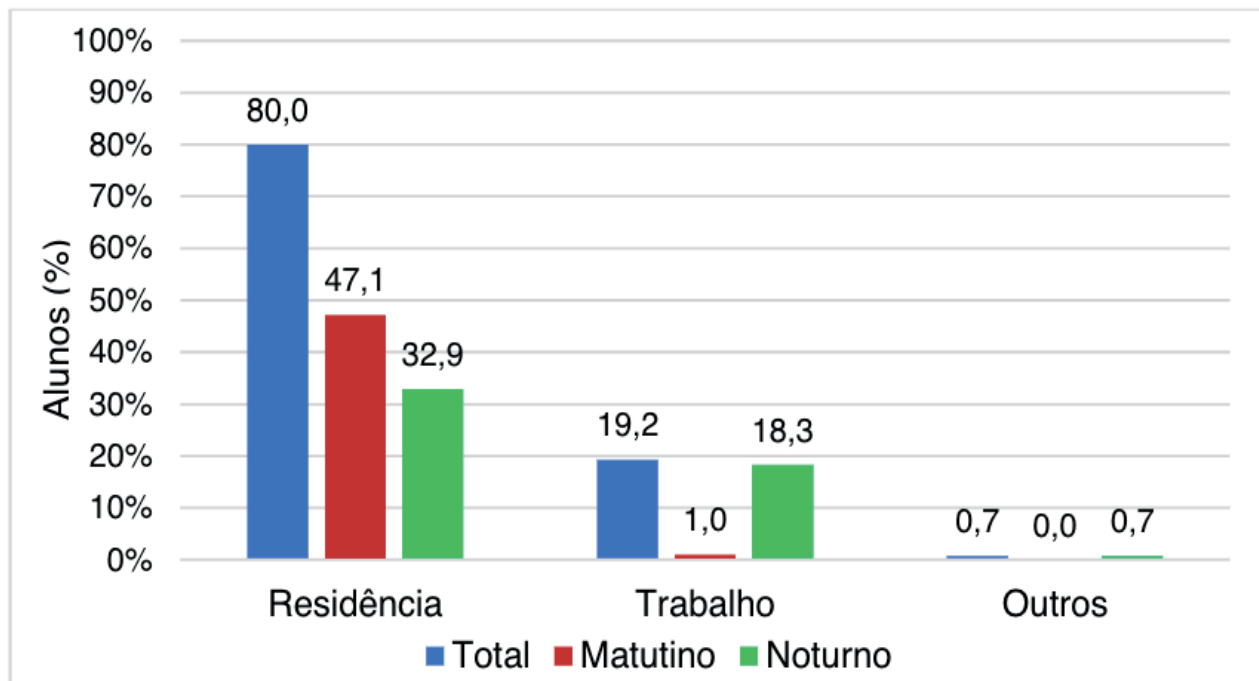


Figura 5 – Classificação dos locais de origem das viagens

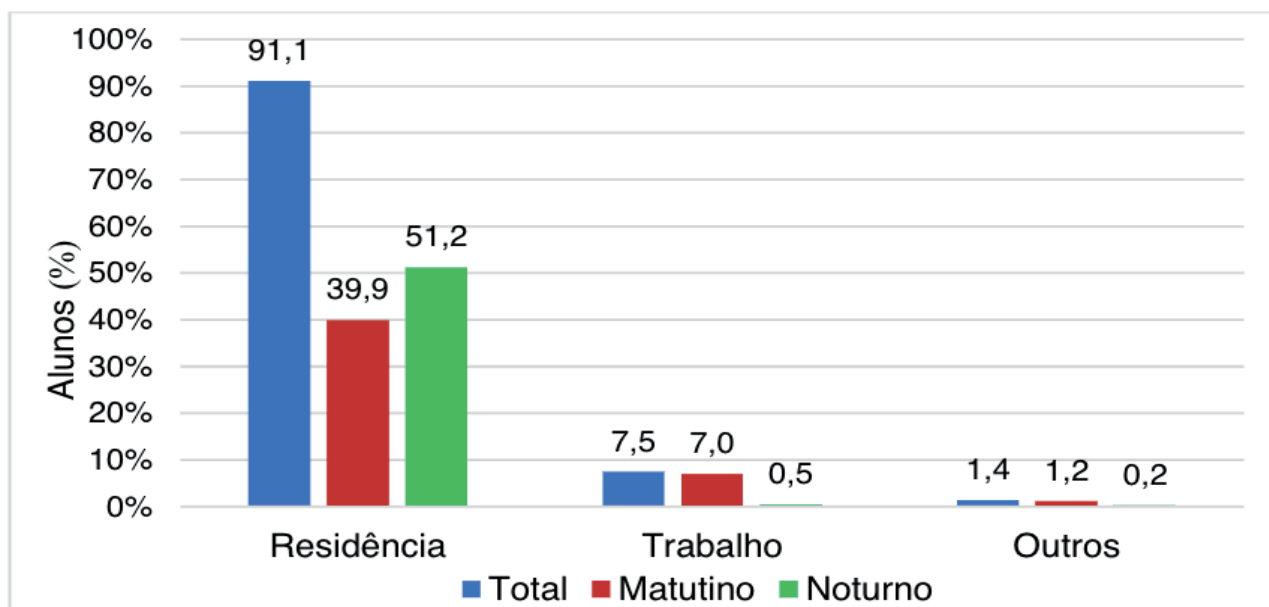


Figura 6 – Classificação dos locais de destino das viagens

#### 4.4 Frequência e duração das viagens

Nesta seção, são apresentados os dados obtidos dos questionários acerca dos dias da semana em que os alunos frequentam a IES, e sobre qual o tempo de duração dos percursos

de ida e volta da instituição, com a finalidade de avaliar se existem dias da semana em que o número de viagens é mais elevado e se o tempo médio gasto nos trajetos dessas viagens é considerado adequado.

Os resultados obtidos indicaram que, com exceção de sábado, em que o período de aulas é reduzido, as viagens ocorrem regularmente em todos os dias da semana, não havendo variações significativas entre os dias da semana, nem mesmo entre os turnos matutino e noturno. Quanto ao tempo de duração das viagens, tanto nos trajetos de ida, como nos de volta, predomina o tempo de viagem de 10 a 20 minutos. Esse fato é consequência dos locais de origem e destino das viagens, que, em verificação dos dados da pesquisa, constatou-se que, os alunos que levam de 10 a 20 minutos nessas viagens, possuem como local de origem ou destino regiões com distância média até o *campus* não superior a 10 quilômetros (Águas Claras, Arniqueiras, Ceilândia, Colônia Agrícola Samambaia, Guará, Samambaia, Taguatinga e Vicente Pires).

Em análise comparativa entre os turnos, entre os alunos do turno matutino, não há grandes variações entre os tempos de ida e de volta, mantendo-se aproximadamente os mesmos tempos dos deslocamentos. No entanto, entre os alunos do turno noturno, verifica-se que o tempo de volta diminui consideravelmente, havendo aumento do número de alunos que levam até 20 minutos no deslocamento de volta da instituição – aumento de 53,5%, em relação ao de ida, e diminuição do número de alunos que gastam 20 minutos ou mais nesses percursos – queda de 45,2%, o que pode ser observado nas Figuras 7 e 8. Esse comportamento dos dados pode estar associado aos horários de início e término das aulas. No turno matutino, as aulas têm início às 7h40 e término às 11h20, horários coincidentes com o pico de trânsito nas regiões do DF. E, no turno noturno, as aulas se iniciam às 19h10 e terminam às 22h40, sendo o horário de início também coincidente com o horário de pico de trânsito em Brasília, mas o horário de término é um período em que a cidade possui baixo volume de tráfego, por isso a diminuição do tempo de volta da instituição entre os alunos do noturno.

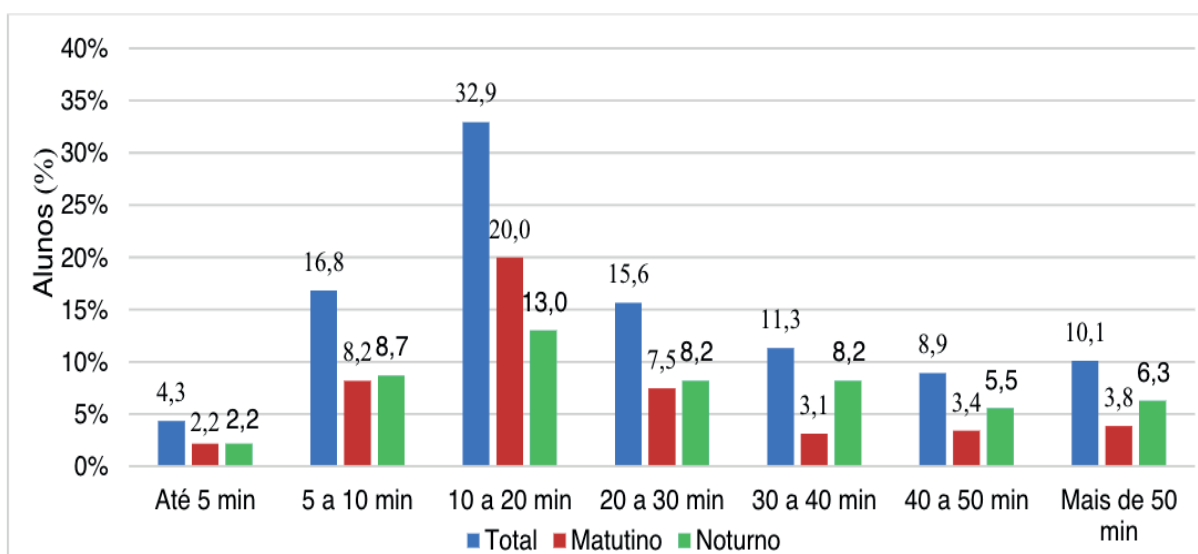


Figura 7 – Tempo de duração do trajeto de ida para a instituição.

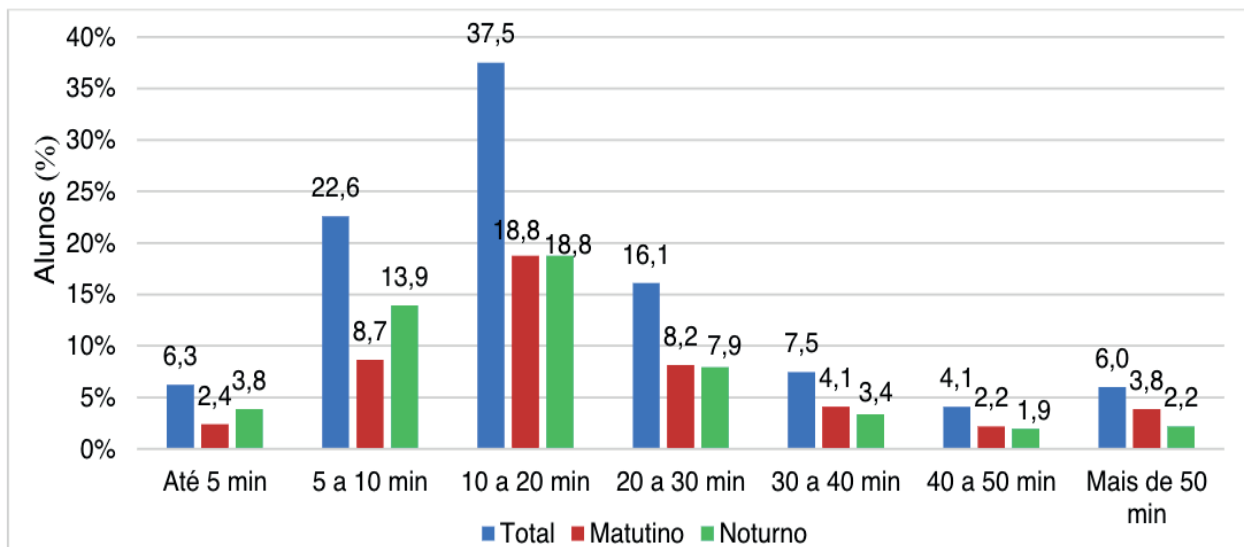


Figura 8 – Tempo de duração do trajeto de volta da instituição.

## 5 | ANÁLISE QUANTO À LEGISLAÇÃO

A legislação do DF estabelece que, para concessão de alvará de construção ou licença urbanística cabível, os empreendedores dos PGV's devem pagar a taxa de Contrapartida de Mobilidade Urbana, e obter o Termo de Anuência, documento expedido pelo órgão de trânsito responsável pela circunscrição das vias próximas ao empreendimento, que atesta a adequação do projeto apresentado quanto aos parâmetros de acesso e áreas para estacionamento. Tais exigências, presentes na Lei nº 5.632 (2016), apontam para modificação em relação às determinações presentes anteriormente no Decreto nº 35.452 (2014), não sendo mais necessária a realização do Relatório de Impacto de Trânsito (RIT). Essa mudança pode trazer prejuízos para o tráfego nas localidades próximas aos PGV's, uma vez que, se os empreendedores não necessitam mais de estudo prévio do impacto de trânsito provocado por esses estabelecimentos, pode haver descontrole das alterações ocasionadas pela implantação desses PGV's, dificultando a implantação das medidas mitigatórias ou compensatórias para os impactos causados.

Além das determinações citadas, a legislação do DF institui que os PGV's devem atender critérios quanto ao número de vagas de estacionamento oferecidas e, em relação ao uso e ocupação do solo, deve haver conformidade com o limite máximo do coeficiente de aproveitamento, que é a relação entre a área edificável e a área do terreno. Tratando-se do número de vagas de estacionamento, o Código de Edificações do Distrito Federal (COE/DF) exige que o estabelecimento ofereça uma vaga para cada 50m<sup>2</sup>. Logo, para a área construída do terreno, são exigidas 286 vagas para automóveis; para bicicletas, é exigida uma vaga a cada 150m<sup>2</sup>, necessitando, portanto, de aproximadamente 95 vagas; e para motocicletas, são necessárias 19 vagas (uma vaga a cada 15 das destinadas aos automóveis). O COE/DF menciona, ainda, que o número de vagas exigido pode ser complementado em até 50%

pelas vagas de estacionamento público, quando estas estão localizadas a até 100 metros do estabelecimento. Como a instituição fornece 127 vagas privadas para automóveis, e havendo 650 vagas no estacionamento público, a mesma dispõe de 452 vagas, atendendo ao critério estabelecido pela legislação. No entanto, não atende ao número de vagas para bicicletas, pois são apenas 30 vagas para bicicletas e motocicletas.

Por fim, o Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal (PDOT) dispõe que sejam cumpridas, por parte das autoridades governamentais, as diretrizes setoriais para o transporte e para o sistema viário. O governo do DF deve garantir a acessibilidade dos usuários ao sistema de transporte coletivo, priorizando o uso do mesmo, e promover a acessibilidade de pedestres e ciclistas ao sistema de transporte. Na seção 4.2 deste estudo foram avaliadas as condições de acessibilidade para os usuários do transporte público e constatou-se que existem muitas falhas que comprometem a segurança, conforto e acessibilidade dos usuários, deixando lacunas no cumprimento das diretrizes estabelecidas.

## 6 | CONCLUSÃO

O diagnóstico realizado permitiu identificar as características qualitativas que formam o padrão de viagens geradas pelo empreendimento. As características observadas foram as localidades de origem e destino das viagens, o tempo de duração dessas viagens, os modos de transporte mais utilizados pelos alunos e o perfil socioeconômico desses estudantes, fatores que influenciam diretamente nos aspectos de mobilidade das viagens.

Verificou-se que o meio de transporte mais utilizado pelos alunos é o automóvel particular, seguido do transporte público e, nesse sentido, melhorias devem ser feitas, levando em consideração a segurança, conforto e acessibilidade dos usuários que utilizam esses e outros meios de transporte, uma vez que os problemas encontrados comprometem a qualidade da infraestrutura de acesso ao campus e da infraestrutura para transporte público urbano. Foi possível concluir também que há uma predominância de tempo de 10 a 20 minutos nos deslocamentos realizados pelos alunos, devido a esses deslocamentos possuírem origem e destino próximos ao empreendimento, sendo os três principais locais de origem e destino as RA's Águas Claras, Taguatinga e Ceilândia.

Desse modo, o estudo realizado contribui ao oferecer uma caracterização das viagens realizadas pelos usuários do campus da IES. Os gestores da IES podem, como essas informações, elaborar um plano de mobilidade que proponha soluções para os problemas apontados contribuindo para a qualidade, conforto e segurança na circulação dos estudantes.

## REFERÊNCIAS

BERTAZZO, A.B. S. e JACQUES, M. A.P. (2010), **Estudo da Geração de Viagens em Instituições de Ensino Médio**. TRANSPORTES, v. 18, n. 2, p. 90-99.

GOLDNER, L. G (1994), **Uma metodologia de impactos de shopping centers sobre o sistema viário**

**urbano.** Tese de Doutorado do Programa de Engenharia de Transportes da COPPE UFRJ, Rio de Janeiro, RJ.

GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL (2014). **Decreto nº 35.452 de 22 de maio de 2014**, Diário Oficial Nº 102, Anexo III, Brasília, DF.

GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL (2018), **Código de Edificações do Distrito Federal**. Decreto nº 39.272 de 02 de agosto de 2018. Capítulo II, seção II, subseção VI, Brasília, DF.

GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL (2016), **Lei nº 5.632 de 17 de março de 2016**, Art. 2º, Brasília, DF.

GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL (2009), **Plano Diretor De Ordenamento Territorial Do Distrito Federal** – PDOT. Lei Complementar nº 803 de 25 de abril de 2009, Art. 18º e art. 20º, Brasília, DF.

IBGE (2018), **Geociências: Indicadores Sociais Mínimos**.

INEP (2016), **Microdados, Censo da Educação Superior**.

KNEIB, E. et al. (2015), **Deslocamentos e Mobilidade Urbana no Campus Samambaia Goiânia** – GO. Revista UFG, Ano XV Nº 17. Goiânia, GO.

METRÓPOLES (2018), **Brasília Está Entre as 10 Cidades com Pior Trânsito no País**. 2018. Disponível em: <<https://www.metropoles.com/distrito-federal/brasilia-esta-entre-as-10-cidades-com-pior-transito-no-pais>> Acesso em: 29 ago. 2018.

REDPGV (2011), **Polos Geradores de Viagens Orientados à Qualidade de Vida e Ambiental: Estabelecimentos de Ensino**. Rede Ibero-Americana de Estudo em Polos Geradores de Viagens, Rio de Janeiro.

REDPGV (2018), **Conceitos: O que é um PGV**. Rede Ibero-Americana de Estudo em Polos Geradores de Viagens, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php/pt-BR/conceitos/o-que-e-um-pgv>> Acesso em: 02 set. 2018.

SILVA, A. N. R. e OLIVEIRA, A. M. (2016), **Construção e Validação de um Índice para o Planejamento da Mobilidade com Foco em Polos Geradores de Viagens**. TRANSPORTES, v. 24, n. 3, p. 29-37.

SOUZA, S. C. F. (2007). **Modelos Para Estimativa de Viagens Geradas por Instituições de Ensino Superior**. Universidade de Brasília, Brasília, DF.

VELLOSO, M. S. (2015), **Planejamento Cicloviário do DF – Passado, Presente e Futuro**. Texto Para Discussão, v.2, p. 1-47.

## O IMPACTO DA OPERAÇÃO DO SISTEMA FERROVIÁRIO DE PASSAGEIROS DO RIO DE JANEIRO NAS EMISSÕES TOTAIS DE CO<sub>2</sub> DO SETOR DE TRANSPORTES DA CIDADE

Data de aceite: 07/07/2020

### Carlos Eduardo Sanches de Andrade

Universidade Federal de Goiás (UFG)  
Faculdade de Ciência e Tecnologia (FCT) –  
Engenharia de Transportes  
Aparecida de Goiânia – GO

### Márcio de Almeida D'Agosto

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de  
Transportes (COPPE/PET)  
Rio de Janeiro - RJ

### Alessandro de Santana Moreira de Souza

Universidade do Grande Rio (UNIGRANRIO)  
Tecnologia em Logística  
Rio de Janeiro – RJ

**RESUMO:** As emissões de gases de efeito estufa, principalmente o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), têm sido objeto de preocupação da comunidade científica em todo o mundo. As nações, incluindo o Brasil, assumiram, na Convenção do Clima em Paris, compromissos de redução dessas emissões. O transporte é um grande emissor desses gases. O Estado do Rio de Janeiro estabeleceu legislação estabelecendo metas de redução. O transporte ferroviário de passageiros tem, geralmente, emissão menor que outros meios de transporte e deve ser considerado como solução de

transporte de baixa emissão, contribuindo para que as metas de redução compromissadas sejam atingidas. Em 2016 a emissão média do sistema ferroviário de passageiros do Rio de Janeiro (Supervia) foi aproximadamente 5,5 gramas de CO<sub>2</sub> por passageiro-quilômetro, cerca de 3 a 37 vezes menor que automóveis e ônibus analisados. Foram consideradas as emissões na produção da energia e no uso dos veículos de transportes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Emissões, CO<sub>2</sub>, transporte ferroviário, energia, supervia.

### THE IMPACT OF THE OPERATION OF THE RIO DE JANEIRO PASSENGER RAILROAD SYSTEM ON THE TOTAL CO<sub>2</sub> EMISSIONS OF THE CITY TRANSPORT SECTOR

**ABSTRACT:** Emissions of greenhouse gases, mainly carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), have been the object of concern for the scientific community worldwide. Nations, including Brazil, made, in the Paris Climate Convention, commitments to reduce these emissions. Transport is a major emitter of these gases. The State of Rio de Janeiro has established legislation establishing reduction targets. Passenger rail transport generally has a lower emission than other means of transport and should be considered as a low emission transport solution, contributing to the commitment reduction targets being achieved.

In 2016, the average emission of the passenger rail system in Rio de Janeiro (Supervia) was approximately 5.5 grams of CO<sub>2</sub> per passenger-kilometer, about 3 to 37 times less than the cars and buses analyzed. Emissions were considered in the production of energy and in the use of transportation vehicles.

**KEYWORDS:** Emissions, CO<sub>2</sub>, rail transport, energy, supervia.

## 1 | INTRODUÇÃO

A preocupação com o meio ambiente, a nível mundial, está relacionada ao agravamento das condições ambientais decorrentes dos processos de industrialização e urbanização (Vasconcellos, 2006).

Na Rio 92, Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992, representantes de 179 países consolidaram uma agenda global para minimizar os problemas ambientais mundiais (UNFCCC, 1992). É reconhecido pela comunidade internacional que a concentração de certos gases na atmosfera, conhecidos como GEE – Gases de Efeito Estufa, produz o efeito conhecido como aquecimento global, aumentando a temperatura média do planeta. Esse aumento na temperatura ocasiona alterações climáticas em várias regiões do planeta, causando efeitos indesejáveis, como redução das geleiras, aumento do nível do mar, maremotos, calor ou frio excessivo, etc. O principal gás de efeito estufa é o CO<sub>2</sub> - dióxido de carbono (IPCC, 2014). Os setores de geração de eletricidade e calor, indústria e de transportes são grandes emissores de CO<sub>2</sub>, produzidos pela queima de combustíveis fósseis, responsáveis em conjunto por 60% da emissão mundial em 2010 (EPA, 2017a).

No período de 1970 a 2015 a concentração dos GEE cresceu 43 % atingindo 401 partes por milhão (EPA, 2017b). Segundo o IEA (2009), o setor de transportes é responsável por 23% do total de emissões de GEE (relacionadas à energia) do mundo, fatia que deve crescer 50% até 2030. Ao longo dos anos as nações e muitas cidades vêm assumindo compromissos com ações de mitigação das emissões de GEE, como a cidade de Londres, que estabeleceu programa de redução de emissões de carbono no setor de transportes, cortando 60% das emissões até 2025, tendo como base o ano de 1990 (LU, 2009). Em Portugal, a cidade do Porto estabeleceu uma meta de redução de 45% até 2020, em relação a 2004 (ADEPORTO, 2010), enquanto que a cidade de Lisboa estabeleceu meta de 20% de redução entre 2013 e 2020, tendo como base o ano de 2012 (LISBOA e-NOVA, 2014). Na cidade de Nova Iorque foi planejada uma redução de 30% das emissões até 2030, comparado a 2005 (PlaNYC, 2007).

O objetivo deste trabalho é avaliar a contribuição ambiental proporcionada pela operação de sistemas ferroviários de passageiros, visando à redução das emissões totais de CO<sub>2</sub> do setor de transportes de uma região. A aplicação do trabalho ocorreu com o sistema ferroviário de passageiros da cidade do Rio de Janeiro – Supervia. Serão aplicados os procedimentos de cálculo da emissão, em gramas de CO<sub>2</sub> (gCO<sub>2</sub>) por passageiro-quilômetro (pass-km), e

em gCO<sub>2</sub> por passageiro transportado, na operação desse sistema, durante todos os meses do ano de 2016. Posteriormente, o resultado encontrado da emissão produzida da Supervia será comparado com os resultados das emissões produzidas pelos principais modos de transporte rodoviário do Brasil (automóveis e ônibus), a fim de comprovar os benefícios ambientais de redução de emissões proporcionados pela operação do transporte ferroviário de passageiros.

A Supervia é uma concessionária de transporte, sendo o serviço privado iniciado no dia 1º de novembro de 1998, com previsão de vigorar durante 25 anos. A concessão foi renovada antecipadamente em novembro de 2010. Com isso, o serviço ferroviário de passageiros do Rio de Janeiro continua sob a responsabilidade da iniciativa privada até o ano de 2048.

A concessionária Supervia tem sob seu controle a administração, manutenção e operação de toda a malha do transporte ferroviário de passageiros do Rio de Janeiro com um total de 270 quilômetros de extensão e com 102 estações, distribuídos conforme abaixo:

- 5 ramais (Deodoro, Santa Cruz, Japeri, Belford Roxo e Gramacho/Saracuruna).
- 3 extensões (Paracambi, Vila Inhomirim e Guapimirim).

A Supervia atende 12 municípios do Estado do Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, Duque de Caxias, Nova Iguaçu, Nilópolis, Mesquita, Queimados, São João de Meriti, Belford Roxo, Japeri, Paracambi, Magé e Guapimirim.

Em 2016, foram transportados aproximadamente 180 milhões de passageiros, que representa um aumento de 2% com relação ao ano anterior. O sistema de tração ferroviária é composto basicamente pela operação de trens elétricos. Apenas as linhas Saracuruna - Vila Inhomirim e Saracuruna - Guapimirim são operadas com trens a diesel, mas se trata de uma parcela muito pequena do total de trens em operação (a grade horário para esses serviços tem apenas 3 trens nos dias úteis e 2 trens nos finais de semana).

A frota atual da Supervia é composta por 201 trens, com diferentes números de carros para cada composição.

## 2 | DIAGNÓSTICO

No Brasil, a participação do setor de transportes nas emissões de GEE é ainda maior que a média mundial. A quantidade de GEE emitidos pelo setor de transportes do país atingiu, em 2016, 45% do total de emissões associadas à matriz energética brasileira (EPE, 2017). Os veículos rodoviários são responsáveis pela geração de mais de 210 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> (MMA, 2013) e os poluentes atmosféricos locais liberados pelos mesmos – MP, NO<sub>x</sub> e SO<sub>x</sub> – acarretam um alto custo anual por doenças respiratórias, que atinge o patamar de R\$ 7,9 bilhões de reais (ANTP, 2012), o equivalente a 0,35% do PIB. Segundo a IEA (2012), o transporte rodoviário é responsável pela maioria das emissões do setor de transporte e o crescimento estimado é que as viagens rodoviárias sejam dobradas até 2050, caso nenhuma ação seja tomada.

No Rio de Janeiro a situação é ainda pior, estimando-se que 66% das emissões do



município estejam associadas ao setor de transportes (SMAC-RJ e COPPE, 2011). De fato, mais de 90% das viagens motorizadas são realizadas em transporte rodoviário (SETRANS-RJ, 2017).

Na Conferência do Clima de Paris, em dezembro de 2015, o Brasil assumiu compromisso de reduzir suas emissões em 37% até 2025 e 43% até 2030, em relação ao ano de 2005 (CAT, 2017). Outros países também assumiram compromissos de redução. A comunidade científica recomenda que o aumento na temperatura média do planeta não deve exceder de 2 graus Celsius, sob pena de graves implicações no clima. Os planos traçados nessa conferência atendem a esse objetivo. Um plano mais ambicioso pretende que esse aumento não ultrapasse 1,5 graus Celsius.

Em consonância com os esforços do país o Estado do Rio de Janeiro fixou pelo decreto nº 43.216 de 30/09/2011, objetivos de redução de 30% das emissões em transportes entre 2010 e 2030, enquanto que o Estado de São Paulo aprovou o decreto nº 58.107 de 05/06/2012, que estabeleceu objetivos de redução de 20% das emissões até 2020, tendo por base o ano de 2005. A Cidade do Rio de Janeiro foi uma das primeiras no país a definir uma Política Municipal de Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Sustentável, estabelecendo metas de redução de emissões de gases do efeito estufa para os próximos anos: até 8% em 2012, até 16% em 2016 e até 20% em 2020, com relação às emissões registradas em 2005 pelo Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa elaborado pela SMAC em parceria com a COPPE. A ampliação dos sistemas sobre trilhos foi considerada como uma das ações a serem tomadas para o atingimento dos objetivos de redução.

Por outro lado o panorama dos sistemas de transportes no Rio de Janeiro, bem como em todo o país, ainda mostra predominância do transporte rodoviário. O uso do transporte de passageiros sobre trilhos no país representava em 2010 apenas 1,7% do total (EPE, 2012). No Rio de Janeiro, em 2012, o transporte sobre trilhos atendia 5,4% do total de viagens/dia (SETRANS-RJ, 2017). Desde então alguns projetos avançaram (por exemplo: Linha 4 do sistema metroviário e VLT – Veículos Leves sobre Trilhos), mas ainda se mostram insuficientes.

Em vista do cenário crítico da concentração de GEE na atmosfera, dos compromissos de redução desses gases assumidos pelo país junto à comunidade internacional e da legislação vigente no Rio de Janeiro estabelecendo metas de redução de GEE, a ampliação do transporte sobre trilhos representa uma grande oportunidade para obter-se a redução das emissões totais do setor de transportes de uma região, em função da utilização da energia elétrica para prover a movimentação dos trens, diferentemente dos veículos do modo rodoviário, que necessitam da queima direta de combustíveis fósseis para prover a movimentação dos veículos. A pequena participação do transporte sobre trilhos no Rio de Janeiro contrasta com outras cidades em todo o mundo, onde a participação alcança, por exemplo, 21% em Madrid e 48% em Tóquio (LTA Academy, 2011). Isso significa que investimentos na ampliação do sistema sobre trilhos do Rio de Janeiro são essenciais para a redução das emissões de GEE.

## 2.1 A emissão de CO<sub>2</sub> produzida pelos sistemas de transportes de passageiros

Diferentes abordagens podem ser utilizadas na medição das emissões de CO<sub>2</sub> em sistemas de transportes de passageiros. A abordagem mais simples considera apenas as emissões diretas produzidas pelo uso do veículo, ou seja, a queima de combustível. Esse modelo é conhecido como “Do tanque à roda” (em inglês TTW – Tank To Wheel). Nele os modos de transporte que utilizam largamente combustíveis fósseis, como o transporte rodoviário e o aéreo, são responsáveis por grandes quantidades de emissões. Contudo, no transporte movido a eletricidade, como ferrovias e metrô, não há queima de combustível fóssil diretamente no uso do veículo e, portanto, a emissão TTW é nula (Van der Mei e Van Assen, 2014). Uma abordagem mais completa considera também a emissão na produção do combustível/energia. Essa produção do combustível é conhecida por “Do Poço (ou Origem) ao Tanque” (em inglês WTT – Well To Tank). A emissão total é conhecida por “Do Poço (ou Origem) à Roda” (em inglês WTW – Well to Wheel) e será a soma da emissão na produção do combustível/energia com a emissão no uso do veículo ( $WTW = WTT + TTW$ ). No transporte movido a eletricidade esse modelo é particularmente útil uma vez que, como já visto,  $TTW = 0$  e a produção da eletricidade, WTT, será a única responsável pela emissão de CO<sub>2</sub>. Quando se comparam diferentes modos de transporte quanto à emissão de CO<sub>2</sub> a questão que se coloca é se a base de comparação é justa e razoável. O modelo “uso do veículo” (TTW) resultará em emissão zero para veículos movidos a eletricidade, ignorando o fato de que a produção da energia elétrica implica em uso de combustíveis fósseis e consequente emissão, não parecendo razoável a utilização dessa base de comparação. Assim uma base de comparação mais justa deve incluir também a emissão na produção de combustível/energia, como no modelo “produção de combustível/energia e uso do veículo” (WTW). Nos inventários de emissão a emissão direta correspondendo ao “uso do veículo” é contabilizada como sendo do “Escopo 1” e a emissão indireta pela produção da eletricidade é contabilizada no “Escopo 2” (IPCC, 2006).

Outro tipo de abordagem consideraria o ciclo de vida do veículo e combustíveis. Elementos como a construção, manutenção da infraestrutura e o fim de vida dos veículos seriam levados em conta nessa abordagem.

## 2.2 Emissões indiretas, pelo uso da eletricidade, em sistemas ferroviários de passageiros

Os sistemas ferroviários estão entre os maiores consumidores individuais de energia elétrica. Grandes quantidades de energia elétrica são necessárias para prover a força de tração que movimenta os trens. A energia elétrica também pode ser utilizada nos equipamentos operacionais, nas estações, no sistema de ar condicionado e ventilação e em prédios administrativos.

O valor das emissões depende das fontes energéticas utilizadas pelo sistema gerador dessa energia. Nesse aspecto, o Brasil é favorecido por utilizar predominantemente fontes hídricas, de menor emissão que as térmicas. Em 2016, de acordo com dados do EPE (2017),

as usinas hidrelétricas foram responsáveis por 68,1% da geração de energia elétrica. A parcela das usinas nucleares correspondeu a 2,6%; carvão, petróleo e gás a 15,7%; biomassa a 8,2% e eólica a 5,4%. O carvão, entre as fontes térmicas, tem o maior indicador de emissão (Brasil Gov., 2017).

Como o sistema elétrico no Brasil é interligado através do SIN – Sistema Interligado Nacional, nos inventários de emissão são utilizados os fatores médios nacionais de emissão do setor elétrico, divulgados mensalmente pelo governo brasileiro. Em alguns países a distribuição de energia permite a utilização de fatores regionais, aumentando o grau de precisão do valor da emissão.

Todo sistema de geração de energia elétrica sofre perdas no caminho entre a usina e o usuário final, de modo que a energia gerada é sempre maior que a utilizada. Foi considerado que há 4% de perdas técnicas de transmissão na rede do SIN – Sistema Interligado Nacional (ANEEL, 2015) e 8% na distribuição (LIGHT, 2015), totalizando perdas de transmissão e distribuição (T&D) de 12%.

### 3 | ANÁLISE DE RESULTADOS

Os resultados das medições na Supervia, em 2016, são mostrados na tabela 1. São indicadas, mês a mês, a energia consumida na tração dos trens, considerando as perdas de transmissão e distribuição da energia elétrica. Multiplicando-se a energia consumida pelo fator de emissão da energia elétrica do SIN obtém-se a emissão de CO<sub>2</sub>. Dividindo-se essa emissão pela quantidade de passageiros transportados e de passageiro-quilômetro (pass-km) obtém-se a emissão por passageiro transportado (ou passageiro-viagem) e por pass-km.

Sistema ferroviário de passageiros do Rio de Janeiro (Supervia)									
Mês	CONSUMO TRACÇÃO (SEM PERDAS) (MWh)	PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO (8%) E TRANSMISSÃO (4%) DA ENERGIA (MWh)	CONSUMO TRACÇÃO (COM PERDAS) (MWh)	Fatores de Emissão de CO <sub>2</sub> (tCO <sub>2</sub> /MWh)	Emissões de CO <sub>2</sub> produzidas (tCO <sub>2</sub> )	Passageiros Transportados	Passageiro-km	Emissões em gCO <sub>2</sub> /passageiros transportados	Emissões em gCO <sub>2</sub> /pass-km
jan/16	18.789	2.255	21.044	0,0960	2.020	13.431.553	298.355.087	150,4	6,8
fev/16	18.675	2.241	20.917	0,0815	1.705	13.586.247	301.791.305	125,5	5,6
mar/16	21.480	2.578	24.057	0,0710	1.708	16.260.960	361.204.704	105,0	4,7
abr/16	20.233	2.428	22.661	0,0757	1.715	15.255.954	338.880.506	112,4	5,1
maí/16	19.283	2.314	21.597	0,0701	1.514	15.878.166	352.701.701	95,3	4,3
jun/16	18.508	2.221	20.729	0,0760	1.575	16.440.914	365.202.023	95,8	4,3
jul/16	19.393	2.327	21.720	0,0725	1.575	15.756.778	350.005.310	99,9	4,5
ago/16	21.772	2.613	24.385	0,0836	2.039	16.291.901	361.891.997	125,1	5,6
set/16	20.865	2.504	23.369	0,0897	2.096	15.633.576	347.268.624	134,1	6,0
out/16	21.185	2.542	23.728	0,0925	2.195	14.242.095	316.359.656	154,1	6,9
nov/16	20.523	2.463	22.986	0,1002	2.303	14.068.506	312.503.724	163,7	7,4
dez/16	22.705	2.725	25.429	0,0714	1.816	14.265.270	316.874.443	127,3	5,7
<b>TOTAL 2016</b>	<b>243.413</b>	<b>29.210</b>	<b>272.623</b>	<b>0,0817</b>	<b>22.273</b>	<b>181.111.920</b>	<b>4.023.039.080</b>	<b>123,0</b>	<b>5,5</b>

Tabela 1 - Cálculo das emissões de CO<sub>2</sub> do sistema ferroviário de passageiros do Rio de Janeiro (Supervia) em 2016.

(Fonte: Supervia, 2017).

As emissões dos sistemas ferroviários brasileiros são extremamente baixas, em decorrência da matriz energética brasileira baseada em hidrelétricas e de uma adequada

carga de passageiros.

Devido ao sistema interligado de distribuição de energia os sistemas brasileiros utilizam o fator de emissão anual levantado pelo governo, que varia de ano a ano, em função do crescimento do país e da ocorrência maior ou menor de chuvas, fatos que eventualmente podem levar a uma utilização maior das fontes térmicas.

Serão analisadas as emissões dos automóveis e dos ônibus. Na cidade do Rio de Janeiro circulam automóveis movidos a gasolina C, que é uma mistura de gasolina A com etanol anidro, numa proporção determinada pela legislação e que, em 2016, correspondia a 27% de etanol anidro na mistura. Os automóveis também podem ser movidos a etanol hidratado ou a GNC - Gás Natural Comprimido, além dos chamados “flex”, projetados para funcionar com uma mistura de gasolina C e etanol hidratado, em qualquer proporção. Os ônibus funcionam com o diesel, biodiesel, uma mistura de diesel com biodiesel (que, em 2016, continha 8% de biodiesel), etanol hidratado aditivado E95 (que contém 95% de etanol hidratado e 5% de aditivos), GNC ou GNC combinado com B8. Foram utilizados valores de emissão “do poço à roda”, ou seja, “produção do combustível e uso do veículo” para uma comparação mais justa.

As emissões desses veículos são mostradas na tabela 2. O valor obtido, em 2016, de 5,5 gCO<sub>2</sub>/pass-km, para a Supervia, pode ser comparado a esses modos de transporte, da tabela 2.

Meio de transporte	Emissão (gCO <sub>2</sub> /pass-km)	Comparação com Supervia
Automóvel a gasolina C	193,90	Cerca de 35 vezes maior
Automóvel a GNC	207,18	Cerca de 37 vezes maior
Automóvel a etanol hidratado	16,43	Cerca de 3 vezes maior
Ônibus a diesel (100% diesel)	17,081	Cerca de 3 vezes maior
Ônibus a diesel B8 (8% biodiesel)	16,431	Cerca de 3 vezes maior
Ônibus a GNC (100%)	17,317	Cerca de 3 vezes maior
Ônibus a GNC + diesel B8	13,665	Cerca de 3 vezes maior

Tabela 2 - Emissões de CO<sub>2</sub> de automóveis e ônibus na cidade do Rio de Janeiro

(Fontes: D’Agosto et al., 2009 e D’Agosto et al., 2015)

Com o advento dos automóveis bi-combustíveis os usuários podem utilizar uma mistura de gasolina e etanol hidratado em qualquer proporção, fazendo com que a emissão esteja no intervalo entre os valores das emissões desses combustíveis. Como a venda de gasolina C no Rio de Janeiro em 2016 foi maior do que a venda de etanol hidratado (ANP, 2017) pode-se supor que os automóveis usaram mais gasolina que etanol. Também dados nacionais de participação de etanol hidratado e gasolina nos veículos leves indicam, em 2016, 36% de etanol e 64% de gasolina (EPE, 2017).

Comparando a emissão dos veículos analisados com a da Supervia, em qualquer situação a emissão dos automóveis é sempre maior, de 3 a 37 vezes maior. Em relação aos ônibus a emissão é cerca de 3 vezes maior.

## 4 | CONCLUSÕES

As emissões de GEE de sistemas de transportes podem ser analisadas sob diferentes abordagens. A abordagem mais adequada para facilitar comparações de resultados entre os modos de transporte é a da emissão da “produção da energia e uso do veículo”. Os sistemas ferroviários brasileiros levam grande vantagem em relação à maioria dos sistemas do resto do mundo, em virtude de disporem de uma matriz energética baseada em hidrelétricas, com pouco uso de fontes térmicas. Na comparação dos resultados com outros meios de transporte de uso intenso, do modo rodoviário - automóveis e ônibus convencionais -, os sistemas ferroviários levam ampla vantagem, gerando menor impacto das emissões totais do setor de transportes de uma cidade. Somente sistemas com uso extensivo de fontes térmicas na geração da energia elétrica, ou com baixa carga de utilização, poderiam, eventualmente, ter uma emissão maior que os ônibus convencionais.

O sistema ferroviário de passageiros do Rio de Janeiro (Supervia) apresentou, em 2016, em média, emissão de dióxido de carbono três vezes menor que os ônibus e trinta e cinco vezes menor que os automóveis (considerando gasolina C, combustível mais usual da frota total).

Esse estudo comprovou que os sistemas ferroviários de passageiros brasileiros são de baixa emissão de CO<sub>2</sub> quando comparado aos principais modos de transportes do modo rodoviário (automóveis e ônibus). Portanto, a sua ampliação é uma maneira segura de contribuir para a redução das emissões totais de CO<sub>2</sub> do setor de transportes da cidade do Rio de Janeiro, possibilitando o cumprimento dos compromissos assumidos perante a comunidade internacional.

Não apenas os projetos ferroviários, mas todos os projetos de sistemas de transporte de passageiros sobre trilhos também contribuem com esse viés de redução das emissões. Recentemente, nos últimos anos, a cidade do Rio de Janeiro priorizou a ampliação e/ou implantação de sistemas sobre trilhos, como exemplos pode-se citar a construção da Linha 4 do Metrô do Rio de Janeiro e do Veículo Leve Sobre Trilhos do Rio de Janeiro (VLT-Rio), além da modernização e compra de novos trens para a frota da Supervia.

## REFERÊNCIAS

ADEPORTO (2010) Plano de Acção para a energia sustentável da cidade do Porto. Agência de Energia do Porto. Disponível em <<http://www.adeporto.eu/anexos/newsletter/news1378119716.pdf>>. Acesso em 12/07/2017.

ANEEL (2015) Perdas de energia. Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em <<http://www2.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=801&idPerfil=4>>. Acesso em 12/07/2017.

ANP (2017) Anuário Estatístico 2017. Agência Nacional do Petróleo. Disponível em <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/publicacoes/anuario-estatistico/3819-anuario-estatistico-2017>>. Acesso em 12/07/2017.

ANTP (2012). Sistema de Informações da Mobilidade Urbana 2011.

Brasil Gov. (2017) Carvão mineral. Site do governo brasileiro Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/sobre/economia/energia/matriz-energetica/carvao-mineral-e-derivados>>. Acesso em 12/07/2017.

CAT (2017) Brazil's Nationally Determined Contribution. Climate Action Tracker. Disponível em <<http://climateactiontracker.org/countries.html>>. Acesso em 12/07/2017.

D'Agosto, M.A.; Oliveira, C.M.; Assumpção, F.C.; Deveza, A.C.P. (2015) Assessing Cleaner Energy Alternatives for Bus Transit in Rio de Janeiro: A Life Cycle Inventory Analysis. J. Environ. Prot. v6, pp1197–1218.

D'Agosto, M.A.; Ribeiro, S.K. (2009) Assessing total and renewable energy in Brazilian automotive fuels. A life cycle inventory (LCI) approach. Renew. Sustain. Energy Rev. v13, pp1326–1337.

EPA (2017a) Global greenhouse gas emissions data. US Environmental Protection Agency. Disponível em <<https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data>>. Acesso em 12/07/2017.

EPA (2017b) Climate change indicators. US Environmental Protection Agency. Disponível em <<https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-atmospheric-concentrations-greenhouse-gases>>. Acesso em 12/07/2017.

EPE (2012) Consolidação de bases de dados do setor transporte: 1970-2010. Empresa de Pesquisa Energética. Disponível em <[http://www.epe.gov.br/Petroleo/Documents/Estudos\\_28/Consolida%C3%A7%C3%A3o%20de%20Bases%20de%20Dados%20do%20Setor%20Transporte%201970-2010%20-%20PDE%202021.pdf](http://www.epe.gov.br/Petroleo/Documents/Estudos_28/Consolida%C3%A7%C3%A3o%20de%20Bases%20de%20Dados%20do%20Setor%20Transporte%201970-2010%20-%20PDE%202021.pdf)>. Acesso em 12/07/2017.

EPE (2017) Balanço Energético Nacional - Relatório Síntese. Empresa de Pesquisa Energética. Disponível em <[https://ben.epe.gov.br/downloads/S%c3%adntese%20do%20Relat%c3%b3rio%20Final\\_2017\\_Web.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/S%c3%adntese%20do%20Relat%c3%b3rio%20Final_2017_Web.pdf)>. Acesso em 12/07/2017.

IEA (2009) Transport, energy and CO2. International Energy Agency. Disponível em <<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/transport2009.pdf>>. Acesso em 12/07/2017.

IEA (2012) Global transport Outlook to 2050. International Energy Agency. Disponível em <[https://www.iea.org/media/workshops/2013/egrdrmobility/DULAC\\_23052013.pdf](https://www.iea.org/media/workshops/2013/egrdrmobility/DULAC_23052013.pdf)>. Acesso em 12/07/2017.

IPCC (2006) Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Disponível em <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>>. Acesso em 12/07/2017.

IPCC (2014) IPCC Fifth Assessment Report: Climate Change 2014 – Synthesis Report. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014. Disponível em <[https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full.pdf)>. Acesso em 12/07/2017.

LIGHT (2015) Relatório de sustentabilidade 2014. Disponível em <[http://www.light.com.br/Repositorio/Sustentabilidade/relatorio\\_sustentabilidade\\_2014.pdf](http://www.light.com.br/Repositorio/Sustentabilidade/relatorio_sustentabilidade_2014.pdf)>. Acesso em 12/07/2017.

LISBOA e-NOVA (2014) Plano de Acção para a Sustentabilidade Energética de Lisboa. Agência Municipal de Energia-Ambiente de Lisboa. Disponível em <[http://mycovenant.eumayors.eu/docs/seap/300\\_1316002099.pdf](http://mycovenant.eumayors.eu/docs/seap/300_1316002099.pdf)>. Acesso em 12/07/2017.

LTA Academy (2011) Passenger transport modes shares in world cities. Land Transport Authority. Disponível em <[https://www.lta.gov.sg/ltaacademy/doc/J14Nov\\_p54ReferenceModeShares.pdf](https://www.lta.gov.sg/ltaacademy/doc/J14Nov_p54ReferenceModeShares.pdf)>. Acesso em 12/07/2017.

LU (2009) London Underground carbon footprint. Disponível em <<http://content.tfl.gov.uk/london-underground-carbon-footprint-2008.pdf>>. Acesso em 12/07/2017.

MMA (2013) Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários - v. 2013, ano-base 2012. Ministério do Meio Ambiente.

PlaNYC (2007) A greener, greater New York. New York City Plan Reducing Greenhouse Gas Emissions. Disponível em <[http://www.nyc.gov/html/planyc/downloads/pdf/publications/full\\_report\\_2007.pdf](http://www.nyc.gov/html/planyc/downloads/pdf/publications/full_report_2007.pdf)>. Acesso em 12/07/2017.

SETRANS-RJ (2017). Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Secretaria de Transportes do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em <[http://www.setrerj.org.br/dados/pdtu2015\\_alerj.pdf](http://www.setrerj.org.br/dados/pdtu2015_alerj.pdf)>. Acesso em 12/07/2017.

SMAC-RJ e COPPE (2011). Inventário e Cenário de Emissões dos Gases de Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro. Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Rio de Janeiro.

Supervia (2017) Informações disponibilizadas por João Gouveia Ferrão Neto, Diretor de Operações da Supervia.

UNFCCC (1992) Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre mudanças no clima. United Nations Framework Convention on Climate Change. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas>>. Acesso em 12/07/2017.

Vasconcellos, E. A. (2006). Transporte e Meio Ambiente: Conceitos e Informações para Análise de Impactos (1a Ed.). São Paulo.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Carlos Eduardo Sanches de Andrade:** Mestre e Doutor em Engenharia de Transportes. Possui 2 graduações: Administração (1999) e Engenharia de Produção (2004) ; 3 pós-graduações lato sensu: MBA em Marketing (2001), MBA em Qualidade e Produtividade (2005) e Engenharia Metroferroviária (2017) ; e 2 pós-graduações stricto sensu - Mestrado e Doutorado em Engenharia de Transportes pela COPPE/UFRJ (2009 e 2016). É professor adjunto da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Goiás (FCT/UFG), das graduações em Engenharia de Transportes e Engenharia Civil. Atuou como Engenheiro de Operações do Metrô do Rio de Janeiro por mais de 15 anos (2003 - 2019), nas gerências de: Planejamento e Controle Operacional, Engenharia Operacional, Operação, Inteligência de Mercado, Planejamento de Transportes e Planejamento da Operação Metroviária (de trens, das linhas de ônibus Metrô Na Superfície, e das estações metroviárias). Experiências acadêmica e profissional nas áreas de: Engenharia de Transportes, Operação de Transporte, Planejamento da Operação, Transporte Público, Sustentabilidade, Engenharia de Produção, Gestão, Administração e Engenharia de Projetos, atuando principalmente nos seguintes temas: operação, avaliação de desempenho operacional, ferramentas de gestão e de controle operacional, documentação operacional, indicadores de desempenho, planejamento da operação, satisfação dos usuários de transporte, pesquisas e auditoria de qualidade, sustentabilidade, emissões de gases do efeito estufa em sistemas de transportes, planejamento e acompanhamento de projetos de engenharia e de melhoria em sistemas de transporte.



## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acessibilidade 3, 4, 5, 8, 11, 70, 71, 72, 73, 77, 83  
Aeroporto 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36  
Aeroporto Internacional Salgado Filho 28, 29, 30, 31, 33, 35, 36  
ANOVA 59  
Avaliação da Superfície 37, 40

### C

Campus 14, 36, 71, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 81, 83, 84  
Capacidade 4, 5, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 53, 68, 79  
Caracterização 3, 4, 14, 22, 70, 73, 75, 83  
Centro de Compras Atacadista 1, 3, 8, 10  
Centros Urbanos 16  
Cidades de Pequeno Porte 16, 18, 22, 24, 26  
CO2 36, 85, 86, 87, 89, 90, 91, 92, 93  
Condução 55, 56, 58, 59, 65, 67

### D

Demanda 3, 4, 5, 6, 8, 12, 13, 14, 16, 18, 19, 24, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 57, 71, 79  
Distração 55, 56, 57, 58, 59, 60, 63, 65, 66, 67

### E

Emissões 12, 36, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 94, 95  
Energia 85, 86, 88, 89, 90, 91, 92, 93  
Entorno 5, 7, 55, 56, 57, 67  
Estradas Rurais 37, 38, 39  
Estradas Vicinais 38, 39

### I

Instituição de Ensino Superior 70

### M

Mobilidade 1, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 70, 71, 73, 78, 82, 83, 84, 93  
Moda Center 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

## P

Padrão de Viagens 4, 70, 72, 73, 83  
Pátio de Aeronaves 28, 29, 32, 34, 35  
Patologias 37, 45, 47, 50, 52, 53  
Pavimentação 37, 39, 53  
PGV 1, 3, 4, 8, 10, 11, 12, 18, 71, 72, 78, 79, 82, 84  
Pista de Pouso 28, 29, 32, 33, 35  
Polo Gerador de Viagens 70

## R

Restrição à Circulação 16, 19, 20, 22, 23, 25, 26  
Restrição ao Estacionamento 16, 19, 22, 23, 24, 25, 26  
Restrição Veicular 16, 18, 21, 23, 26, 27  
Rio de Janeiro 13, 14, 27, 36, 53, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 94, 95  
Rodovia 7, 37, 39, 40, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 61, 63, 69

## S

SAGAT 55, 58, 59, 61, 62, 63, 65, 66, 68  
Segurança Viária 4, 55, 56, 57, 67  
Sistemas de Transporte 2, 19, 29, 92, 95  
Supervia 85, 86, 87, 90, 91, 92, 94

## T

Transporte Ferroviário 85, 87  
Transporte Fretado 1, 3, 10, 12, 13  
Transporte por Fretamento 1, 3, 7, 10, 12, 15

## U

Uso do Espaço Viário 21

# Conceitos e Ferramentas na Engenharia de Transportes 2

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

 @atenaeditora

 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

 Atena  
Editora

Ano 2020

# Conceitos e Ferramentas na Engenharia de Transportes 2

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

 @atenaeditora

 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](http://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

 Atena  
Editora

Ano 2020