

GESTÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

FELIPE JOSÉ MARQUES MESQUITA
(ORGANIZADOR)



GESTÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

FELIPE JOSÉ MARQUES MESQUITA
(ORGANIZADOR)



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
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
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
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
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di 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
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
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
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
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
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
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 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
Profª Drª 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. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

G393 Gestão do ambiente construído [recurso eletrônico] / Organizador Felipe José Marques Mesquita. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-81740-00-9

DOI 10.22533/at.ed.009201902

1. Construção civil – Brasil. 2. Engenharia civil. I. Mesquita, Felipe José Marques.

CDD 624

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Gestão do Ambiente Construído” publicada pela Atena editora apresenta, em seus 4 capítulos, abordagens científicas sobre construção civil, utilização de novas tecnologias, edificações sustentáveis e transporte. Os capítulos estão organizados de acordo com a abordagem dos trabalhos diversos que os compõe.

O capítulo 1 aborda um estudo comparativo entre o desempenho termoenergético de edifícios utilizando modelos de fachadas duplas de duas tipologias diferentes por meio de simulação dinâmica termoenergética.

O capítulo 2 apresenta estudo bibliográfico sobre a utilização de containers na construção civil, visando demonstrar as diferentes possibilidades de uso deste sistema construtivo, além de analisar o potencial de sustentabilidade e desempenho do ambiente construído.

O capítulo 3 explora o tema de certificações ambientais, contextualizando a criação do Selo Casa Azul, além de apresentar um estudo de caso onde a certificação foi empregada na construção de edificações sustentáveis.

Por fim, mas não menos importante, o capítulo 4 apresenta um estudo sobre a influência das chuvas no transporte público de São Paulo, utilizando-se de dados de pluviômetros e análise estatística, foi possível estabelecer uma relação entre os índices pluviométricos e a quantidade de passageiros transportados.

Ante ao exposto, agradecemos aos autores dos capítulos apresentados e esperamos que esta leitura seja proveitosa, contribuindo para reflexão e debate a respeito dos temas apresentados.

Felipe José Marques Mesquita

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
FACHADAS DUPLAS: DESEMPENHO TERMOENERGÉTICO DE ALTERNATIVAS DE PROJETO EM EDIFÍCIOS COMERCIAIS NO CONTEXTO CLIMÁTICO DE BRASÍLIA	
Thiago Montenegro Góes Cláudia David Naves Amorim Caio Frederico e Silva	
DOI 10.22533/at.ed.0092019021	
CAPÍTULO 2	21
O USO DE CONTAINERS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: CARACTERIZAÇÃO E ESTUDO DE CASO	
Ângliston Tainã Camilotti Bruno Luís Damineli Victor José dos Santos Baldan Alexandre Rodrigues Murari	
DOI 10.22533/at.ed.0092019022	
CAPÍTULO 3	31
SELO CASA AZUL: ENGENHARIA CIVIL E SUSTENTABILIDADE, UMA PARCERIA QUE PODE DAR CERTO	
Aldreen Calábria Soares Santos Ana Lúcia Torres Seroa da Motta Luiz Carlos Brasil de Brito Mello	
DOI 10.22533/at.ed.0092019023	
CAPÍTULO 4	48
INFLUÊNCIA DAS CHUVAS NO USO DE TRANSPORTE PÚBLICO: UM ESTUDO BASEADO NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO	
Maria Teresa Françoso Wilson Aparecido Sedano Filho	
DOI 10.22533/at.ed.0092019024	
SOBRE O ORGANIZADOR	60
ÍNDICE REMISSIVO	61

INFLUÊNCIA DAS CHUVAS NO USO DE TRANSPORTE PÚBLICO: UM ESTUDO BASEADO NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

Data de aceite: 14/02/2020

Maria Teresa Françoso

Link lattes: <http://lattes.cnpq.br/3015549135903549>

Wilson Aparecido Sedano Filho

Link lattes: <http://lattes.cnpq.br/9172857075587283>

RESUMO: A influência do clima na performance e na demanda do transporte público urbano tem sido objeto de pesquisa em regiões temperadas e continentais, principalmente na Europa Ocidental, na América do Norte e na Austrália. Entretanto, os impactos causados pela chuva no transporte público em regiões tropicais e subtropicais ainda permanecem desconhecidos. Neste sentido, o presente estudo, tomando como referência as quatro linhas de ônibus circulares mais utilizadas no município de São Paulo, correlaciona a utilização deste meio de transporte aos índices pluviométricos das respectivas regiões estudadas. Para tanto, utiliza-se a correlação de *Spearman*. Os dados pluviométricos considerados provêm de nove diferentes postos e são referentes ao ano de 2017. Os resultados indicam que, embora os coeficientes de correlação encontrados sejam fracos, todas as linhas estudadas sofrem influência da

precipitação em suas demandas diárias.

ABSTRACT: The influence of weather on the performance and demand of public urban transport has been the object of research in temperate and continental regions, mainly in Western Europe, North America and Australia. However, rainfall impacts on public transport in tropical and subtropical regions are still unknown. This paper redresses this gap by taking as reference the four most used bus lines in the city of São Paulo and correlating their use to rain statistics of the respective regions studied. For this purpose, the Spearman correlation is used. The pluviometric data considered in this study come from nine different stations and refer to the year 2017. The results indicate that, although the correlation coefficients found are weak, all lines studied are influenced by rain in their daily demands.

1 | INTRODUÇÃO

O transporte público urbano tem um papel essencial na manutenção de atividades cívicas e econômicas de uma localidade, fornecendo, então, uma opção de mobilidade sustentável e de massa para as populações urbanas (TAO et al., 2018). Como esta atividade é exposta ao ambiente externo, o clima é um importante fator

determinante.

O impacto das condições climáticas na demanda de viagens tem sido estudado no contexto rodoviário relacionando-as aos níveis de intensidade de chuva, neve, neblina e vento (MAZE et al., 2006). Além disso, condições climáticas adversas são responsáveis por afetar decisões de viagem relativas ao meio de transporte, hora de partida e escolha do trajeto, como identificado por Khattak e Palma (1997) e Palma e Rochat (1999).

Nota-se então, a necessidade de estudar e acompanhar as demandas da rede pública de transporte, estabelecendo relações com as condições climáticas. É importante conhecer a maneira pela qual o clima impacta as operações quotidianas dos sistemas de transporte, de modo que seus efeitos negativos e a potencial perda de passageiros possam ser amenizados.

Em um estudo de Böcker, Dijst e Prillwitz (2013), foi realizada uma extensa revisão bibliográfica com o objetivo de sistematizar pesquisas nas áreas de transporte, saúde e biometeorologia relacionadas às atividades diárias e às viagens. Nesta revisão, também almejou-se fornecer uma visão geral e abrangente sobre o impacto das condições meteorológicas nas viagens quotidianas. Embora as pesquisas catalogadas variem quanto aos parâmetros climáticos (temperatura do ar, velocidade do vento, índice de precipitação etc.), aos meios de transporte e às variáveis não-climáticas (idade, gênero, etnia, educação etc.), a localização dos estudos se concentra em um contexto geográfico muito reduzido. Quanto ao regime climático, todas as pesquisas foram feitas em regiões temperadas ou continentais. Além disso, as áreas estudadas se concentram na Europa Ocidental, na América do Norte ou na Austrália. Sendo assim, nota-se que tais estudos não consideram os impactos em regiões tropicais ou subtropicais, locais onde, muitas vezes, os índices pluviométricos são mais elevados.

Desta forma, o objetivo do presente estudo é preencher parcialmente estas lacunas e enriquecer a literatura existente com novas descobertas em relação à influência das chuvas no uso de transporte público. Para tanto, esta pesquisa aborda estes eventos meteorológicos pluviométricos correlacionando-os ao transporte de passageiros por ônibus na cidade de São Paulo, cujo clima é classificado subtropical úmido, segundo Köppen. Os resultados desse estudo podem proporcionar o desenvolvimento de métodos para a previsão de demanda de passageiros pelas companhias de transporte utilizando dados de previsões meteorológicas.

2 | O CLIMA COMO FATOR DE IMPACTO NO TRANSPORTE PÚBLICO

A fim de avaliar os efeitos do clima no transporte público e em seus usuários, um número crescente de estudos procurou correlacionar as condições climáticas e o número de passageiros. Böcker, Dijst e Prillwitz (2013) destacam que o número de passageiros no transporte público (em trens e ônibus) é negativamente influenciado

por fortes precipitações e, em menor grau, por altas temperaturas, ventos fortes e altos níveis de umidade.

Além disso, os efeitos climáticos apresentam variações significativas de acordo com os dias da semana e meios de transporte. Por exemplo, um estudo realizado na cidade de Chicago por Guo, Wilson e Rahbee (2007) indica que as condições climáticas exercem um impacto maior nos usuários de metrô e ônibus durante os fins de semana do que nos dias de semana. Adicionalmente, o número de passageiros no metrô foi menos afetado pelo clima que o número de usuários de ônibus. Este fato decorre possivelmente da maior exposição às intempéries ao se deslocar em ônibus.

Singhal, Kamga e Yazici (2014) exploraram as relações horárias entre as condições meteorológicas e o número de passageiros do sistema de metrô da cidade de Nova York durante a semana e aos fins de semana. A pesquisa revelou que a presença de chuva, neve e ventos fortes são variáveis climáticas responsáveis por reduzir o número de passageiros, especialmente nos finais de semana.

Tao et al. (2018) analisaram não só as demandas diárias de passageiros no transporte público, mas também as demandas instantâneas. Em um estudo realizado na cidade de Brisbane, concluíram que as temperaturas e os índices pluviométricos são responsáveis por induzir a mudanças significativas no número de passageiros transportados.

Liu, Susilo e Karlström (2015, 2016), em duas pesquisas interligadas, modelaram os impactos das condições climáticas (temperatura, precipitação e medida de conforto térmico) na escolha do modal e no comportamento do encadeamento de viagens juntamente com um conjunto de fatores anexos (tamanho do domicílio e densidade populacional, por exemplo). Após contabilizar a influência dos fatores contextuais, descobriu-se que as condições climáticas, em particular a precipitação, exercem efeitos significativos no uso de transporte público – o que pode variar significativamente em toda a Suécia de acordo com as estações do ano e com as regiões. Por exemplo, constatou-se que uma chuva forte desencorajou o uso de ônibus no norte do país durante o verão, o outono e o inverno enquanto que o efeito oposto ocorreu nas localidades ao sul do país.

Apesar de condições climáticas e seus impactos no transporte público urbano apresentarem-se como questões fortemente debatidas na medida em que eventos extremos podem representar uma diminuição no número de passageiros, nota-se na literatura a existência de lacunas referentes aos estudos realizados em áreas tropicais ou subtropicais. Algo que correlacione a utilização do transporte público em regiões com altos índice pluviométricos, bem como a análise da influência destes sobre a demanda, apresentam-se de modo carente na literatura.

Este estudo relaciona o índice pluviométrico como variável meteorológica ao número de passageiros transportados diariamente em uma cidade de clima subtropical. Além disso, é também pesquisada a influência do clima na utilização do transporte de acordo com diferentes dias da semana.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Dados do número de passageiros transportados

Para a coleta de dados sobre o número de passageiros transportados, foi utilizada a série histórica de 2017. Trata-se de dados públicos obtidos através do portal eletrônico da prefeitura de São Paulo.

Para o seguinte estudo, utilizaram-se os dados relativos às quatro linhas de ônibus mais utilizadas do município. Todas as linhas contam com mais de dez milhões de passageiros transportados anualmente. Tais dados foram tabulados e organizados diariamente, evidenciando o número de passageiros transportados por estas quatro linhas. Ressalta-se que flutuações no número de passageiros, bem como aumentos ou reduções nas operações das linhas não foram considerados neste estudo, dado o tamanho da série histórica.

3.2 Dados climatológicos observados

Os dados, especificamente de precipitação diária, foram obtidos através do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden) a partir dos pluviômetros automáticos instalados no município de São Paulo. Estes dados são necessariamente referentes ao mesmo período da série histórica de passageiros transportados no município. Como as linhas estudadas cobrem uma superfície relativamente extensa de São Paulo, dados relativos a nove postos pluviométricos foram utilizados.

3.3 Remoção de pontos discrepantes da amostra

Para que a análise possa ser fiável, alguns pontos discrepantes devem ser eliminados das amostras a serem estudadas. No caso em estudo, utilizou-se um intervalo de confiança de 95%. O intervalo utilizado para o número de passageiros transportados por dia foi, então, de:

$$N = \mu \pm 1,96 \sigma \quad (1)$$

em que

N:	passageiros transportados por dia
μ :	média do número de passageiros
σ :	desvio padrão do número de passageiros

Os pontos discrepantes removidos das amostras correspondem aos dias próximos às festas de final de ano (Natal e Ano Novo) – entre os dias 26 de dezembro e 2 de janeiro. Nestes dias, ocorre uma queda importante, mesmo em dias de semana,

do número de passageiros transportados.

Nota-se também que, em 2017, houve uma greve geral no dia 28 de abril e uma paralização das empresas de ônibus no dia 15 de março. Em razão disto, os dados referentes a estes dias não são contabilizados na análise. A primeira semana do mês de junho, por sua vez, também não é considerada no estudo, dado que, aparentemente, houve um erro na inserção de dados no portal da prefeitura.

3.4 Teste t de *Student* para médias de duas amostras

A fim de avaliar a utilização do sistema de transporte público em dias de semana, fins de semana e feriados, busca-se demonstrar que há uma modificação no número de passageiros correspondentes a estas datas. Para tanto, pode-se aplicar o teste t de *Student* para média de duas amostras. Neste teste a estatística t é calculada a partir da equação seguinte,

$$t = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sigma_{\mu_1 - \mu_2}} \quad (2)$$

onde

$$\sigma_{\mu_1 - \mu_2} = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}} \quad (3)$$

Em que

μ_i : média do número de passageiros da amostra i

σ_i : desvio padrão do número de passageiros da amostra i

Caso o valor de t encontrado seja superior ao t do *ponto de corte*, pode-se rejeitar a hipótese inicial (de que não há variação entre os valores das médias) e afirmar que há uma redução ou aumentos nos valores destas. Neste caso em questão, busca-se afirmar que a utilização das linhas de ônibus estudadas é mais intensa em dias de semana do que em fins de semana e feriados.

3.5 Coeficiente de correlação de postos de *Spearman*

A correlação de *Spearman* é uma medida de correlação não-paramétrica que avalia a descrição da relação entre duas variáveis, sem, entretanto, realizar suposições sobre a distribuição das mesmas. Como não há a exigência de que a distribuição seja linear, esse fator se difere do coeficiente de correlação de *Pearson*, por exemplo.

Como a relação entre os índices de precipitação e de passageiros transportados não obedece a uma distribuição linear, optou-se por utilizar esta medida, cujo coeficiente

de correlação pode ser obtido a partir da Equação 4.

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 + 1)} \quad (4)$$

em que

ρ : coeficiente de correlação de Spearman

d : diferença entre as variáveis na equação

n : número de amostras aos pares

O coeficiente ρ varia entre -1 e 1. O valor positivo de ρ indica uma correlação direta, já o valor negativo indica uma correlação inversa e o zero, a ausência de correlação entre as variáveis. Quanto mais próximo da unidade (seja ela positiva ou negativa), maiores são as chances de haver uma correlação entre as grandezas estudadas.

3.6 Teste de significância para o coeficiente de correlação de Spearman

Quando se coleta uma amostra com n pares de valores de variáveis e se calcula o seu coeficiente de correlação, deve-se também realizar um teste de significância para descobrir se o valor do coeficiente encontrado é significativo. Para tanto, assume-se não existe correlação para a população das duas variáveis (hipótese inicial). Caso a probabilidade de se obter um valor para o coeficiente seja menor que um certo valor crítico (neste caso, utilizamos 5%), rejeita-se a hipótese inicial e assume-se que há uma correlação entre as variáveis estudadas. A variável t de *Student* neste caso é calculada a partir da Equação 5.

$$t = \rho \sqrt{\frac{n - 2}{1 - \rho^2}} \quad (5)$$

em que

ρ : coeficiente de correlação de Spearman

n : número de amostras aos pares

Caso t seja maior que t do *ponto de corte*, rejeita-se a hipótese inicial e, portanto, afirma-se que existe uma correlação entre as grandezas.

3.7 Caso de estudo: município de São Paulo

O município de São Paulo possui mais de 11.250.000 habitantes em uma área de pouco mais de 1.500 km² (IBGE, 2018). De acordo com a classificação de Köppen, o clima de São Paulo é Cwa, também chamado de subtropical úmido, caracterizado por

um inverno muito seco e um verão notadamente chuvoso. Pode-se, então, dizer que a amplitude anual de temperatura é menor do que a amplitude diária de temperatura e que o clima do município é caracterizado por duas estações – uma seca e outra úmida (IAG, 2018).

De acordo com a prefeitura municipal, há no município 1339 linhas de ônibus. Para esta pesquisa, selecionamos as linhas que contam com o maior contingente de passageiros: todas elas transportam mais de dez milhões de pessoas anualmente. As linhas estudadas são:

- 675K10 – Terminal Jardim Ângela / Metrô Santa Cruz,
- 431010 – Estação de Transferência Itaquera / Terminal Parque Dom Pedro II,
- 220210 – Hospital Itaim / Guaianazes,
- 691310 – Terminal Bandeira / Terminal Varginha.

Para analisar a influência das precipitações no número de passageiros de cada linha, utilizaram-se pluviômetros automáticos do Cemaden. A Tabela 1 indica os postos pluviométricos utilizados por linha de ônibus e a Figura 1 ilustra, em um mapa, as linhas estudadas, bem como os postos pluviométricos utilizados para a pesquisa referentes a cada um dos trajetos.

Linha de ônibus	Postos pluviométricos utilizados
675K10	Jardim Ângela Vila Clementino 2
431010	Mooca Subprefeitura de Itaquera
220210	Chácara Dona Olívia Itaim Paulista
691310	Centro Cidade Dutra Luz

Tabela 1: Postos pluviométricos utilizados por linha de ônibus



Figura 1: Linhas estudadas e postos pluviométricos utilizados

4 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Influência do calendário na utilização das linhas de ônibus

Através da série histórica de 2017, classificou-se o número de passageiros presentes nas linhas de ônibus em quatro categorias diferentes: dias de semana, sábados, domingos e feriados. A Tabela 2 descreve os valores das médias e dos desvios-padrão para cada linha.

Categoria	Grandeza	675K10	431010	220210	691310
Dias de semana	Média	38934	37244	33104	35519
	Desvio-padrão	2598	3372	1648	2854
Sábados	Média	27219	23132	26353	19089
	Desvio-padrão	2161	1828	1802	1566
Domingos	Média	17595	13329	17152	10622
	Desvio-padrão	1175	1413	1456	842
Feriados	Média	20098	17354	19477	13406
	Desvio-padrão	4778	5471	4380	4957

Tabela 2: Médias e desvios-padrão dos passageiros transportados por linha

A partir destes dados, aplicou-se o teste t de *Student* para a média de duas amostras, a fim de determinar se a utilização do transporte público em dias de semana é mais intensa que em fins de semana e feriados. No caso de os resultados indicarem uma redução no número de passageiros transportados, cada grupo deve ser tratado individualmente nas análises subsequentes. Os resultados do teste t são ilustrados na Tabela 3.

Categorias comparadas		t	675K10	431010	220210	691310
Dias da semana	Sábados	t encontrado	30	42	26	57
		t de corte	2,0	2,0	2,0	2,0
Dias da semana	Domingos	t encontrado	90	81	63	113
		t de corte	2,0	2,0	2,0	2,0
Dias da semana	Feriados	t encontrado	16	15	13	18
		t de corte	2,1	2,1	2,1	2,1

Tabela 3: Teste t de *Student* para a média de duas amostras por linha

Como todas as estatísticas t encontradas são superiores aos valores de corte, pode-se rejeitar a hipótese de que não há redução no número de passageiros transportados em fins de semana e feriados. Logo, estes quatro grupos foram tratados de maneira independente nas análises posteriores.

4.2 Correlação entre a utilização das linhas de ônibus e os índices pluviométricos

A partir dos dados observacionais, pôde-se calcular o coeficiente de correlação de *Spearman* entre os índices pluviométricos e o número de passageiros transportados pelas linhas de ônibus. A Figura 2 exemplifica a distribuição dos dados para a linha de maior volume: 675K10 – Terminal Jardim Ângela / Metrô Santa Cruz.

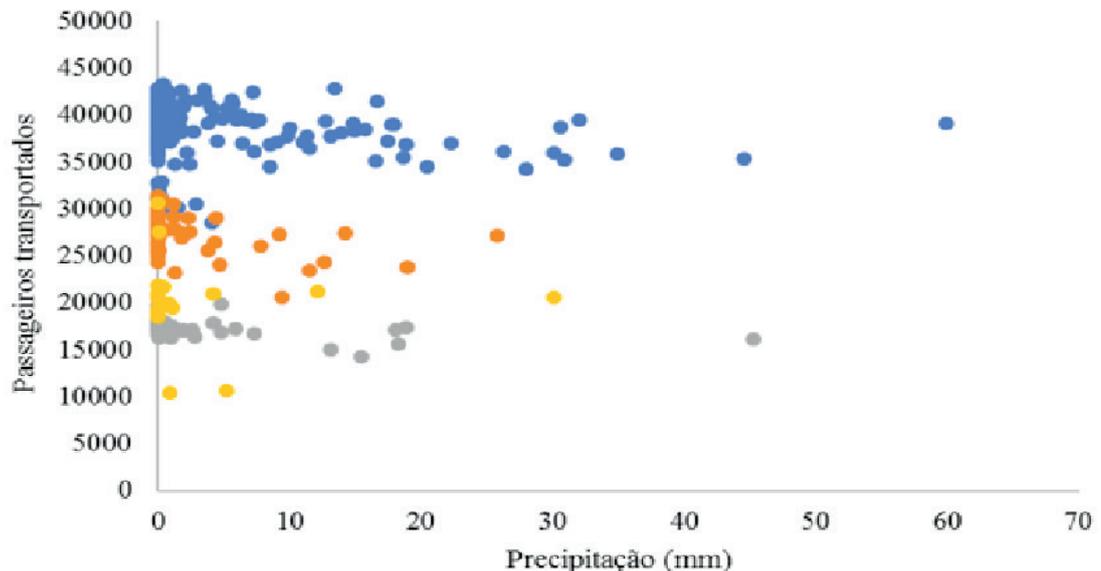


Figura 2: Distribuição dos passageiros transportados de acordo com o índice de precipitação para a linha 675K10

Uma vez que todos os dados foram tabelados e as grandezas referentes ao número de passageiros transportados e aos índices pluviométricos foram confrontadas, a Tabela 4 pôde ser construída, indicando os coeficientes de *Spearman* para cada linha e para cada categoria de dia.

Categoria	675K10	431010	220210	691310
Dias de semana	-0,18	-0,31	-0,22	-0,25
Sábados	-0,35	-0,36	-0,30	-0,34
Domingos	-0,59	-0,38	-0,44	-0,27
Feriados	-0,03	-0,11	-0,12	+0,01

Tabela 4: Coeficientes de *Spearman* encontrados por linha e por dia da semana

A partir da Tabela 4, pode-se notar que todos os coeficientes de *Spearman* calculados são negativos, à exceção daquele correspondente aos feriados na linha 691310, o qual é extremamente próximo à unidade. Este fato indica que quanto maior é o índice pluviométrico registrado em um dia, menores são os contingentes de passageiros transportados naquela data. Esta constatação sugere que há uma dependência entre a variável climática (neste estudo, a chuva) e a demanda de utilização do transporte público.

Além disso, assim como em outras pesquisas já realizadas, este estudo indica que a influência da chuva no número de passageiros transportados pelo sistema público em São Paulo é mais importante em fins de semana do que em dias de semana. Este fato é corroborado pelo aumento do coeficiente de *Spearman* calculado para sábados e domingos em relação àquele calculado para os dias de semana, como pode-se perceber pela Tabela 4. Tal constatação pode ser explicada pelos diferentes tipos de viagem realizadas ao longo da semana. Enquanto que, durante os dias de semana, eleva-se o número de viagens efetuadas a trabalho, durante os fins de semana, viagens associadas ao turismo e ao lazer aumentam. Estes deslocamentos, entretanto, podem ser realocados conforme as condições climáticas em certas ocasiões, fazendo com que o número de viagens realizadas esteja mais propício a variações de acordo com as chuvas, por exemplo.

4.3 Teste de significância para os coeficientes de *Spearman* encontrados

Para confirmar a hipótese de que há influência da chuva no transporte de passageiros nas linhas de ônibus estudadas, realizou-se um teste de significância. Considera-se um intervalo de confiança de 95% para a realização do teste. Seus resultados são indicados na Tabela 5.

Categorias	t	675K10	431010	220210	691310
Dias da semana	t encontrado	-2,77	-4,95	-3,53	-3,88
	t de corte	-1,97	-1,97	-1,97	-1,97
Sábados	t encontrado	-2,57	-2,68	-2,18	-2,49
	t de corte	-2,01	-2,01	-2,01	-2,01
Domingos	t encontrado	-5,10	-2,86	-3,38	-1,97
	t de corte	-2,01	-2,01	-2,01	-2,01
Feriados	t encontrado	-0,11	-0,44	-0,45	0,03
	t de corte	-2,13	-2,13	-2,13	-2,13

Nota-se, a partir da Tabela 5, que a hipótese inicial de que não havia uma correlação entre o número de passageiros transportados e os índices pluviométricos diários acumulados foi refutada para os dias de semana, sábados e domingos (à exceção dos passageiros transportados aos domingos pela linha 691310). Para os feriados, nada se pode inferir a propósito desta correlação, dado que as estatísticas t encontradas são inferiores ao t de corte.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de haver pesquisas que relacionassem as condições climáticas ao número de passageiros transportados pelo sistema público, foram identificadas carências de estudos que correlacionem estas duas grandezas em regiões tropicais ou subtropicais ou em um contexto latino-americano. As contribuições deste estudo também estão relacionadas ao entendimento da dinâmica da demanda da utilização do transporte público urbano para uma megalópole com mais de dez milhões de habitantes, como é o caso de São Paulo.

O estudo realizado comprovou a influência dos índices pluviométricos na quantidade de passageiros transportados nas quatro principais linhas de ônibus circulares do município de São Paulo, tanto em dias de semana, quanto aos fins de semana. Ademais, chegou-se à conclusão de que a utilização do transporte público em sábados, domingos e feriados é reduzida quando comparada aos dias de semana e que a influência das condições meteorológicas no número de passageiros é mais importante aos fins de semana do que durante a semana.

Estudos futuros podem ser desenvolvidos a fim de analisar como outros fatores contextuais, como o tipo de viagem e a renda dos passageiros, podem influenciar conjuntamente às condições meteorológicas na utilização do sistema público de transporte. Além disso, pesquisas complementares podem analisar tal correlação em outros modais de transporte público do município de São Paulo, tais como o metrô, o qual está menos sujeito às intempéries. Considerar também a aplicação da metodologia deste estudo a outras cidades poderia ser outra possibilidade de análise para próximos estudos.

REFERÊNCIAS

- BÖCKER, Lars; DIJST, Martin; PRILLWITZ, Jan. Impact of Everyday Weather on Individual Daily Travel Behaviours in Perspective: A Literature Review. *Transport Reviews*, [s.l.], v. 33, n. 1, p.71-91, jan. 2013.

CEMADEN, Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais.
Disponível em:
<https://www.cemaden.gov.br> (Acesso em: 22/12/2018).

GUO, Zhan; WILSON, Nigel H. M.; RAHBEE, Adam. Impact of Weather on Transit Ridership in Chicago, Illinois. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, [s.l.], v. 2034, n. 1, p.3-10, jan. 2007.

IAG-USP, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo.
Disponível em: <http://www.estacao.iag.usp.br/seasons/index.php> (Acesso em: 12/01/2019).

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-paulo/panorama> (Acesso em: 12/01/2019).

KHATTAK, Asad J.; PALMA, André de. The impact of adverse weather conditions on the propensity to change travel decisions: A survey of Brussels commuters. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, [s.l.], v. 31, n. 3, p.181-203, maio 1997.

LIU, Chengxi; SUSILO, Yusak O.; KARLSTRÖM, Anders. The influence of weather characteristics variability on individual's travel mode choice in different seasons and regions in Sweden. *Transport Policy*, [s.l.], v. 41, p.147-158, jul. 2015.

LIU, Chengxi; SUSILO, Yusak O.; KARLSTRÖM, Anders. Measuring the impacts of weather variability on home-based trip chaining behaviour: a focus on spatial heterogeneity. *Transportation*, [s.l.], v. 43, n. 5, p.843-867, set. 2016.

MAZE, Thomas H.; AGARWAL, Manish; BURCHETT, Garrett. Whether Weather Matters to Traffic Demand, Traffic Safety, and Traffic Operations and Flow. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, [s.l.], v. 1948, n. 1, p.170-176, jan. 2006.

PALMA, André de; ROCHAT, Denis. Understanding individual travel decisions: results from a commuters survey in Geneva. *Transportation*, [s.l.], v. 26, n. 3, p.263-281, 1999.

PREFEITURA DE SÃO PAULO, Secretaria de Mobilidade e Transportes. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/transportes/institucional/sptrans/acesso_a_informacao (Acesso em: 22/12/2018).

SINGHAL, Abhishek; KAMGA, Camille; YAZICI, Anil. Impact of weather on urban transit ridership. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, [s.l.], v. 69, p.379-391, nov. 2014.

TAO, Sui et al. To travel or not to travel: 'Weather' is the question. Modelling the effect of local weather conditions on bus ridership. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, [s.l.], v. 86, p.147-167, jan. 2018.

SOBRE O ORGANIZADOR

Felipe José Marques Mesquita - Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará (2014), com MBA executivo em Gerenciamento de Projetos pela Universidade Candido Mendes – RJ (2017) e Mestrado em Engenharia de Infraestrutura e Desenvolvimento Energético, também pela Universidade Federal do Pará (2020). Autor de publicações em congressos internacionais e nacionais, além de capítulo de livro. Recebeu menção honrosa como coautor do melhor artigo da região norte no 60 CBC IBRACON (2018). Possui experiência acadêmica e profissional na área de engenharia civil, com ênfase em projetos, orçamento, fiscalização e execução de obras, sendo atualmente Engenheiro Civil na empresa FBS construções desde 2017. E-mail: felipej.mesquita@gmail.com

ÍNDICE REMISSIVO

A

Arquitetura 1, 3, 4, 19, 20, 21, 22, 23, 26, 30, 46

C

Casa container 21

Certificação sustentável 31, 32

Chuva 48, 49, 50, 57

Condições climáticas 5, 49, 50, 58

Conforto térmico 22, 25, 50

Construção civil 1, 2, 21, 22, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 40, 45

Containers sustentáveis 21

Correlação de *Spearman* 48, 52, 53, 56

D

Desempenho do ambiente construído 30

Desempenho termoenergético 1, 2, 3, 5, 6, 10, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 19

Desenvolvimento sustentável 21, 33, 43

Designbuilder 20

Drywall 23, 24

E

Edificação sustentável 33

Energyplus 20

Engenharia civil 20, 31, 32, 34, 45, 47, 60

Estatística 11, 13, 52, 59

F

Fachada dupla 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 18

I

Impacto ambiental 3, 33

Índices de precipitação 52

Isolamento térmico 4, 23, 24

P

Pele de vidro 1, 3, 4

Projeto arquitetônico 3, 23

S

Selo casa azul 31, 32, 33, 34, 35, 38, 39, 40, 41, 45, 46, 47

Sistema construtivo 21, 23, 24, 28, 29

Sustentabilidade 4, 21, 22, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 40, 41, 45, 46, 47

T

Teste t de *Student* 52, 55, 56

Transporte de passageiros 49, 57

Transporte público 48, 49, 50, 52, 55, 57, 58

 **Atena**
Editora

2 0 2 0