

## **MOBILIDADE URBANA EM FORTALEZA – CEARÁ: UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS FATORES FROTA DE VEÍCULOS, NÍVEL DE DESEMPREGO E UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS**

**Thalita M. M. N. Almeida** – th\_alita\_almeida@hotmail.com

Faculdade Ari de Sá, Curso de Engenharia Civil

Av. Heráclito Graça, 826

60140-060 Fortaleza – Ceará

**Jonathan W. R. Nascimento** – engwilliamoficial@gmail.com

**Natália V. da R. Kloeckner** – natalia.kloeckner@gmail.com

**Eron T. de Deus** – eronterceiro@gmail.com

**Resumo:** A mobilidade urbana configura-se como um importante sistema que oportuniza o acesso da população a equipamentos e serviços oferecidos pelas cidades, impactando na qualidade de vida e desenvolvimento econômico da região. O presente artigo é resultado de uma pesquisa realizada por estudantes do 3º semestre do curso de Engenharia Civil, de uma Faculdade cearense, durante a disciplina de Projeto Integrador III, tendo como objetivo geral analisar por meio de ferramentas estatísticas, a relação entre os fatores de tamanho da frota de veículos, nível de desemprego e uso de equipamentos advindos de programas de melhoria a mobilidade urbana da cidade de Fortaleza – Ceará. Para tal, o método de desenvolvimento do estudo de caso, deu-se através de uma pesquisa exploratória-descritiva, por meio de uma investigação bibliográfica e de campo, de natureza quantitativa, utilizando dados coletados pela internet e diretamente nos órgãos municipais responsáveis. A pesquisa constatou um significativo nível de relação entre os dados, o que permitiu explicar sobre os principais aspectos da mobilidade urbana de Fortaleza. Todavia, propõem-se para estudos futuros uma análise mais aprofundada, englobando outras variáveis e período, até então limitantes no desenvolvimento deste trabalho.

**Palavras-chave:** Mobilidade urbana. Análise estatística. Transporte alternativo.

### **1 INTRODUÇÃO**

A mobilidade urbana abrange toda a população, incluindo os pedestres, ciclistas, transporte de cargas, entre outros, não se restringindo somente ao transporte público e asfalto.

Segundo Gomide (2006), a privação da mobilidade urbana da população, impacta no acesso destas pessoas a diversos serviços, como o de escolas, emprego, hospitais, lazer, mercados, entre outros. Contudo, a questão da mobilidade urbana não se resume em apenas permitir o deslocamento de um ponto a outro da cidade, a questão é mais abrangente, sendo necessária a satisfação de uma série de necessidades da população, que envolve desde a infraestrutura, a segurança até a gestão.

Segundo Brasil (2013), a mobilidade urbana bem planejada, com sistemas integrados e sustentáveis, característica de uma cidade inteligente, garante o acesso dos cidadãos às cidades

e serviços, proporcionando uma melhor qualidade de vida, bem como incentivando o desenvolvimento econômico.

No entanto, ações de melhoria da mobilidade urbana geralmente são muito difíceis de implementação, uma vez que a não existência de dados torna-se fator limitante para apoio as tomadas de decisões sobre o assunto. Para mitigar e até mesmo exterminar tal barreira, são cada vez mais necessários a realização de estudos e análises que permitam um panorama geral do problema a fim de identificar as ações necessárias a curto, médio e longo prazo.

A Prefeitura do Município de Fortaleza tem se mostrado bastante ativa quando se trata de mobilidade urbana. Segundo Fortaleza (2018), nos últimos anos foram desenvolvidas diversas ações e alguns planos sobre o assunto, tais como o Plano de Ações Imediatas em Transporte e Trânsito (PAITT) e o Plano Diretor Ciclovitário Integrado (PDCI), ambos em consonância com a Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU).

O objetivo geral desse estudo é analisar a mobilidade urbana de Fortaleza – Ceará, por meio da relação entre os fatores de tamanho da frota de veículos, nível de utilização dos principais equipamentos de mobilidade urbana – ônibus, bicicleta integrada, Bicicletar e veículos compartilhados (Sistema VAMO). Contrastando-os ainda com a taxa de desemprego, sob a hipótese de que se o nível desse indicador aumentar, a demanda pelo transporte também aumentará.

Para tal, utilizou-se o método de estudo de caso, no qual a pesquisa é do tipo exploratória-descritiva, com natureza quantitativa e amostra não probabilística e intencional.

A estrutura do presente artigo é composta por quatro seções, além desta primeira de introdução. Na segunda seção é tratada a revisão de literatura sobre o tema de estudo proposto. Os materiais e métodos são descritos na terceira seção, constando na quarta seção as análises e discussões dos resultados obtidos. Por fim, a quinta seção apresenta as considerações finais e proposições para estudos futuros, seguindo desta, as referências presentes neste estudo.

## **2 CIDADES INTELIGENTES E A MOBILIDADE URBANA**

Com o crescimento populacional e o consequente adensamento urbano em algumas regiões, faz-se necessário o uso de medidas mais inteligentes com a finalidade de melhorar a mobilidade e qualidade de vida dos moradores dessas regiões. Nesta seção serão apresentados os conceitos básicos que norteiam este trabalho, bem como as principais características dos programas aplicados no município em estudo, Fortaleza, localizado no Estado do Ceará.

### **2.1 Cidades inteligentes**

Segundo Aguirre (2017) define, cidades inteligentes, também conhecido por *smart cities*, são centros urbanos que, por meio de coleta e análise de dados, conseguem proporcionar serviços públicos com a qualidade desejada pelos cidadãos, consumindo o mínimo de recursos financeiros e econômicos.

Desse modo, entende-se que as cidades inteligentes vieram para suprir a necessidade de melhorar a qualidade de vida da população, principalmente de grandes centros urbanos onde existem aglomeração de pessoas, veículos, habitações (crescimento vertical) e empreendimentos financeiros.

### **2.2 Mobilidade urbana**

A mobilidade urbana, segundo a Lei 12.587/2012, pode ser entendida como as condições oferecidas pelas cidades para garantir a livre circulação de pessoas e cargas no espaço urbano.

A partir da lei, cada município deve reformular sua estrutura para que se priorizem os modos de transporte coletivo e ativos. Para tanto, o Plano Nacional de Mobilidade Urbana, instituído na lei, incentiva a integração modal, adoção de ferramentas e equipamentos que criem uma melhor organização viária nas cidades. Assim, o principal instrumento de gestão definido pela Política é o Plano Municipal de Mobilidade, que possui foco no transporte urbano sustentável e no planejamento urbano integrado (BRASIL, 2012).

Contudo, ressalta-se que o sistema de mobilidade de qualidade e eficiente não é de fácil implantação nas cidades. Um dos motivos dar-se por conta da atual priorização da locomoção de veículos motorizados individuais e da pouca valorização dos modos “populares” de deslocamento, tais como a bicicleta e o transporte coletivo.

### 2.3 Mobilidade Urbana em Fortaleza

Com uma população estimada de 2.627.482 pessoas, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2018), Fortaleza é a cidade mais populosa do Estado do Ceará.

No que tange a mobilidade, tal município possui um histórico de centralização das vias de transporte público pelo centro da cidade, bem como priorização das faixas de rodagem para veículos particulares, fato presente na maioria das cidades. Contudo, tal posicionamento está mudando, por meio de uma série de ações da Prefeitura e de parcerias público-privadas que estão modificando o panorama da mobilidade na cidade.

A Prefeitura tem planejado e implantado ações que visam a redistribuição equitativa do espaço urbano, a redução do número de mortes no trânsito e a redução da emissão de poluentes na atmosfera (FORTALEZA, 2018).

Segundo Fortaleza (2018), as principais ações implantadas na cidade com a finalidade de melhoria na mobilidade urbana na capital, são:

- **Aplicativos:** programas criados prioritariamente para uso em celulares, permitindo ao usuário ver em tempo real as melhores opções de transporte público a partir de sua localização, ou ter acesso aos demais serviços oferecidos pela Agência Municipal de Fortaleza (AMC); Aplicativos Meu Ônibus e AMC Móvel, respectivamente.
- **Bilhete Único e outros:** cartões com concessão de benefícios (meia passagem e gratuidade); facilitam o acesso ao transporte público e aos demais equipamentos de mobilidade disponíveis, tais como projetos de bicicletas Integradas e Bicicletar.
- **Bicicleta Integrada:** sistema de bicicletas integrado ao transporte público (terminais de ônibus); dar ao usuário mais uma possibilidade de locomoção.
- **Bicicletar:** estações de bicicletas compartilhadas distribuídas por toda a cidade.
- **VAMO:** sigla para Veículos Alternativos para Mobilidade. Trata-se de um sistema de carros elétricos com utilização compartilhada, com estações distribuídas pela cidade.
- **Infraestrutura cicloviária:** infraestrutura composta por ciclovias, ciclofaixas, ciclorotas e faixas de passeio compartilhado que incentivam e dão suporte ao transporte cicloviário.
- **Corredores exclusivos de ônibus:** faixas de rodagem preferenciais ou exclusivas para ônibus que interligam os diversos bairros da cidade.

## 3 MATERIAIS E MÉTODO

Dado a característica deste trabalho não ter o objetivo de generalizar os seus resultados (LAKATOS e MARCONI, 1991), escolheu-se para aplicação do método de estudo de caso.



Em relação ao tipo de pesquisa este estudo centrou-se na exploratória-descritiva, onde a partir da exploração dos dados, possibilita-se a investigação de um fenômeno, a fim de descrevê-lo (GIL, 2010). De forma complementar, a natureza do estudo apresenta-se como quantitativa, de amostra não probabilística e intencional.

Como ferramenta para análise do estudo de caso, optou-se pela abordagem de estatística descritiva e de probabilidade, a fim de que se consiga caracterizar e inferir os resultados, conforme os objetivos estabelecidos. Segundo Lakatos e Marconi (1991, p. 108), "o método estatístico significa redução de fenômenos da sociedade a termos quantitativos [...] que permite obter relações dos fenômenos entre si".

Utilizando a pesquisa bibliográfica e documental, coletou-se os dados a serem trabalhados. A descrição de tais dados, bem como a fonte coletora são apresentados na Quadro 1.

Quadro 1 - Relação dos dados trabalhados e sua respectiva fonte.

Item	Descrição	Fonte
1	Média de pagantes de ônibus em Fortaleza.	Obtidos em resposta a solicitação via E-SIC ( <a href="http://www.acessoainformacao.fortaleza.ce.gov.br">http://www.acessoainformacao.fortaleza.ce.gov.br</a> )
2	Tabela de registro de número de viagens do VAMO	Obtidos em resposta a solicitação via E-SIC ( <a href="http://www.acessoainformacao.fortaleza.ce.gov.br">http://www.acessoainformacao.fortaleza.ce.gov.br</a> )
3	Tabela de registro de viagens integradas – Bicicleta Integrada	Obtidos em resposta a solicitação pessoalmente a Secretaria de Conservação e Serviços Públicos (SCSP)
4	Listagem de trechos implantados – Faixas de Ônibus	Obtidos em resposta a solicitação pessoalmente a Secretaria de Conservação e Serviços Públicos (SCSP)
5	Listagem de trechos implantados – Infraestrutura Cicloviária	Obtidos em resposta a solicitação pessoalmente a Secretaria de Conservação e Serviços Públicos (SCSP)
6	Quantitativo mensal de viagens – Bicicletar	Obtidos em resposta a solicitação pessoalmente a Secretaria de Conservação e Serviços Públicos (SCSP)
7	Taxa de desemprego mensal	Diecee ( <a href="https://www.diecee.org.br/analiseped/ped.html">https://www.diecee.org.br/analiseped/ped.html</a> )
8	Frota de veículos mensal de Fortaleza.	Detran ( <a href="http://portal.detran.ce.gov.br/index.php/estatisticas">http://portal.detran.ce.gov.br/index.php/estatisticas</a> )

Após o estabelecimento dos dados e sua tabulação, seguiu-se para a análise estatística destes, onde foi obtido um resumo mais simplificado com as médias dos dados por período (ano). Posteriormente, procedeu-se com o estudo de relação de dados, o qual deu-se por meio do coeficiente de correlação de Pearson, de dois em dois, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 – Relação das correlações entre os pares de dados obtidos

Ordem	Correlação de dados
1	Taxa de desemprego (média anual) e a frota de veículos (unidades anuais)
2	Infraestrutura cicloviária (quilômetros implantados) e a frota de veículos (unidades anuais)
3	Extensão das faixas de ônibus (em quilômetros) e a frota de veículos (unidades anuais)
4	Bicicletar (quantidade de viagens) e a frota de veículos (unidades anuais)
5	Infraestrutura cicloviária (quilômetros implantados) e quantitativo de passageiros de ônibus
6	Taxa de desemprego (média anual) e o quantitativo de passageiros de ônibus
7	Bicicletar (quantidade de viagens) e o quantitativo de passageiros de ônibus
8	Extensão das faixas de ônibus (em quilômetros) e o quantitativo de passageiros de ônibus

Ademais, considerou-se a interpretação da correlação conforme seu *p*-valor (tanto para valores positivos quanto negativos): 0,00 a 0,19, correlação muito fraca; 0,20 a 0,39, correlação fraca; 0,40 a 0,69, correlação moderada; 0,70 a 0,89, correlação forte; 0,90 a 1,00, correlação muito forte (MOORE, 2011). Ressalta-se, também que para obter uma melhor relação, seguiu-

se a análise, em pares, de períodos iguais, ou seja, mesmo ano de início e término para ambas amostras. A escolha do intervalo do período se deu conforme disponibilidade dos dados.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

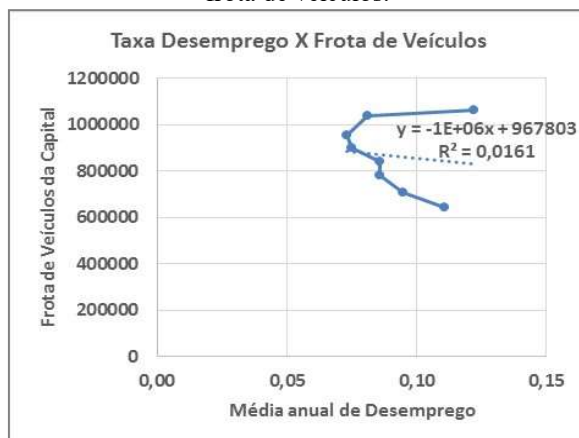
Com base no tratamento de estatística descritiva e de probabilidade aplicado aos dados em estudo, esta seção apresenta os resultados e discussões conforme ordenamento das correlações expostas na seção anterior (Quadro 2).

Assim, cada subseção a seguir apresenta uma correlação entre pares de dados, de acordo com o seu período de estudo disponível. Também expondo o coeficiente de determinação,  $R^2$ , o qual identifica se a variável independente é capaz (quando próxima de 1) ou não (quando próxima de 0) de explicar a variável dependente; e, a função de regressão, a partir da qual é criada a reta (linha pontilhada azul) que evidenciará o quão próximos ou não estão os dados brutos à função linear.

### 4.1 Taxa de desemprego (média anual) e a frota de veículos (unidades anuais)

A partir dos dados disponíveis dos anos 2009 a 2016, obteve-se o coeficiente de correlação muito fraco,  $p$ -valor de 0,13. A figura 1 demonstra a baixa relação entre os dados, uma vez que não se observa uma reta entre os pontos do gráfico de dispersão (curva azul) e de regressão (linha pontilhada). O  $R^2$  está bem próximo de 0, o que indica que a variável independente  $x$ , média anual de desemprego, não é capaz de explicar a variável dependente  $y$ , frota de veículos da cidade.

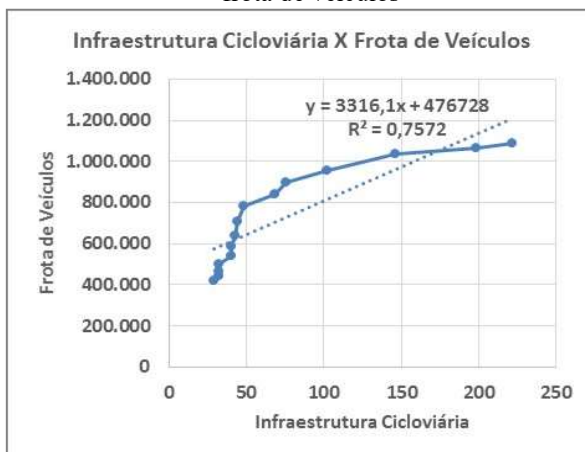
Figura 1 - Relação entre Taxa de Desemprego e a frota de veículos.



### 4.2 Infraestrutura cicloviária (quilômetros implantados) e a frota de veículos (unidades anuais)

A partir dos dados disponíveis de 2003 a 2017, obteve-se uma forte correlação entre as variáveis, 0,96. Na Figura 2 pode-se observar uma proximidade entre os pontos do gráfico de dispersão e a reta de regressão. O  $R^2$  está mais próximo de 1, o que indica que a variável independente  $x$ , infraestrutura cicloviária, é capaz de explicar a variável dependente  $y$ , frota de veículos.

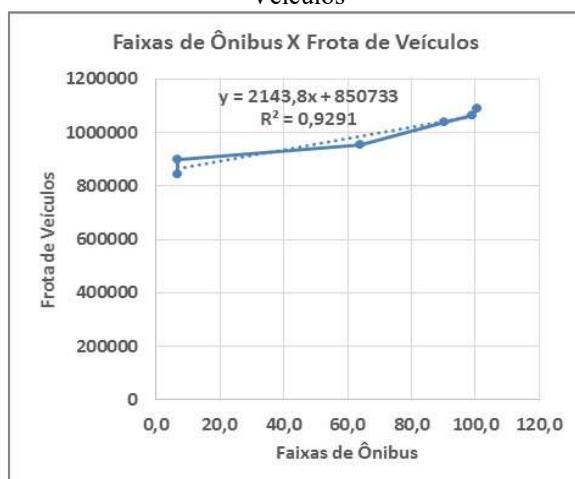
Figura 2 – Relação entre infraestrutura cicloviária e a frota de veículos



#### 4.3 Extensão das faixas de ônibus (em quilômetros) e a frota de veículos (unidades anuais)

A partir dos dados disponíveis no período de 2012 a 2017, obteve-se uma forte correlação entre os indicadores, 0,97. A Figura 3 explicita a alta relação entre tais dados. Observa-se, que o  $R^2$  está muito próximo de 1 o que indica que a variável independente x, faixa de ônibus exclusivas e preferenciais, pode explicar a variável dependente y, frota de veículos da capital.

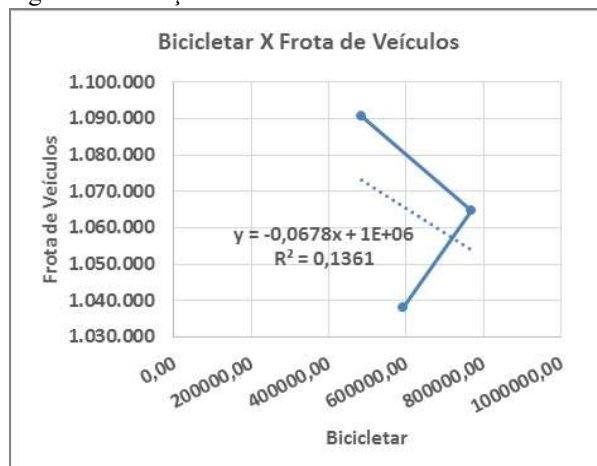
Figura 3 – Relação entre Faixas de Ônibus e Frota de Veículos



#### 4.4 Bicicletar (quantidade de viagens) e a frota de veículos (unidades anuais)

Com base nos dados disponíveis de 2015 a 2017, período de vigência do projeto Bicicletar, observou-se uma correlação fraca, com  $p$ -valor de - 0,37. A Figura 4 apresenta a baixa relação entre os dados, a partir da divergência entre os pontos do gráfico de dispersão e da reta de regressão. Ademais,  $R^2$  foi muito próximo de 0, logo a variável independente, quantidade de viagens do Bicicletar, não explica a variável dependente, frota de veículos.

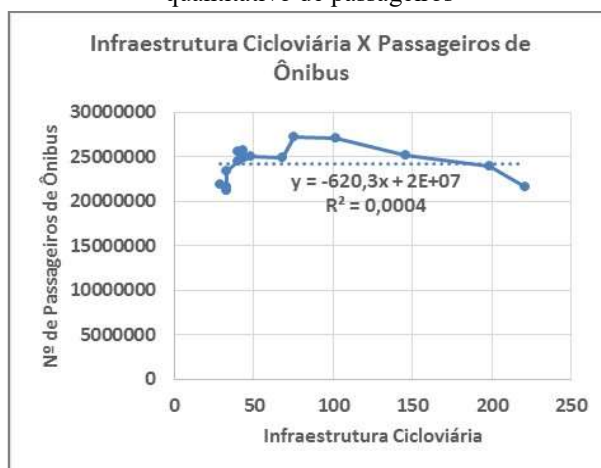
Figura 4 – Relação entre Bicicletar e a Frota de Veículos



#### 4.5 Infraestrutura cicloviária (quilômetros implantados) e o quantitativo de passageiros de ônibus

De acordo com os dados disponíveis de 2003 a 2017, a correlação entre os dois indicadores apresentou-se como fraca:  $p$ -valor de 0,20. A Figura 5 não apresenta uma reta no gráfico de dispersão. Observa-se pelo  $R^2$  muito próximo a zero, que a variável independente  $x$ , infraestrutura cicloviária, não explica a variável  $y$ , quantitativo de passageiros nos ônibus.

Figura 5 – Relação entre Infraestrutura cicloviária e quantitativo de passageiros

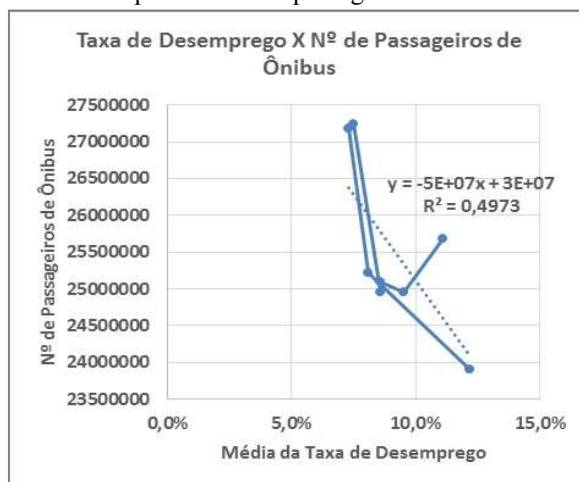


#### 4.6 Taxa de desemprego (média anual) e o quantitativo de passageiros de ônibus

Conforme os dados disponíveis dos anos de 2009 a 2016, a correlação obtida foi considerada forte,  $p$ -valor de 0,71. Conforme verifica-se na Figura 6, há uma proximidade entre os pontos do gráfico de dispersão e a reta de regressão. No entanto,  $R^2$  está próximo de zero, verificando-se que a variável independente  $x$ , taxa de desemprego, não explica a variável  $y$ , quantitativo de passageiros de ônibus.



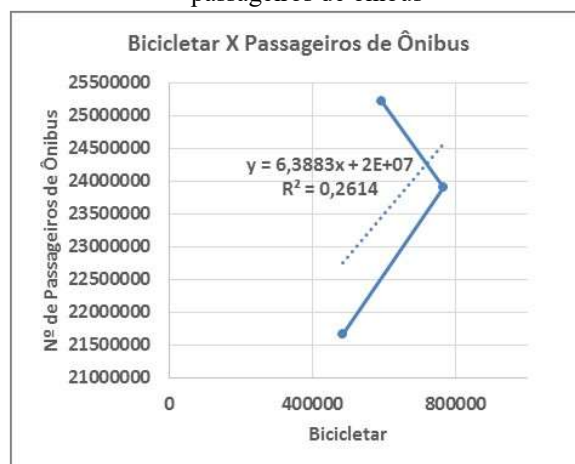
Figura 6 – Relação entre média da taxa de desemprego e o quantitativo de passageiros de ônibus



#### 4.7 Bicicletar (quantidade de viagens) e o quantitativo de passageiros de ônibus

Considerando a disponibilidade dos dados de 2015 a 2017, obteve-se uma correlação moderada,  $p$ -valor de 0,51. De acordo com a Figura 7, o  $R^2$  ficou próximo a 0, o que indica que a variável independente  $x$ , quantitativo de viagens do Bicicletar, não explica a variável dependente  $y$ , quantitativo de passageiros de ônibus.

Figura 7 – Relação entre Bicicletar e o quantitativo de passageiros de ônibus

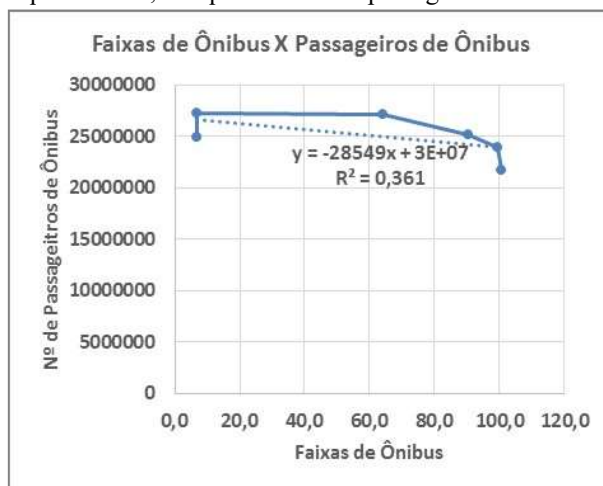


#### 4.8 Extensão das faixas de ônibus (em quilômetros) e o quantitativo de passageiros de ônibus

Com base nos dados disponíveis, 2012 a 2017, esta análise resultou em um coeficiente de correlação moderada,  $p$ -valor de 0,61. Conforme a Figura 8, o  $R^2$  próximo a 0 indica que a variável independente  $x$ , faixas de ônibus, não explica a variável  $y$ , passageiros de ônibus.



Figura 8 – Relação entre faixas de ônibus, em quilômetros, e o quantitativo de passageiros de ônibus



Logo, após os cálculos do coeficiente de correlação de Pearson, obteve-se três pares de dados com uma relação significativa, ou seja,  $p$ -valor entre 0,70 a 1,00, são essas as relações: i. entre infraestrutura cicloviária e frota de veículos; ii. entre faixas de ônibus e frota de veículos; e, iii. entre taxa de desemprego e passageiros de ônibus.

Assim, pode-se concluir para a primeira relação, que a implantação da infraestrutura cicloviária foi acompanhada pelo aumento de frota de veículos. Já para a segunda, que houve uma relação direta, pois, o aumento da faixa de ônibus foi acompanhado pelo aumento da frota de veículos. E, na terceira relação, verificou-se que quando a média anual do desemprego aumentou, foi acompanhada por um aumento do nível de passageiros.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De forma geral é notório o crescimento populacional e de veículos em Fortaleza, bem como de medidas que estimulem a mobilidade urbana inteligente, como os projetos Bicicleta e as faixas de rodagem exclusivas ou preferenciais de ônibus.

Este trabalho logrou como resultados uma análise da mobilidade urbana de Fortaleza, no que concerne a relação entre os dados obtidos de frota de veículos, nível de desemprego e utilização de ferramentas e equipamentos. Contudo, observada a recente implantação dos projetos de mobilidade na cidade, a partir de 2013, este estudo encontrou limitações para análises mais aprofundadas dos dados. Tal fato culminou na consideração, pelos autores, de distintos períodos para análise dos indicadores, conforme a disponibilidade de cada indicador.

Como resultados, este estudo apresentou três correlações significativas (classificadas como correlações fortes e muito fortes) e cinco pouco significativas (classificação de muito fraca, fraca e moderada). Contudo, não se pode afirmar tratar-se de relação causa-efeito, sugerindo-se mediante aos resultados, para estudo futuro, uma análise mais aprofundada dos dados, incluindo análise de períodos anuais maiores.

Sugere-se, também, dado o incentivo aos estudantes para realização deste trabalho na disciplina de Projeto Integrador III, reaplicar esta metodologia englobando demais fatores de análise, como o de nível de tráfego, pavimentação e congestionamento, apoiando-se desta vez nas disciplinas que atuem sobre a égide para essas abordagens.

## REFERÊNCIAS

AGUIRRE, Thiago Ferraz de Arruda. **Gerência de risco de enchentes em cidades inteligentes**. Campinas: PUC-Campinas, 2017.

BRASIL. Decreto Lei nº 12.587, de 03 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Diário Oficial, Brasília: 26 jun. 2012.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Cartilha da Política Nacional de Mobilidade Urbana**. Brasília, 2013.

FORTALEZA. Prefeitura Municipal. **Mobilidade**. Disponível em: <https://catalogodeservicos.fortaleza.ce.gov.br/categoria/mobilidade>. Acesso em: 27 abr. 2018

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5ª edição. São Paulo: Atlas, 2010.

GOMIDE, Alexandre de Ávila. **Mobilidade urbana, iniquidade e políticas sociais**. IPEA, Brasília, n. 12, fev. 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Panorama das Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/fortaleza/panorama>. Acesso em: 27 abr. 2018.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Editora Atlas. 1991.

MOORE, David S. **A estatística básica e sua prática**. 5ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

## URBAN MOBILITY IN FORTALEZA – CEARÁ: A COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN THE FACTORS FLEET OF VEHICLES, LEVEL OF UNEMPLOYMENT AND USE OF EQUIPMENT

**Abstract:** *Urban mobility is an important system that allows the population access to equipment and services offered by cities, impacting the quality of life and economic development of the region. This article is the result of a research carried out by students of the 3rd semester of the Civil Engineering course of a Faculty of Ceará, during the discipline of Integrator Project III. Its main objective is to analyze, through statistical tools, the relationship between factors of vehicle fleet size, unemployment level and use of equipment resulting from urban mobility improvement programs in the city of Fortaleza - Ceará. The method of development of the case study was done through an exploratory-descriptive research, through a bibliographical and field research, of a quantitative nature, using data collected by the internet and directly in the responsible municipal organs. The research found a significant level of relationship between the data, which allowed to explain about the main aspects of the urban mobility of Fortaleza. However, for future studies a deeper analysis is proposed, encompassing other variables and period, hitherto limiting in the development of this work.*

**Key-words:** *Urban mobility, Statistical analysis, Alternative transportation.*