



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES**  
**GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**RAQUEL CHAVES COSTA LIMA**

**CARACTERIZAÇÃO DO USO INTEGRADO DE BICICLETA**  
**COMPARTILHADA E ÔNIBUS EM FORTALEZA**

**FORTALEZA**

**2018**

RAQUEL CHAVES COSTA LIMA

CARACTERIZAÇÃO DO USO INTEGRADO DE BICICLETA COMPARTILHADA E  
ÔNIBUS EM FORTALEZA

Monografia submetida à Coordenação do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Felipe Grangeiro Loureiro

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- C875c Costa Lima, Raquel.  
Caracterização do Uso Integrado de Bicicleta Compartilhada e Ônibus em Fortaleza / Raquel Costa Lima. –  
2018.  
75 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia,  
Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2018.  
Orientação: Prof. Dr. Carlos Felipe Grangeiro Loureiro.
1. Bicicleta. 2. Ônibus. 3. Integração. 4. Big Data. I. Título.

CDD 620

---

RAQUEL CHAVES COSTA LIMA

CARACTERIZAÇÃO DO USO INTEGRADO DE BICICLETA COMPARTILHADA E  
ÔNIBUS EM FORTALEZA

Monografia submetida à Coordenação do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Civil.

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Carlos Felipe Grangeiro Loureiro  
(Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Mário Angelo Nunes de Azevedo Filho  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Arquiteta Taís Barreto Costa  
Secretaria de Conservação e Serviços Públicos (SCSP/PMF)

## AGRADECIMENTOS

Á Deus, por guiar meus passos e permitir que tudo aconteça da melhor forma.

Aos meus pais, Roberto e Cristiana, por estarem sempre ao meu lado, me incentivando na busca pelos meus sonhos e me apoiando nas minhas decisões. Obrigada pelo amor e carinho de sempre.

Aos meus irmãos, Roberto Jr, Felipe e Victor, pelo carinho e apoio e por vibrarem com cada conquista minha. Em especial ao Roberto Jr, pela enorme ajuda na realização desse trabalho.

Às minhas irmãs que os meus irmãos me deram, Sabrina e Aninha, e a minha “constrituta” de mãe, Caco, pela torcida.

Ao meu namorado, Victor, pelo companheirismo e amor e por me aguentar no estresse de fim de curso com tanta paciência. Obrigada também pelas discussões e críticas em relação à esse trabalho.

Ao professor Dr. Felipe Loureiro, meu orientador, pelos ensinamentos e conselhos, não só relacionados a esse trabalho, mas também profissionais e pessoais.

Ao professor Dr. Mário Angelo, professor da disciplina de PG e participante da banca, pelos ensinamentos e sugestões.

A todos os professores que contribuíram com a minha formação e plantaram em mim o amor pela nossa profissão.

Aos amigos que a Engenharia Civil me apresentou, por tornarem os dias de faculdade muito mais divertidos. Nas noites de estudo ou nas saídas para desopilar, a companhia de vocês foi fundamental. Espero levar a amizade de vocês para a vida toda.

Ao meu querido “G.A.”, amigos que a arquitetura me deu e que eu guardo com muito carinho no coração, Alana, Renata, Rafa, Isadora, Yuri e Victor “Pequeno”, pela amizade e boas risadas que vocês sempre me proporcionam.

Aos amigos, Tais e Matheus, que acompanharam de perto a produção desse trabalho, discutindo o assunto e fazendo sugestões. E ao Matheus e ao Renan pela disposição e ajuda com os algoritmos. A ajuda de vocês foi essencial.

Ao PAITT, da Prefeitura Municipal de Fortaleza, pelo fornecimento de dados.

A todos que contribuíram direta e indiretamente com a produção desse trabalho.

## RESUMO

Em Fortaleza, o uso da bicicleta como meio de transporte tem mostrado um aumento consistente nos últimos anos e já se percebe a integração desse modo com ônibus. Por trás desse cenário, observa-se incentivos governamentais voltados à uma mudança de cultura em relação à bicicleta, como aumento da estrutura cicloviária e implementação de sistemas de bicicletas compartilhadas, em que parte desse esforço está voltado à integração bicicleta-ônibus, como a implementação de estações desses sistemas próximas à paradas de ônibus e terminais, mas não foi feito um estudo da demanda por esse uso antes de se executar essas mudanças.

Esse trabalho teve como objetivo caracterizar o uso integrado de bicicleta compartilhada e ônibus em Fortaleza, analisando aspectos relacionados às viagens e aos usuários. Para isso, utilizou-se de dados brutos do Bicletar, principal sistema de bicicletas compartilhadas da cidade, e de bilhetagem eletrônica dos ônibus e empregou-se ferramenta de análise de *big data* e *software* de SIG, Sistema de Informação Georeferenciada.

**Palavras-Chave:** Bicicleta. Ônibus. Integração. *Big Data*.

## **ABSTRACT**

In Fortaleza, the use of the bicycle as a transport mode has shown a consistent increase on the last years and an integration of this mode with buses has been observed. Behind this scenario, there are governmental incentives aimed at a change of culture in relation to the bicycle, such as increasing the cycle structure and implementing shared bicycle systems and part of this effort is focused on cycling–transit integration, such as the implementation of stations close to bus stops and terminals, but there are not studies about who integrates these modes in Fortaleza before making these changes.

This work aims to characterize the integrated use of shared bicycles and buses in Fortaleza, analyzing aspects related to travel and users. For this, data of the Bicicletar, Fortaleza’s main shared bicycle system, and electronic ticketing of buses were used, and big data analysis tool and GIS software, Geographic Information System, were used.

**Keywords:** Bicycle. Bus. Integration. Big Data.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição das distâncias de acesso percorrida pelos usuários que integram bicicleta e transporte público.....	19
Figura 2 – Fases de implementação do Bicicletar .....	22
Figura 3 – Fluxograma da união dos dados de cada planilhas .....	28
Figura 4 – Fluxograma da união de viagens de bicicleta e ônibus .....	29
Figura 5 – Fluxograma do agrupamento das viagens que ocorrem dentro do período de integração.....	32
Figura 6 – Metodologia para encontrar a parada de ônibus utilizada na viagem .....	34
Figura 7 - Viagens do Bicicletar de 2015 por faixa horária (dias úteis).....	40
Figura 8 - Viagens integradas Bicicletar-Ônibus de 2015 por faixa horária.....	41
Figura 9 - Viagens integradas Bicicletar-Ônibus de 2016 por faixa horária.....	41
Figura 10 - Distribuição espacial das zonas de destino de viagens por ônibus no pico da manhã .....	43
Figura 11 - Distribuição espacial das zonas de origem de viagens por ônibus no pico da manhã. ....	43
Figura 12 - Distribuição do tempo de integração no acesso.....	45
Figura 13 - Distribuição do tempo de integração na difusão.....	45
Figura 14 - Distribuição das viagens integradas nas estações em 2015 .....	48
Figura 15 – Distribuição das viagens integradas nas estações em 2016 .....	49
Figura 16 – Zonas de maior integração Bicicletar-Ônibus em 2015.....	50
Figura 17 – Zonas de maior integração Bicicletar-Ônibus em 2016.....	51
Figura 18 – Distância entre a parada de ônibus e a estação do Bicicletar utilizadas nas viagens integradas.....	52
Figura 19 – Distribuição das distâncias entre as estações de retirada e devolução utilizadas nas viagens integradas.....	53
Figura 20 – Distribuição das durações das viagens de Bicicletar como parte das viagens integradas.....	53
Figura 21 – Distribuição das velocidade das viagens de Bicicletar como parte das viagens integradas.....	54
Figura 22 – Espacialização das origens das viagens de difusão do pico da manhã em 2015...	56

Figura 23 – Espacialização das origens e destinos das viagens de difusão do pico da manhã em 2015 .....	56
Figura 24 – Espacialização dos destinos das viagens de difusão do pico da manhã em 2015 .....	57
Figura 25 – Espacialização das origens das viagens de difusão do pico da manhã em 2016... ..	57
Figura 26 – Espacialização das origens e destinos das viagens de difusão do pico da manhã em 2016 .....	58
Figura 27 – Espacialização dos destinos das viagens de difusão do pico da manhã em 2015 .....	59
Figura 28 – Alcance do Bicicletar isolado x utilizado de forma integrada .....	60
Figura 29 – Distribuição da quantidade integrações por usuário nos 12 dias analisados de setembro de 2015.....	61
Figura 30 – Distribuição da quantidade integrações por usuário nos 10 dias analisados de setembro de 2016.....	62
Figura 31 – Localização dos endereços dos usuários de 2015 e das primeiras estações do Bicicletar.....	63
Figura 32 – Localização dos endereços dos usuários de 2016 e das estações do Bicicletar ....	63
Figura 33 – Domicílios de baixa renda em 2015 e localização dos endereços dos usuários e estações.....	64
Figura 34 – Domicílios de alta renda em 2015 e localização dos endereços dos usuários e estações.....	65
Figura 35 – Distriuição etária dos usuários de acordo com a pesquisa de 2015 .....	66
Figura 36: a) Distribuição das viagens por faixa etária em 2015; b) Distribuição das viagens dos usuários por faixa etária em 2015 .....	67
Figura 37: a) Distribuição das viagens por faixa etária em 2016; b) Distribuição das viagens dos usuários por faixa etária em 2016 .....	67

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição da quantidade de ônibus utilizada nas viagens integradas .....	39
Tabela 2 - Distribuição percentual do tipo de no pico da manhã .....	44
Tabela 3 - Distribuição percentual do tipo de no pico da tarde .....	44
Tabela 4 – Estações que mais integraram em 2015 de acordo com a pesquisa.....	46
Tabela 5 – Estações que mais integraram em 2016 de acordo com a pesquisa.....	46
Tabela 6 - Usuário Frequentes e Usuário Ocasionais do Bicicletar de 2015 .....	61
Tabela 7 – Distribuição das viagens e dos usuários por sexo em 2015.....	66
Tabela 8 – Distribuição das viagens e dos usuários por sexo em 2016.....	67

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

BU	Bilhete único
ETL	Extract, Transform and Load
PDCI	Plano Diretor Ciclovitário Integrado
PDI	Pentaho Data Integration
PNMU	Política Nacional de Mobilidade Urbana
SIG	Sistema de Informação Geográfica

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	13
1.1	Problema de Pesquisa e questões motivadoras .....	13
1.2	Objetivos .....	14
1.3	Estrutura da monografia.....	14
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	16
2.1	Integração bicicleta-ônibus .....	16
2.2	Perfil dos usuários e das viagens que integram bicicleta-ônibus.....	17
2.3	Sistemas de bicicletas compartilhadas e seu uso integrado ao transporte público ....	20
2.4	Contextualização dos sistemas de Fortaleza .....	21
2.4.1	<i>Bilhete Único</i> .....	21
2.4.2	<i>Bicicletar</i> .....	21
2.4.3	<i>Bicicleta Integrada</i> .....	23
3	METODOLOGIA .....	25
3.1	Escolha dos períodos de análise.....	25
3.2	Análise preliminar dos dados e escolha do software a utilizar .....	26
3.3	Proposta metodológica para análise dos dados .....	27
3.3.1	<i>Quantidade de viagens integradas e quantidade ônibus utilizados na integração</i>	27
3.3.2	<i>Horários de maior integração e divisão em acesso e difusão</i> .....	32
3.3.3	<i>Estações mais utilizadas na integração</i> .....	33
3.3.4	<i>Tempos e distâncias dos modos não motorizados</i> .....	33
3.3.5	<i>Origem e Destino das viagens integradas</i> .....	35
3.3.6	<i>Característica dos usuários</i> .....	36
4	RESULTADOS .....	37
4.1	Quantidade de viagens integradas e quantidade ônibus utilizados na integração.....	37

4.2	Horários de maior integração.....	40
4.3	Integração no acesso e na difusão.....	41
4.4	Estações mais utilizadas na integração .....	46
4.5	Tempos e distâncias dos modos não motorizados .....	51
4.6	Origem e Destino das viagens integradas .....	54
4.7	Características dos usuários .....	60
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	68
5.1	Conclusões .....	68
5.2	Recomendações .....	71
	REFERÊNCIAS .....	73

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização da bicicleta como meio de transporte tem crescido consideravelmente nos últimos anos em Fortaleza e as pesquisas realizadas pela Prefeitura de Fortaleza em 2015 e 2016 com os usuários do Bicicletar, o principal sistema de bicicletas compartilhadas da cidade, mostram que 30% das viagens realizadas por esse sistema ocorreram com integração com ônibus (COSTA; LOUREIRO, 2017).

A Prefeitura de Fortaleza tem seguido a tendência mundial de encorajar o uso de meios de transportes mais sustentáveis investindo em incentivos ao uso da bicicleta e do transporte coletivo e direcionado parte desse esforço para o uso integrado dos dois modos.

A combinação bicicleta-ônibus pode evitar linhas pouco rentáveis para os operadores dos sistemas de transportes (PAZOS, 2007) que existem devido a configuração radial desses sistemas que acompanharam o crescimento desordenado das cidades. De acordo com Krizek e Stonebraker (2010), a integração da bicicleta com o transporte público tende a aumentar a eficiência do último, melhorando sua área de captação, e aumenta a demanda pela bicicleta e para Kager, Bertolini e Te Brömmelstroet (2016), a utilização conjunta da bicicleta e transporte público combina os aspectos positivos dos dois modos, gerando viagens rápidas e flexíveis.

Apesar dos aspectos positivos da integração, levar a bicicleta dentro do transporte público ou ter espaço para deixá-la próximos aos pontos de parada tem sido um problema em muitos lugares, e as bicicletas compartilhadas têm sido bem-sucedidos nesse aspecto. (HEINEN; BOHTE, 2014),

### 1.1 Problema de Pesquisa e questões motivadoras

Em Fortaleza, depois da lei federal 12.587, que trata da Política Nacional de Mobilidade Urbana – PNMU, em 2012 (BRASIL, 2012), e do instrumento legal Plano Diretor Ciclovitário Integrado - PDCI, em 2014 (BRASIL, 2014), passou a existir incentivo governamental ao uso integrado de bicicleta e transporte coletivo, mas não foi feito um estudo da demanda por esse uso.

Nesse cenário, em que o governo já percebeu a necessidade de investimento nesse fenômeno, é necessário que seja feito um estudo do perfil e das preferências dos usuários que utilizam esse modo integrado e de como essas viagens acontecem, assim como suas origens e

destinos para que possa ser feito um planejamento do aumento da oferta dos sistemas que afetam esse fenômeno de forma eficaz.

O perfil dos usuários que fazem integração entre bicicleta e ônibus é diferente dos que usam um dos modos separadamente (HEINEN; BOHTE, 2014), assim, é importante que seja feito um estudo da demanda por esse modo integrado especificamente e não utilizar resultados de estudos sobre bicicletas compartilhadas ou ônibus separadamente.

Dessa forma, tem-se as seguintes questões motivadoras:

- Qual o perfil das viagens integradas de bicicleta compartilhada e ônibus em Fortaleza?
- Qual o perfil do usuário que integra bicicleta compartilhada e ônibus em Fortaleza?

## **1.2 Objetivos**

O objetivo principal desse trabalho é caracterizar o uso integrado de bicicleta compartilhada e ônibus em Fortaleza. Para atingi-lo tem-se como objetivos específicos:

- Levantar questões relevantes para descrever o perfil dos usuários que integram bicicleta compartilhada e ônibus e das viagens realizadas por eles baseado na literatura;
- Caracterizar o perfil das viagens que integram bicicleta compartilhada e ônibus em Fortaleza.
- Caracterizar o perfil dos usuários que integram bicicleta compartilhada e ônibus em Fortaleza;

## **1.3 Estrutura da monografia**

A partir desta Introdução, a monografia continua com um capítulo de revisão bibliográfica. O capítulo 3 constitui-se de uma descrição detalhada dos métodos utilizados nesta pesquisa e o capítulo seguinte trata da aplicação dessa metodologia e da obtenção dos

resultados. Fechando a monografia vem o capítulo de conclusões e a relação das referências bibliográficas utilizadas.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Integração bicicleta-ônibus

No Brasil, a rede de transportes inicialmente não foi planejada e acompanhou o crescimento desordenado das cidades, existindo em uma configuração radial e provocando altos custos e tempos de viagens. Para contornar esse problema, surgiram primeiramente sistemas de integração física e posteriormente integração temporal as quais tentaram atender a demanda por transporte público em uma cidade pouco densa (OLIVEIRA, 2013). Nesse contexto, existem linhas pouco rentáveis para os operadores dos sistemas de transporte público, as quais podem ser evitadas com a combinação entre o transporte público e a bicicleta (PAZOS, 2007). De acordo com Krizek e Stonebraker (2010), a integração entre bicicleta e transporte público deve aumentar a eficiência do último por aumentar a área de alcance dele, diminuindo a necessidade de algumas linhas alimentadoras.

Além de ser uma boa alternativa para os operadores, a integração entre esses dois modos tem vantagens para os usuários, pois a bicicleta é mais rápida e flexível que o transporte público como modo alimentador (MARTEENS, 2004), sendo mais rápida que os automóveis em trajetos de até 5km em zonas congestionadas. (CHAPADEIRO; ANTUNES, 2012).

De acordo com Heinen e Bohte (2014) as pessoas que utilizam o modo integrado bicicleta-transporte público avaliam melhor o sistema de transporte público que as que usam somente o último. Os autores levantam a hipótese de que isso aconteça pelos usuários de transporte público se incomodarem com o tempo de espera no transbordo. Hine e Scott (2000) suportam esse argumento ao confirmar em sua pesquisa que transbordo é um aspecto negativo no transporte público.

Viagens integradas entre bicicleta e transporte público podem ser realizadas de três formas: Uso de bicicleta compartilhada para acessar ou sair da estação de transporte público; uso de bicicleta particular para acessar ou sair da estação de transporte público, deixando a bicicleta estacionada nesse local, com a possibilidade de se ter duas bicicletas quando esse modo é utilizado no início e no fim da viagem e uso de bicicleta particular durante toda a viagem, embarcando com ela no transporte público (PAZOS, 2007 e KRIZEK; STONEBRAKER, 2011)

Ciclistas preferem embarcar com a bicicleta mesmo quando existe infraestrutura de qualidade e segura para guardar a bicicleta nas estações de transporte público, pois o veículo

pode ser usado no início e fim da viagem, mas é difícil atender essa predileção, pois nas cidades em que isso é permitido, os locais para acomodação delas geralmente não atende à demanda e lota rapidamente (PUCHER; BUEHLER, 2009). Para resolver essa situação, Krizek e Stonebraker (2010) aconselham os governantes a melhorarem as condições de bicicletas compartilhadas como formas de continuar estimulando esse tipo de integração.

Pazos (2007) propõe a implantação de projetos que introduzam o hábito de se usar a bicicleta na sociedade, pois existem alguns pontos negativos atrelados à bicicleta os quais não são reais, são percebidos por questões culturais, como risco de acidentes que é maior para automóveis particulares que para bicicleta, mas a população percebe o contrário. Como os sistemas de bicicletas compartilhadas estimulam o uso do modo ciclovitário por pessoas que não são acostumadas a utilizá-lo, por motivos de não ter problema de estacionamento e não precisar que o usuário possua uma bicicleta (SHAHEEN; MARTIN; COHEN, 2013 e MIÑANO; DOS SANTOS, 2015), eles podem colaborar nessa mudança cultural. De acordo com Miñano e Dos Santos (2015), no Brasil, 8,7% dos usuários de sistemas de bicicleta compartilhada compraram uma bicicleta após utilizar uma alugada, o que resultou no incentivo de compra de 7696 bicicletas privadas.

## **2.2 Perfil dos usuários e das viagens que integram bicicleta-ônibus**

O perfil dos usuários que fazem integração entre bicicleta e ônibus é diferente dos que usam um dos modos separadamente e as preferências e costumes do usuário influenciam na decisão pelo modo de transporte independentemente da distância da viagem (HEINEN; BOHTE, 2014). Nessa pesquisa feita por Heinen e Bohte, na Holanda, em 2014, percebeu-se que usuários desse modo integrado se assemelham aos usuários do transporte público em relação a características socioeconômicas e que os usuários do transporte público acreditam que a bicicleta lhes poupa tempo e inclui flexibilidade à viagem, mas não acham a bicicleta relaxante ou confortável como os usuários que utilizam esse modo isoladamente. Eles verificaram também que os usuários da bicicleta avaliam o uso do transporte público como uma impedância na viagem, revelando que se a viagem for curta o suficiente para ser realizada somente de bicicleta a probabilidade de haver integração é baixa.

O clima e o tempo também impactam na integração bicicleta-ônibus. Em pesquisa feita em cidades europeias de clima moderado, verificou-se uma queda de 78-91% de integração

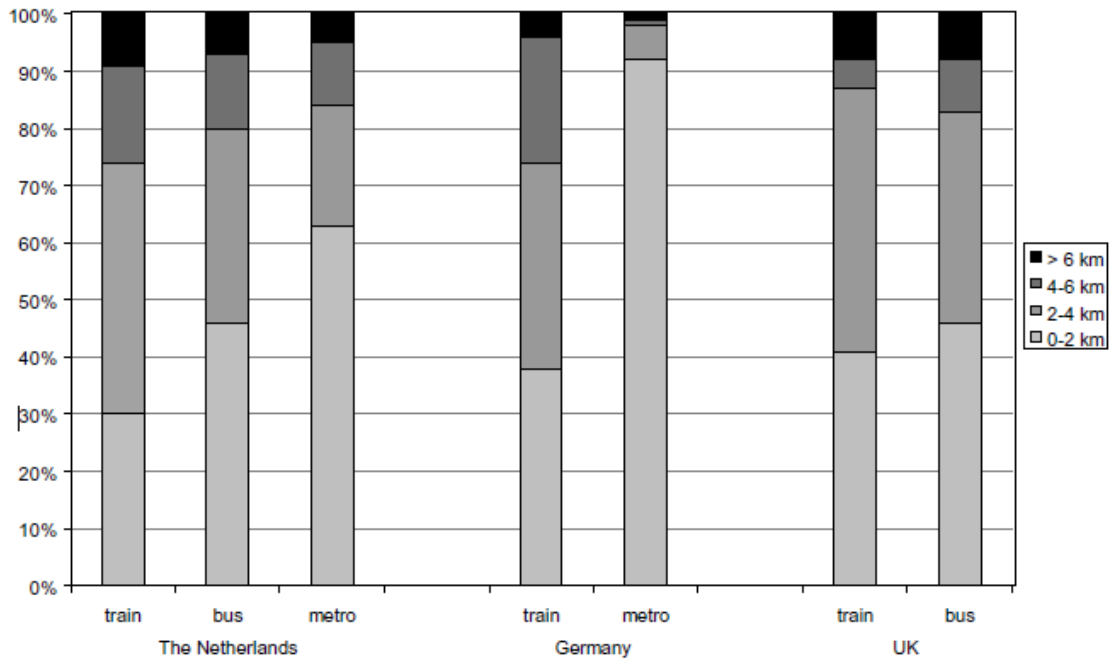
no verão para 42-57% no inverno. Para acessar as estações de transporte público, alguns passageiros trocaram a bicicleta por carro ou caminhada (MARTENS, 2014)

A diferença de gênero na utilização da bicicleta como meio de locomoção varia entre os países ou até mesmo entre cidades: Na Holanda, 54,8% das pessoas que usam bicicleta são mulheres, mas entre os que integram com o ônibus, esse percentual cai para 42,2% (HEINEN; BOHTE, 2014). No Brasil, nas cidades de Fortaleza e São Paulo, a maioria dos ciclistas é do sexo masculino (ANDRADE; PARENTE; COSTA, 2016 e FLORINDO *et al*, 2018). No caso de Fortaleza, a proporção de mulheres aumenta de 5% quando se considera o total usuários de bicicletas da cidade para 27% quando se analisa somente os usuários do Bicicletar, mas a predominância sobre o uso das bicicletas compartilhadas também é masculina (ANDRADE; PARENTE; COSTA, 2016).

Pesquisas feita com o Davvy, sistema de bicicletas compartilhadas de Chicago, mostraram que em estações de de bicicletas localizadas em até 300m de uma estação ferroviária há mais uso de passes anuais, indicando regularidade no uso de viagens integradas (FAGHIH-IMANI; ELURU, 2015 e GRIFFIN; SENER, 2016).

Givoni e Rietveld (2007) observaram, na Holanda, que 69% dos passageiros moravam em um raio de até 3 quilômetros da estação ferroviária utilizada por eles e que entre os usuários que se encaixavam nesse percentual o modo mais utilizado para acessar a estação era a bicicleta. Já os usuários que moravam mais distante da estação, somente 22,8% utilizavam a bicicleta, e a maioria dos entrevistados usava transportes públicos para chegar à estação. Keijer e Rietveld (2000) dizem que a maioria dos usuários que usam bicicleta pra atingir uma estação ferroviária moram entre 1,5 e 3,5Km da estação, enquanto Martens (2004) mostra que o quanto o usuário percorre de bicicleta para acessar o transporte público varia com o tipo e o país, de acordo com a Figura 1, e que, como o ônibus tem uma maior área de captação, na Holanda, quase 50% dos usuários pedalam por menos de 2Km e 80% por menos de 4 Km.

Figura 1 – Distribuição das distâncias de acesso percorrida pelos usuários que integram bicicleta e transporte público.



Fonte: Martens (2004)

Para Givoni e Rietveld (2007), passageiros aceitam maiores tempos de viagem para acessar uma estação do que para ir dela ao destino final, mas a maior distinção de comportamento está ligada ao posicionamento da estação em relação a residência do usuário. Existe uma diferença entre o acesso à estação próxima à casa de um passageiro e a próxima à atividade a ser exercida por ele, pois os modos de transporte disponíveis são diferentes, principalmente se referindo à modos privados. Em uma pesquisa feita na Holanda por Givoni e Rietveld em 2007, 38,3% dos usuários acessam a estação próxima à sua casa de bicicleta, e somente 9,5% utilizam esse modo para acessar a estação próxima à sua atividade, reforçando o estudo feito por Keijer e Rietveld (2000) também na Holanda o qual mostrava que entre 1975 e 1994 esse foi o padrão encontrado. Givoni e Rietveld (2007) complementam dizendo que o modo utilizado para acessar a estação próxima à casa do usuário, geralmente, é o mesmo utilizado na viagem de volta entre a estação e a residência e o mesmo acontece com a estação próxima à atividade.

Quanto ao motivo da viagem, de acordo com Givoni e Rietveld (2007), o uso da bicicleta para acessar estações de transporte público é maior para viagens de motivo trabalho e educação. Martens (2004) diz que o motivo das viagens dos usuários do modo integrado depende do país e do tipo de transporte público. No caso do ônibus: No Reino Unido, a maioria dos

usuários utiliza esse modo integrado para ir ao trabalho e em segundo lugar ficam os usuários que vão fazer compras; Na Holanda, o motivo que fica em primeiro lugar é o educacional, seguido por motivo trabalho.

### **2.3 Sistemas de bicicletas compartilhadas e seu uso integrado ao transporte público**

Os sistemas de bicicleta compartilhada ofertam bicicletas espalhadas estrategicamente pela cidade, as quais podem ser utilizadas por períodos curtos (RICCI, 2005). O primeiro sistema desse tipo surgiu em 1965, em Amsterdã, com bicicletas gratuitas disponibilizadas ao público para serem utilizadas em qualquer parte da cidade. A ideia foi bem recebida por outros países os quais foram adaptando e difundindo tanto o projeto (MELO; MAIA, 2013) que no final de 2016 existiam 1188 programas de bicicleta compartilhada no mundo (MEDDIN, 2017).

De acordo com Melo e Maia (2013), os sistemas de bicicletas públicas foram evoluindo e incorporando novas tecnologias, como: estações para as bicicletas, totens com tecnologias de interface com o usuário, sistemas de distribuição de bicicleta, cartões que permitem a integração com outros modais e bicicletas elétricas. Cada programa tem suas peculiaridades, mas a maioria mantém características básicas como: Boa acessibilidade das estações, flexibilidade para pegar a bicicleta em uma estação e devolver em outra, identificação do usuário, rotatividade e integração com o sistema de transportes públicos.

As bicicletas compartilhadas podem ser utilizadas em viagens para acessar ou sair do sistema de transporte público em áreas em que a rede é menos densa, complementando-o (MARTIN; SHAHEEN, 2014). De acordo com Heinen e Bohte (2014) esses sistemas têm sido bem-sucedidos na integração de modos.

Os sistemas de bicicleta compartilhada podem substituir o uso do transporte público ou aumentar o seu uso por facilitar o acesso a ele (MARTIN; SHAHEEN, 2014 e GRIFFIN; SENNER, 2016). Para Martin e Shaheen (2014), em áreas urbanas menos densas, esses sistemas tendem a aumentar o uso do transporte público, já em áreas mais densas, existem mais viagens curtas em que a bicicleta compartilhada compete com o uso do transporte público por ser mais rápida e baratas em áreas com trânsito intenso.

Andrade, Parente e Costa (2016) observaram em entrevistas feitas com usuários do Bicicletar em 2015 que 18,4% dos usuários do sistema utilizaram ônibus até a estação de retirada e 20,8% utilizaram ônibus após devolver a bicicleta, não observando diferença

considerável entre o uso da bicicleta para acessar ou sair do transporte público. Ainda nessa pesquisa, 53% dos usuários do Bicletar responderam que, se não fosse utilizando o sistema, realizariam a viagem de ônibus e 33% iriam a pé. Para os autores, esse percentual relevante de pessoas que viajariam a pé é esperado pelo caráter de viagens curtas e médias de um sistema de bicicletas compartilhadas. Eles também constataram que 59,5% dos usuários entrevistados em 2015 utilizaram o Bicletar pela rapidez da bicicleta no deslocamento.

## **2.4 Contextualização dos sistemas de Fortaleza**

### **2.4.1 *Bilhete Único***

Em Fortaleza, em 2013 foi implantado o BU, Bilhete Único. De acordo com a Prefeitura de Fortaleza (2018).

O Bilhete Único Fortaleza é o atual modelo de integração utilizado no transporte coletivo de Fortaleza. Com ele, é possível pegar quantos ônibus quiser, no período de duas horas, em qualquer sentido, pagando apenas uma passagem ou meia passagem, no caso dos estudantes. Com o Bilhete Único o passageiro fica livre para fazer o embarque e desembarque na parada em que desejar, sem ter a obrigatoriedade de passar por um terminal.

A implantação do BU aconteceu em etapas, primeiramente a integração temporal iniciou com o sistema de ônibus urbano, posteriormente, ele passou a poder ser utilizado também em vans e micro-ônibus do transporte complementar de Fortaleza e, por último, abrangeu o sistema metropolitano, podendo ser utilizado em qualquer ônibus das cidades que fazem parte da Região Metropolitana de Fortaleza (PREFEITURA DE FORTALEZA, 2018).

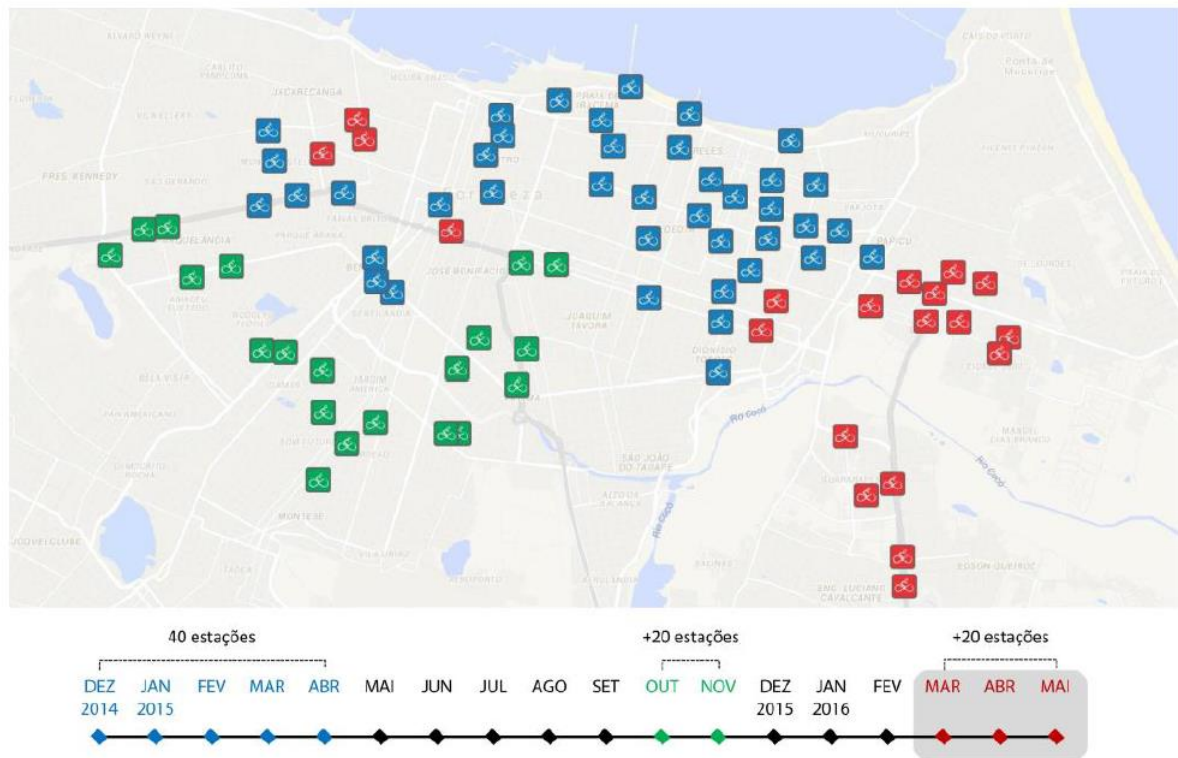
A solicitação do cartão é gratuita e ele funciona como um cartão pré-pago em que o usuário pode inserir créditos por meio presencial ou pela internet. Ao validar o cartão em um ônibus ou van, a passagem é debitada. Para os estudantes que têm carteira de estudante do ano presente, podem ter os benefícios do BU no mesmo cartão (PREFEITURA DE FORTALEZA, 2018).

### **2.4.2 *Bicletar***

De acordo com a Prefeitura de Fortaleza (2018), o Bicicletar é um sistema de bicicleta compartilhada em que os usuários podem utilizar a bicicleta por até uma hora em dias úteis e por uma hora e meia nos fins de semana com cobrança de tarifa extra após esse tempo. “A Unimed Fortaleza segue como patrocinadora do sistema na Capital e a empresa Serttel é a operadora e responsável pela manutenção técnica nos equipamentos.” O sistema funciona das 5h às 23:59h e ele pode ser utilizado pelo aplicativo ou por ligação com passes pagos ou de forma gratuita com o BU. Como o sistema cobra por excesso de tempo, o Bicicletar exige cadastro de cartão de crédito mesmo em viagens utilizando o BU.

O Bicicletar foi inaugurado em dezembro de 2014 com 15 estações, com a previsão de chegar em uma primeira fase a 40 estações, o que aconteceu em abril de 2015. Em outubro de 2015 novas estações começaram a ser inauguradas e o sistema atingiu o estágio atual em maio de 2016 com 80 estações (ANDRADE; PARENTE; COSTA, 2016), de acordo com a Figura 2.

Figura 2 – Fases de implementação do Bicicletar



Fonte: Andrade, Parente e Costa (2016)

### 2.4.3 *Bicicleta Integrada*

O Bicicleta integrada é um sistema de bicicleta compartilhada inaugurado em Fortaleza em junho de 2016 com foco na integração com o transporte público, com estações nos terminais. O sistema foi inaugurado somente com uma estação no terminal da Parangaba e de agosto a outubro de 2016 foram inauguradas mais quatro estações nos terminais do Papicu, Siqueira, Messejana e Conjunto Ceará e em março e abril de 2018 o sistema chegou a configuração atual de 7 estações quando foram inauguradas mais duas estações nos terminais Lagoa e Antônio Bezerra. (PREFEITURA DE FORTALEZA, 2018).

De acordo com Andrade, Parente e Costa (2016)

Com intuito de beneficiar ainda mais os usuários do transporte público e potencializar a utilização da bicicleta nos deslocamentos cotidianos, pensou-se em um novo modelo de sistema que funcionasse junto a terminais de transporte público com regras específicas (gratuito, sem exigência de cartão de crédito e com posse máxima da bicicleta de 14h). As regras específicas desse novo sistema aumentam a democratização desse modo de transporte, permitindo ainda que áreas da cidade não contempladas com o Bicicletar sejam atendidas.

De acordo com a Prefeitura de Fortaleza (2018), em dias úteis o usuário pode ficar com a bicicleta por 14h, mas nos fins de semana e feriados esse tempo é prolongado, “bicicletas retiradas a partir das 17h das sextas-feiras e vésperas de feriado poderão ser devolvidas até às 9h do dia útil subsequente”. As bicicletas podem ser retiradas utilizando o BU, aplicativo ou ligação. Esse sistema também é operado pela Serttel e conta com vários patrocinadores.

A partir da revisão, pode-se identificar algumas questões relevantes:

- Qual é o percentual das viagens do Bicicletar que acontece de forma integrada com o ônibus?
- As viagens com integração entre bicicleta e ônibus ocorrem somente com um ônibus ou também há transbordo entre ônibus?
- As viagens integradas acontecem em que horário? É semelhante ao horário das viagens totais do Bicicletar?

- Das viagens integradas há mais viagens de bicicleta no acesso ou na difusão? Existe uma correlação entre o uso da bicicleta nesses dois momentos?
- Existem estações de bicicleta compartilhada que são mais utilizadas em viagens integradas?
- Quanto os usuários aceitam caminhar entre uma estação de bicicleta compartilhada e uma parada de ônibus para realizar uma integração?
- Qual a distância percorrida de bicicleta pelos usuários?
- Quais as origens e os destinos das viagens que integram em Fortaleza?
- Como a integração bicicleta-ônibus impacta a área de alcance das estações e pontos de paradas?
- Quais as características dos usuários que realizam viagens integradas?
- Quais as diferenças entre o usuário que usa bicicleta como único modo da viagem e o usuário que a utiliza de forma integrada?

### 3 METODOLOGIA

Para atingir o primeiro objetivo específico foi feita uma revisão bibliográfica com a intenção de identificar aspectos relevantes à pesquisa e formular questões que serão respondidas posteriormente para atingir os outros objetivos.

As questões levantadas serão avaliadas utilizando os dados do Bicletar juntamente aos dados das viagens de ônibus. Decidiu-se por estudar o Bicletar em vez de o Bicicleta Integrada pela maior quantidade de dados disponíveis em relação à viagem. Como se pode ficar por muitas horas com a bicicleta do Bicicleta Integrada, perde-se dados relacionados ao tempo e ao deslocamento da viagem, restando basicamente o tempo em que o usuário permaneceu com o veículo.

Para compreender melhor o fenômeno, primeiramente, foram formuladas hipóteses a partir da literatura e de pesquisas realizadas pela Prefeitura de Fortaleza com os usuários do Bicletar em 2015 e 2016 e essas hipóteses foram verificadas com a análise dos dados.

Com base na análise dos dados mencionados acima, será possível traçar o perfil desses usuários e das viagens que eles realizam, atingindo o segundo e terceiro objetivos.

#### 3.1 Escolha dos períodos de análise

Observaram-se os meses de inauguração de estações do Bicletar para escolher os períodos de análise do sistema e constatou-se que até o final de abril de 2015 foram instaladas as primeiras 40 estações e em outubro novas estações foram inauguradas, então decidiu-se analisar um mês entre maio e setembro para estudar o início do sistema e como uma pesquisa da Prefeitura foi realizada em setembro desse ano, escolheu-se esse mês. Optou-se também por estudar os dados de setembro de 2016 para analisar a integração bicicleta compartilhada-ônibus com uma maior consolidação do sistema, pois até junho de 2016 foram inauguradas mais 40 estações, chegando-se às 80 estações que se tem atualmente, e também houve uma pesquisa da Prefeitura nesse mês em 2016.

Como o Bicletar é mais utilizado em dias úteis provavelmente por ter mais viagens de motivo educação e trabalho (ANDRADE; PARENTE; COSTA, 2016), espera-se que o mesmo aconteça nas viagens do Bicletar integradas com ônibus e, por isso, decidiu-se analisar os dias úteis mais distantes do fim de semana, para se excluir dias atípicos. Foram analisadas, dessa forma, as terças, quartas e quintas-feiras, excluindo-se feriados assim como

os dias que o antecederam e o sucederam. Doze dias de setembro em 2015 e 10 dias de setembro de 2016 se encaixaram nesse perfil de dia típico e foram analisados.

### 3.2 Análise preliminar dos dados e escolha do software a utilizar

O trabalho foi feito com dados das viagens do Bicletar e da bilhetagem do BU. Os dados do BU são disponibilizados em CSV e agregados por dia, por terem muita informação, mas mesmo com a divisão diária, os arquivos têm linhas demais para serem abertos ou alterados em *softwares* de planilha comuns. Já os dados do Bicletar são disponibilizados em planilhas agregadas por ano e conseguem ser abertos em *softwares* de planilha comuns mas com lenta trabalhabilidade. Dessa forma decidiu-se utilizar um *software* de ETL, que é um acrônimo das palavras Extração Transformação Carga em inglês (*Extract, Transform and Load*), uma vez que esse tipo de *software* nos permite extrair dados de arquivos em vários formatos, transformá-los e carregá-los em outro formato desejado. Entre os *softwares* ETL, decidiu-se trabalhar com o *Pentaho Data Integration* (PDI), por ser um *software* gratuito. Assim, os dados foram unidos, transformados e carregados em planilhas com o PDI e depois analisados posteriormente com o *Microsoft Excel*, por ele permitir uma melhor visualização dos dados e a criação de gráficos. Para os dados que precisavam ser espacializados, utilizou-se o QGIS, um *software* de Sistema de Informação Geográfica (SIG) com código aberto.

Foram analisadas somente as viagens em que os usuários tinham cadastrado o número do BU, mesmo que na viagem analisada utilizassem o aplicativo para retirar uma bicicleta do Bicletar, pois só consegue-se unir os dados dos dois sistemas para usuários que possuam BU, já que este é o único número de identificação comum aos dois sistemas, possibilitando cruzar os dados. O Bicletar e o BU não cadastram os usuários utilizando a mesma numeração, mas os dois sistemas associam o seu número de usuário ao número que está escrito no cartão do BU, o qual tem uma terceira numeração, em tabelas de ligação. A maioria dos usuários que integra os dois sistemas deve utilizar o BU abrangendo, então, a maioria das viagens.

Observou-se que um usuário pode ter mais que um número de cartão do BU, o que acontece no caso de troca dele. Isso ocorre todo ano com os estudantes que renovam a carteira de estudante e recebem um novo cartão, então é algo que acontece para muitos usuários. Dessa forma uniu-se as tabelas de ligação que conectam os dados dos dois sistemas de 2015 e 2016 para tentar não perder o número de cartão desses usuários nos dois períodos de análise. As

tabelas com os dados de ligação dos usuários de 2015 são de setembro desse ano e podem não conter usuários que podem ter se cadastrado no BU e integraram nesse mês. Já as tabelas com dados de 2016 são de maio de 2017 e a carteira de estudante de 2016 foi válida até junho de 2017, então não se deve ter perdido usuários por conta da renovação dela. Percebeu-se que há uma limitação do método nesse momento em que pode-se não contabilizar usuários que trocaram de cartão mais de uma vez nesse intervalo, mas parte-se da premissa de que esse número de usuários é muito baixo e não afetará os resultados.

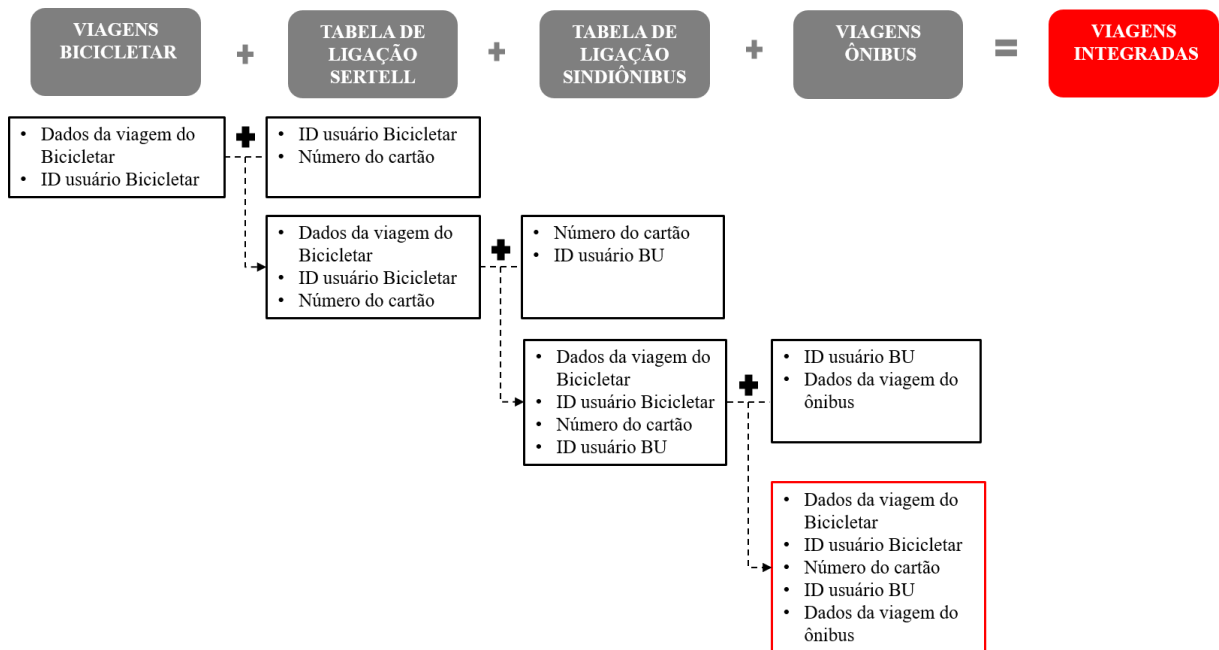
### **3.3 Proposta metodológica para análise dos dados**

As perguntas levantadas no final da revisão bibliográfica foram respondidas de forma a seguir uma sequência de análise e caracterização partindo do fenômeno da integração, passando pelas viagens e chegando, por último, no usuário.

#### ***3.3.1 Quantidade de viagens integradas e quantidade ônibus utilizados na integração***

Para encontrar o percentual das viagens do Bicletar que acontece de forma integrada com o ônibus, foi necessário unir os dados de viagens de bicicleta e de ônibus. O primeiro passo foi fazer o *link* entre os usuários dos dois sistemas utilizando-se de duas tabelas de ligação que associam os números dos sistemas ao número do cartão, uma do Sindiônibus, que controla os dados de viagens de ônibus, e outra da Serttel, a qual controla os dados das bicicletas, de acordo com a Figura 3.

Figura 3 – Fluxograma da união dos dados de cada planilhas



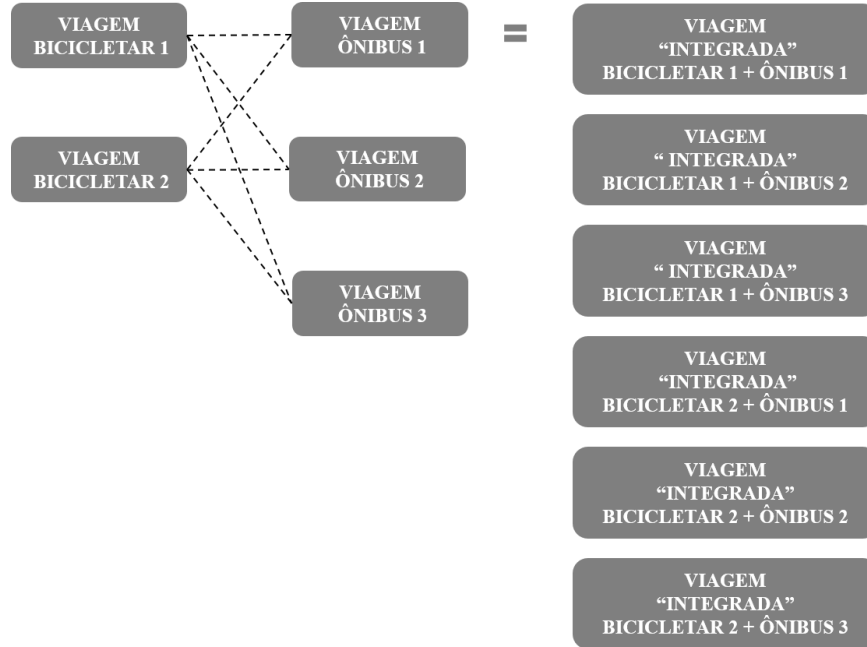
Fonte: Elaborado pela autora.

Para isso, utilizou-se do passo do PDI chamado “*Merge Join*” para unir, primeiramente, a planilha de viagens do Bicicletar que contém os números dos usuários desse sistema a uma planilha que fazia o *link* com o número do cartão do BU e, posteriormente, esses dados à planilha que fazia o *link* entre esse número do cartão e o número de usuário do BU, tendo-se como resultado uma planilha com todas as viagens do Bicicletar realizadas por usuários os quais eram cadastrados nos dois sistemas.

Filtrou-se essa planilha pelas datas de análise e uniu-se novamente por meio do “*Merge Join*” com os arquivos com as viagens de ônibus. Esse passo faz com que os dados de cada viagem de bicicleta do usuário sejam unidos aos dados de cada viagens de ônibus dele, então a quantidade de viagens integradas resultante desse passo por usuário foi o número de viagens de bicicleta vezes o número de viagens de ônibus realizada por ele no período escolhido no *software*, como exemplificado na Figura 4, em que nos casos em que o usuário realizou duas viagens de bicicleta e três de ônibus, o resultante desse passo foram 6 viagens “integradas”. A palavra integradas está entre aspas, pois não são realmente integradas, já que viagens muito espaçadas temporalmente estão sendo unidas também, então precisou-se definir até que diferença de tempo entre as duas viagens elas seriam consideradas como uma viagem integrada. A união entre viagens de bicicleta e de ônibus foi feita a cada três dias porque uni-los por dia

deixaria o algoritmo muito longo e, com muitos dias, o arquivo resultante dessa união ficaria muito grande.

Figura 4 – Fluxograma da união de viagens de bicicleta e ônibus



Fonte: Elaborado pela autora.

Segundo Paiva (2012), caminhadas com mais de 15 minutos para acessar ou regressar do sistema de transporte podem ser convertidas em viagens de bicicleta, assim, espera-se que os usuários que integram bicicleta e transporte público se desloquem pouco a pé, e a integração seja feita quase que imediatamente. Assim, calculou-se os tempos integração com a calculadora do PDI de acordo com as equações 1 e 2:

$$\text{Tempo de integração no acesso} = H_O - H_{DB} \quad (1)$$

$$\text{Tempo de integração na difusão} = H_{RB} - H_O \quad (2)$$

Onde:

$H_O$  Horário de validação no ônibus ou terminal

$H_{DB}$  Horário da retirada de uma bicicleta

$H_{RB}$  Horário da devolução de uma bicicleta

Assim, utilizou-se o tempo de integração de resultado positivo e o fato de ele ser positivo foi o que determinou se a viagem foi de acesso ou de difusão.

No caso em que o ônibus foi utilizado primeiro, não se sabe o horário em que o usuário saiu do veículo, por causa da validação do BU acontecer somente uma vez no início da viagem de ônibus, e, por isso, não tem como separar o tempo de integração na difusão do tempo da viagem de ônibus e, por isso, foram consideradas viagens integradas aquelas em que o usuário validou o BU em um ônibus ou terminal e retirou uma bicicleta em uma estação do Bicicletar em um intervalo de até 2h, considerando o intervalo de integração tarifária do BU. É necessário ressaltar que as viagens do Bicicletar feitas com o BU são gratuitas independentemente desse período de integração de ônibus, as 2h foram utilizadas somente como referencial temporal para integração. Já em viagens em que o usuário utilizou a bicicleta no acesso ao ônibus, considerou-se viagens integradas aquelas que tiverem tempo de integração no acesso de no máximo 30 minutos.

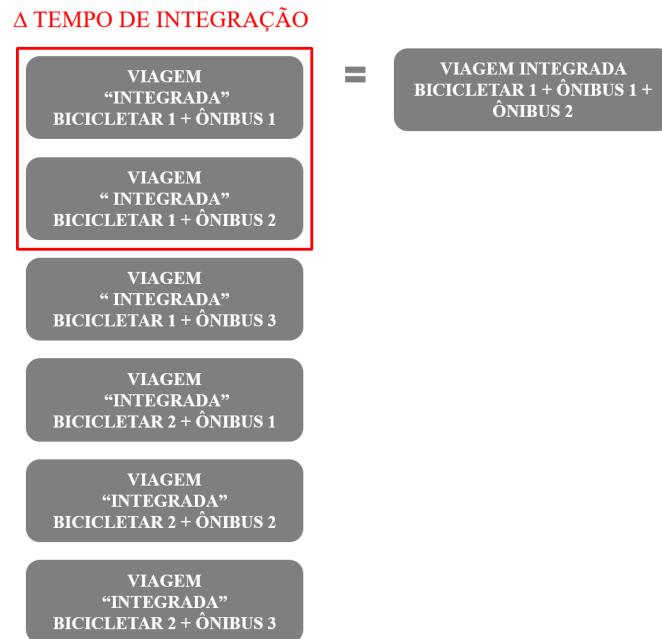
Existem uma limitação na escolha da duração do período de integração, pois pode-se estar considerando duas viagens que aconteceram com destinos diferentes como uma viagem integrada ou perdendo viagens integradas que tiveram períodos de integração maior que o escolhido.

Segundo Paiva (2012), caminhadas com mais de 15 minutos para acessar ou regressar do sistema de transporte podem ser convertidas em viagens de bicicleta, assim, espera-se que os usuários que integram bicicleta e transporte público se desloquem pouco a pé, e a integração seja feita quase que imediatamente. Assim, calculou-se com a calculadora do PDI a subtração do horário da devolução de uma bicicleta e a l e o tempo entre a validação no ônibus ou terminal e a retirada de uma bicicleta de cada uma das viagens “integradas” encontradas no passo anterior. O primeiro valor, quando positivo, equivale ao tempo de integração no acesso, e o segundo valor, quando positivo, é o tempo de integração na difusão com adição ao tempo de viagem de ônibus. No caso em que o ônibus foi utilizado primeiro, não se sabe o horário em que o usuário saiu do veículo, por causa da validação do BU acontecer somente uma vez no início da viagem de Ônibus, e, por isso, não tem como separar o tempo de integração na difusão do tempo da viagem de ônibus e, por isso, foram consideradas viagens integradas aquelas em que o usuário validou o BU em um ônibus ou terminal e retirou uma bicicleta em uma estação do Bicicletar em um intervalo de até 2h, considerando o intervalo de integração tarifária do BU. É necessário ressaltar que as viagens do Bicicletar feitas com o BU são gratuitas independentemente desse período de integração de ônibus, as 2h foram utilizadas somente

como referencial temporal para integração. Já em viagens em que o usuário utilizou a bicicleta no acesso ao ônibus, considerou-se viagens integradas aquelas que tiveram tempo de integração no acesso de no máximo 30 minutos. Existem uma limitação na escolha da duração do período de integração, pois pode-se estar considerando duas viagens que aconteceram com destinos diferentes como uma viagem integrada, ou perdendo viagens integradas que tiveram períodos de integração maior que o escolhido.

Uma vez que uma viagem do Bicletar foi considerada integrada, todas as viagens de ônibus realizadas no intervalo de 2h antes ou após o uso da bicicleta serão contabilizados na integração e as viagens integradas foram separadas por quantidade de integrações realizadas. Para isso, utilizou-se o passo “*Group by*” do PDI para agrupar as viagens de ônibus e as viagens de bicicleta que aconteciam de forma integrada e contar a quantidade de integrações, como exemplificado na Figura 5. Nesse momento, precisou-se perder temporariamente os dados das viagens, ficando somente com a quantidade de ônibus e bicicletas utilizadas em cada viagem, o número de ID dessas viagens, e os tempos de integração, pois cada viagem de ônibus tem várias informações (várias colunas) e unir viagens com números de integrações diferentes significa unir dados com números de colunas diferentes, o que o PDI não permite, então perdeu-se temporariamente esses dados, mas obteve-se em um arquivo único todas as viagens integradas e posteriormente pôde-se separar as viagens por quantidade de integração e recuperar as informações das viagens.

Figura 5 – Fluxograma do agrupamento das viagens que ocorrem dentro do período de integração



Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com Andrade, Parente e Costa (2016), podem ser descartadas da análise viagens do Bicicletar com mesma origem e destino e duração menor que 5 minutos, pois considera-se que o usuário devolveu a bicicleta por causa de defeito nela, já viagens com origens e destinos diferentes não devem ser descartadas independentemente do tempo de duração por representarem viagens curtas características de um sistema de bicicletas compartilhadas denso. Nesse trabalho, aproveitou-se do conceito de Andrade, Parente e Costa (2016), mas completou-se não considerando como integrada todas as viagens com origem e destino na mesma estação, pois elas não representam um deslocamento efetivo.

O percentual de viagens integradas foi calculado como a quantidade de viagens integradas dividido pela quantidade de viagens do Bicicletar consideradas válidas de acordo com Andrade, Parente e Costa (2016).

Com esse processo, já se obteve a quantidade de viagens de ônibus e de bicicleta de cada viagem integrada, então foi feito o percentual de cada tipo de integração.

### 3.3.2 Horários de maior integração e divisão em acesso e difusão

Foi feito um “*Merge Join*” com os dados de viagens do Bicycletar para recuperar as informações das viagens de bicicleta e entre esses dados, estava o dia e horário de retirada e de devolução da bicicleta nas estações. Exportou-se essa planilha para o Excel, onde foi feito um histograma com o horário de retirada das bicicletas das viagens integradas.

Para dividir as viagens em integrações de acesso ou difusão, preferiu-se analisar os períodos de pico da manhã e da tarde/noite separadamente, pois percebe-se como fenômenos diferentes o acesso ou difusão quando a origem da viagem é a residência do usuário (manhã) e quando ela é o destino dele (tarde/noite), considerando-se que a maioria das viagens das horas pico tem base domiciliar. Com as viagens desses horários, analisou-se qual dos tempos de integração calculados anteriormente tinham valor positivo e encontrou-se o percentual de viagens com integração no acesso e na difusão. Foi feita também uma análise da distribuição do tempo de integração, mas, para essa análise, considerou-se todas as viagens do dia, pois nesse aspecto, não espera-se diferença entre as horas pico da manhã e da tarde/noite.

Além disso, foi investigado se o usuário que integra bicicleta-ônibus no acesso também integra na difusão na mesma viagem ou em mais de uma viagem no dia.

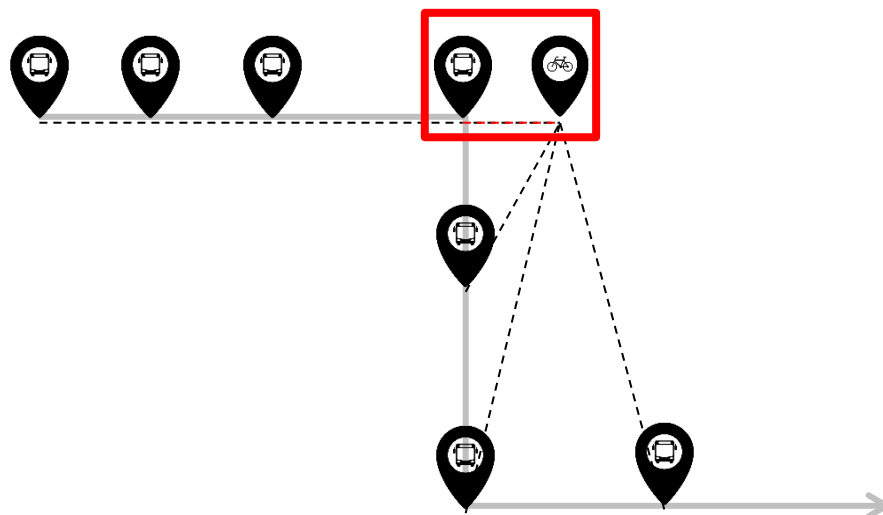
### ***3.3.3 Estações mais utilizadas na integração***

É necessário perceber que existem duas formas de a estação ser utilizada na integração: A estação pode ser a origem ou o destino de uma viagem ou a estação que realmente foi utilizada no momento da integração, esse tópico estudará essa segunda forma. As informações da viagem de bicicleta já estavam reunidas na planilha das viagens integradas, então, para analisar as estações utilizadas na integração, só precisou-se observar se a viagem foi integrada no acesso, na difusão ou entre ônibus para selecionar a estação de devolução ou de retirada da bicicleta. Nas viagens entre ônibus, as duas estações foram utilizadas para integração; nas de acesso a estação de retirada é a origem da viagem e a de devolução é a estação de integração e nas de difusão estação de retirada é a estação de integração e a de devolução é o destino da viagem. Após essa seleção, pôde-se constatar qual percentual de viagens integradas acontecia em cada estação.

### ***3.3.4 Tempos e distâncias dos modos não motorizados***

Para verificar quanto os usuários aceitam caminhar entre uma estação de bicicleta compartilhada e uma parada de ônibus precisou-se recuperar os dados das viagens de ônibus, então foi feita uma união entre os dados das viagens integradas e os das viagens de ônibus. Primeiramente separou-se as viagens integradas dependendo da quantidade de integrações com ônibus e fez-se um “*Merge Join*” com os dados de viagens de ônibus. Nesses dados, pode-se encontrar a informação sobre a linha utilizada pelo usuário, mas não se sabe em qual parada ele entrou ou saiu do veículo. Sabe-se que os ônibus de Fortaleza são controlados por GPS, mas mesmo se fosse feito uso dessas informações, poderia saber-se a localização do veículo no momento da validação, em que ele já pode estar mais próximo da parada seguinte que da parada de entrada no veículo ou até mesmo próximo ao destino final. Dessa forma, tendo conhecimento da estação de integração e da linha de ônibus utilizadas na viagem integrada e partindo da premissa de que o usuário conhece a localização das paradas e estações que ele poderia utilizar e escolhe as que o farão caminhar menos, calculou-se com a calculadora do PDI a distância da estação do Bicletar utilizada na integração a todas as paradas da linha de ônibus que usuário utilizou e definiu-se como a parada utilizada aquela que tiver a menor distância, de acordo com a Figura 6. Essa distância foi calculada a partir das subtração entre coordenadas em UTM das paradas e estações, então ela é uma distância euclidiana e não o real trecho utilizado pelos usuários. Esse estudo foi feito somente para as viagens integradas com um ônibus.

Figura 6 – Metodologia para encontrar a parada de ônibus utilizada na viagem



Fonte: elaborado pela autora.

Também foi realizada uma análise do trecho das viagens integradas percorrido por bicicleta. Analisou-se primeiramente quanto o usuário percorre de bicicleta para acessar o transporte público ou acessar as atividades após o uso dele. Para isso, calculou-se a distância entre as estações de retirada e devolução, fazendo a subtração das coordenadas delas em UTM e obtendo, novamente, a distância euclidiana percorrida pelos usuários. Em seguida, estudou-se o tempo de duração das viagens para verificar se o fato de o Bicycletar só permitir 1h de uso sem cobrança de multas estava limitando o tamanho das viagens. A fim de realizar esse estudo, verificou-se o tempo de utilização do Bicycletar que existe nos dados das viagens desse sistema. Por último, com as distâncias e durações das viagens, calculou-se as velocidades dos usuários.

### 3.3.5 *Origem e Destino das viagens integradas*

A pergunta “Quais as origens e os destinos das viagens que integram em Fortaleza?” não pode ser respondida diretamente com esses dados por só se ter um dado de validação no ônibus, não se podendo localizar a origem e o destino da viagem integrada realizada por ônibus, mas pode-se analisar a origem quando a viagem de bicicleta é de acesso, selecionando-se a estação de retirada da bicicleta, ou o destino quando ela é de difusão, selecionando-se a estação de devolução. Além disso, pode-se fazer um estudo da localização das residências dos usuários e partir da premissa de que esse é o local de origem das viagens da manhã; já no pico da tarde, não se tem a certeza de que a residência será o destino das viagens, pois podem existir viagens para atividades noturnas, em que o destino das viagens desse horário será a atividade. Dessa forma, se analisará as origens e destinos somente das viagens de difusão realizadas no pico da manhã, em que a origem considera-se a residência dos usuários e o destino a estação de devolução da bicicleta.

Para fazer o estudo da localização das residências, foi feito um algoritmo em Matlab para utilizar a ferramenta de geocodificação do Google, buscando os endereços cadastrados no BU, que foram disponibilizados na tabela de ligação, e resultando em coordenadas das residências dos usuários, as quais puderam ser georeferenciadas utilizando QGIS.

Para analisar o impacto da integração sobre o alcance das estações, foi feito um estudo sobre a área de alcance do Bicycletar quando utilizado isoladamente e, para isso, foi considerado um “*buffer*” de 500m ao redor das estações, considerando essa distância como um raio em que os usuários poderiam caminhar até a estação sem grande impedância. Depois, inseriu-se esses círculos no mapa com as residências dos usuários para se analisar até onde as

estações estão atingindo quando a viagem é realizada de forma integrada. Também foi feita uma análise sobre as áreas de alcance das paradas de ônibus.

### ***3.3.6 Característica dos usuários***

Primeiramente, analisou-se a frequência de viagens integradas por usuário, para verificar se os usuários desse modo integrado eram frequentes ou ocasionais e se especializou a residência desses usuários no mapa de Fortaleza mostrando onde residem os usuários mais frequentes. Utilizando-se da localização das residências também foi feito um estudo da renda das regiões em que os usuários moram.

Posteriormente, fez-se um estudo com o gênero e idade dos usuários a partir dos dados que eles informam no cadastro do Bicicletar. Em relação à idade, os dados de usuários com ano de nascimento igual aos anos de análise foram deletados, pois foram detectados como erros de cadastro e, com os dados válidos, foram feitos dois histogramas com a distribuição etária dos usuários: um com o percentual de viagens integradas e outro com o percentual dos usuários. Em relação ao gênero, encontrou-se o percentual das viagens realizadas por cada sexo, assim como o percentual dos usuários de cada sexo.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Quantidade de viagens integradas e quantidade ônibus utilizados na integração

A pesquisa feita pela Prefeitura em 2015 mostra que 34% das viagens do Bicicletar foram feitas de forma integrada com ônibus, mas somente 28% retiraram as bicicletas utilizando o BU e a pesquisa, também da Prefeitura, feita em 2016 mostra que 29% viagens do Bicicletar foram integrada, e 25% integraram com o BU. Como se está analisando somente os usuários que cadastraram o número do BU, mas que podem ter utilizado o aplicativo para retirar a bicicleta, espera-se encontrar nos dados brutos do Bicicletar de 2015 entre 28% e 34% de viagens integradas e em 2016 entre 25% e 29%.

Com os dados dos sistemas, encontrou-se, em 2015, uma média diária de 150 viagens integradas e 1500 viagens válidas, obtendo-se 10% de integração. Em 2016, a média diária de viagens integradas subiu para 160, mas a média diária das viagens cresceu muito mais, chegando a 2600, assim, o percentual de integração caiu para 6%.

O número de integrações aumentou 7% entre os dois anos e o percentual só caiu porque o uso do Bicicletar cresceu mais. De acordo com Martin e Shaheen (2014) e Griffin e Sener (2016), os sistemas de bicicleta compartilhada podem substituir o uso do transporte público ou aumentar o seu uso por facilitar o acesso a ele. Assim, essa diminuição do percentual de integração pode ter sido ocasionada por uma mudança de comportamento dos usuários que integravam em 2015 e passaram a realizar a viagem toda com a bicicleta, mostrando que o Bicicletar pode estar substituindo o uso do ônibus em alguns casos. Somente 15% dos usuários que integraram em 2015 integraram também em 2016, mas 33% dos usuários que integram em 2015 continuam utilizando o Bicicletar em viagens somente com a bicicleta em 2016. Apesar dessa substituição ser insignificante para o sistema ônibus, já que a quantidade de bicicletas do Bicicletar não pode representar grandes efeitos no primeiro o qual tem muito mais viagens, ela representa um aumento considerável das viagens de bicicleta, sem aumentar o número de integrações, diminuindo o percentual de integração. O aumento da estrutura ciclovitária, a melhoria no condicionamento físico dos usuários pelo uso da bicicleta e o próprio crescimento do Bicicletar, o qual aumentou o raio de alcance das viagens de bicicleta, ou o aumento da tarifa de ônibus que, de acordo com o G1 (2015), aconteceu em novembro de 2015 entre outros motivos podem ter ocasionado essa substituição.

Em relação a diferença do percentual de integração da pesquisa para os dados brutos, existe a possibilidade de existir um problema com as tabelas de ligação, as quais podem não conter todos os usuários. Se esse problema realmente existir, esse estudo estará utilizando uma amostra dos usuários que integram nesse período. Outra possibilidade é a amostra da pesquisa não ser representativa em relação à quantidade de integração. Todas as estações tiveram entrevistas nos turnos da manhã e tarde/noite, mas elas aconteceram em dias diferentes: por uma semana decidiu-se quais estações seriam analisadas em cada dia. Assim, a amostra foi de parte de um dia para cada estação e não se sabe se pode-se comparar as pesquisas de estações diferentes que não tiveram pesquisa no mesmo dia. Percebeu-se, pelos dados brutos, que a integração não é um fenômeno constante, existe variação da quantidade de integrações por dia e que os usuários não tem assiduidade no uso do modo integrado, o que pode agravar as diferenças entre as pesquisas de dias diferentes. Além disso, as perguntas relativas à integração podem ter sido entendidas errado pelos usuários gerando um falso positivo para integração. A pergunta foi “Como você chegou até aqui?” e “Como você vai chegar até seu destino final?” e tinha como resposta esperada o modo que o usuário utilizou para chegar ou sair da estação para saber se a viagem tinha sido realizada de forma integrada com outro modo, porém os usuários podem ter entendido a pergunta como o modo que ele utilizou para chegar àquele destino do qual ele estava indo embora com Bicicletar e, dessa forma, a viagem do outro modo e da bicicleta seriam viagens de ida e volta de um local e não uma viagem integrada. Essa possibilidade se confirma quando se encontra respostas “bicicleta” a essa pergunta, e é improvável que os usuários integram bicicleta com Bicicletar em uma viagem, então os usuários devem estar respondendo que a ida e a volta da viagem estavam sendo realizadas com o Bicicletar.

É preciso destacar que duas estações tiveram problema em 2016 e isso pode ter afetado o percentual de integração no segundo ano: A estação 15 – Náutico não teve nem uma viagem do Bicicletar em setembro e a estação 04 - BNB clube só foi utilizada até o dia 17 desse mês. Problemas em relação a estações com muita integração em 2015, poderiam ser uma causa para a queda do percentual de integração, mas as estações 04 e 15 representam somente 1 e 2%, respectivamente, das viagens integradas de 2015, então problemas nelas não deveriam afetar consideravelmente a integração.

Observou-se também que 60% das viagens integradas de 2016 utilizam uma das primeiras 40 estações, que já existiam em 2015, para integrar com o ônibus, o que mostra que, apesar do número de viagens ter aumentado, não se deveria encontrar o mesmo aumento

percentual na integração. Apesar disso, essa diferença entre a utilização das estações antigas e novas para integração não é tão grande que justifique uma queda em 40% do percentual de integração.

Heinen e Bohte (2014) perceberam em sua pesquisa que as pessoas que utilizam o modo integrado bicicleta-transporte público avaliam melhor o sistema de transporte público que as que usam somente o último e levantaram a hipótese de que isso aconteça pelos usuários de transporte público se incomodarem com o tempo de espera no transbordo. Assim, espera-se que a maioria das viagens integradas bicicleta-ônibus aconteça com somente um ônibus.

Com os dados das viagens integradas constatou-se que tanto em 2015 como em 2016 quase 70% dessas viagens acontecem com uma viagem de ônibus e uma de bicicleta, mas que existem integrações com até 6 ônibus. A Tabela 1 mostra a distribuição percentual da quantidade de ônibus utilizada nas viagens integradas.

Tabela 1 – Distribuição da quantidade de ônibus utilizada nas viagens integradas

<b>Quantidade de ônibus</b>	<b>% das viagens integradas de 2015</b>	<b>% das viagens integradas de 2016</b>
1 Ônibus	67%	69%
2 Ônibus	25%	23%
3 Ônibus	6%	6%
+ de 3 Ônibus	2%	2%

Fonte: Elaborado pela autora.

É necessário destacar que podem existir viagens de ônibus de ida e volta acontecendo dentro do período de integração do BU. Assim, essas viagens integradas com mais de uma viagem de ônibus podem não ser realmente integradas com todos os ônibus inclusos na análise, principalmente os 2% que incluem viagens com mais de 3 ônibus. Assim como podem existir viagens de ônibus que não estão sendo contabilizadas nessa análise, visto que, se o usuário ingressar pelo terminal, ele não precisa validar o cartão do BU no próximo ônibus que ele fará integração, então algumas dessas viagens consideradas integradas com 1 ônibus podem estar integrando com 2 e o mesmo pode acontecer com viagens consideradas como integradas com 2 ou 3 ônibus, mas é improvável que o usuário integre 3 ônibus passando pelo terminal, e ainda integre essas viagens com a bicicleta.

## 4.2 Horários de maior integração

De acordo com Givoni e Rietveld (2007), o uso da bicicleta para acessar estações de transporte público é maior para viagens de motivo trabalho e educação, espera-se mais viagens no início e fim da manhã e no fim da tarde. Andrade, Parente e Costa (2016) mostram que nas viagens em dias úteis de 2015 do Bicletar existem 3 picos, um entre 7 e 8h da manhã, outro no final da manhã, entre 12 e 13h e outro no fim da tarde, entre 17 e 18h, os quais são compatíveis com viagens de motivo trabalho e educação. Assim, espera-se que as viagens integradas sigam uma tendência semelhante ao encontrado por Andrade, Parente e Costa (2016), evidenciado pela Figura 7.

Figura 7 - Viagens do Bicletar de 2015 por faixa horária (dias úteis)



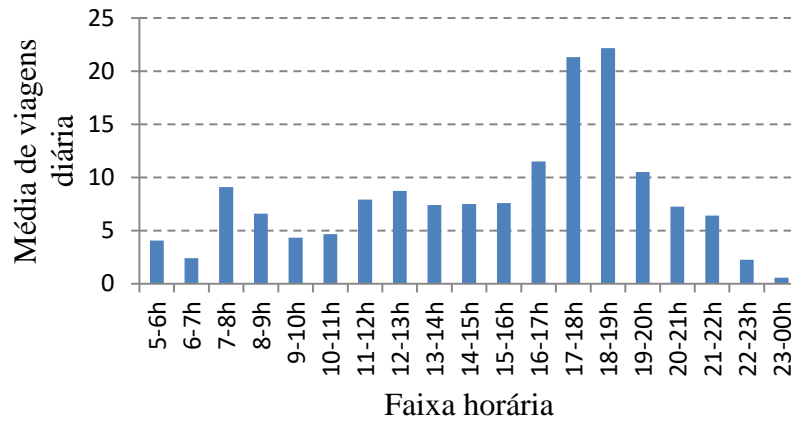
Fonte: Andrade, Parente e Costa (2016) a partir dos dados brutos do Bicletar

Não foi feito histograma da pesquisa para ajudar na hipótese dos horários dos dados brutos porque a pesquisa não foi feita o dia todo, foi feita em horários em que já se esperava maior uso (6 as 11h e 16 as 21h).

Com os dados, confirma-se que as viagens integradas seguem uma distribuição semelhantes às demais viagens do Bicletar, mas em 2016 não se observa um pico na hora do almoço. Para as análises de outros atributos das viagens integradas, considerou-se como pico

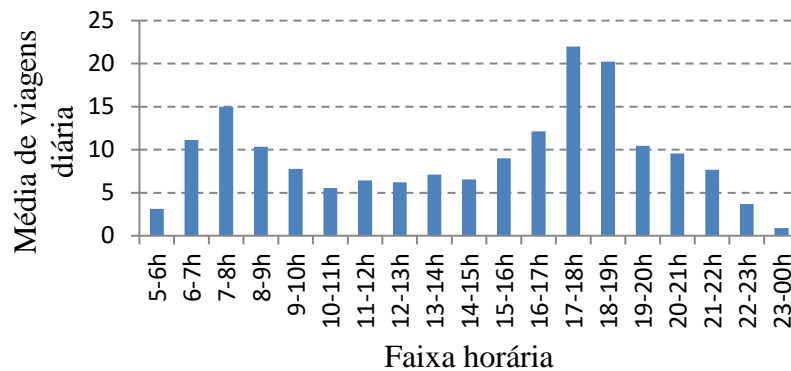
da tarde das 17h às 19h para os dois anos e pico da manhã das 7-9h para 2015 e 6-9h para 2016, mostrados nas Figuras 8 e 9, respectivamente.

Figura 8 - Viagens integradas Bicicletar-Ônibus de 2015 por faixa horária



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 9 - Viagens integradas Bicicletar-Ônibus de 2016 por faixa horária



Fonte: Elaborado pela autora.

### 4.3 Integração no acesso e na difusão

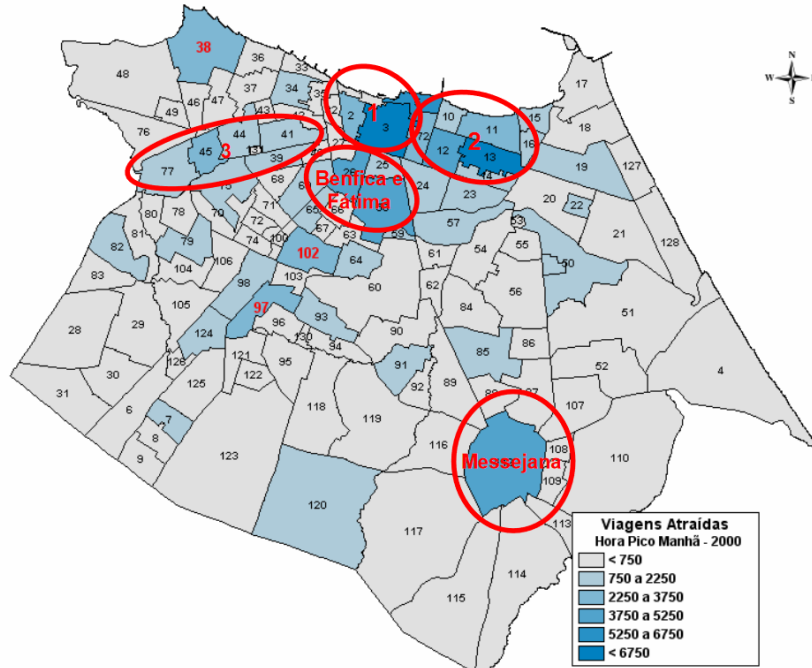
Andrade, Parente e Costa (2016), mostram que 18,4% dos usuários do Bicicletar entrevistados em 2015 utilizaram ônibus até a estação de retirada e 20,8% utilizaram ônibus após devolver a bicicleta, indicando uma diferença irrelevante. Mas esse percentual foi baseado em todas as entrevistas, as quais aconteceram próximas às horas de pico, mas não somente nelas

e, nesse trabalho, analisou-se a divisão em acesso ou difusão somente nas horas pico especificadas anteriormente, então espera-se um resultado diferente.

De acordo com Givoni e Rietveld (2007), existe uma diferença entre o acesso à estação próxima à casa de um passageiro e a próxima à atividade a ser exercida por ele, pois os modos de transporte disponíveis são diferentes, principalmente se referindo à modos privados. Na pesquisa feita por eles na Holanda, 38,3% dos usuários acessam a estação próxima a sua casa de bicicleta, e somente 9,5% utilizam esse modo para acessar a estação próxima à sua atividade. Givoni e Rietveld (2007) ainda complementam dizendo que o modo utilizado para acessar a estação próxima a casa do usuário, geralmente, é o mesmo utilizado na viagem de volta entre a estação e a residência. O mesmo acontece com a estação próxima a atividade.

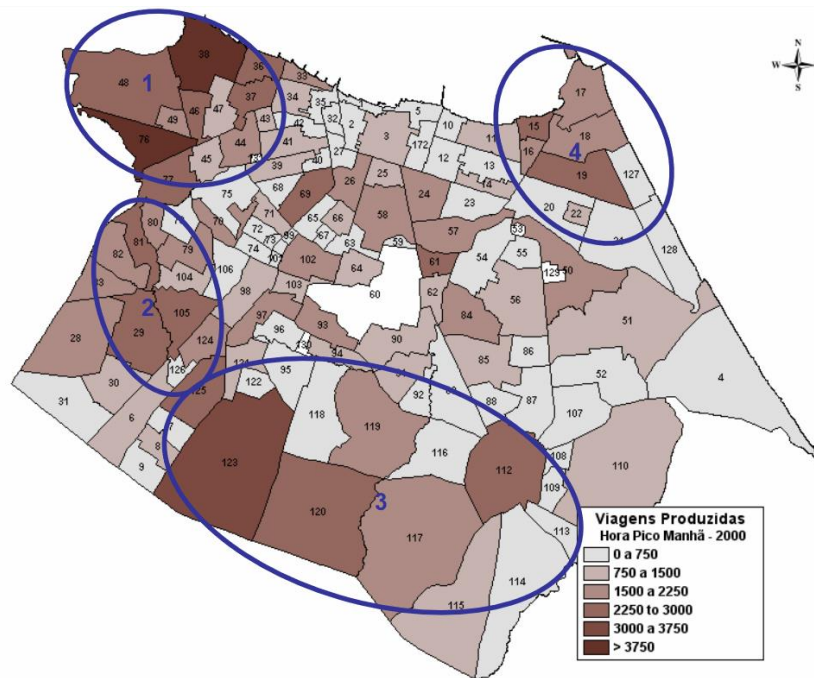
O caso de bicicletas compartilhados deve ser analisado de forma diferente, já que não é um modo privado, mas pode-se aplicar o mesmo raciocínio, pensando no local em que estão as bicicletas: O Bicicletar é um sistema mais centralizado, próximo a muitas atividades e longe da residência da maior parte dos usuários do transporte público, de acordo com a Figura 9, então levanta-se a hipótese de que ele deve ser mais utilizado na difusão no pico da manhã, quando o usuário parte da sua residência e desloca-se para às atividades, e no acesso ao ônibus no pico da tarde, quando o usuário faz o caminho inverso. De acordo com Henrique (2004), os bairros Centro, Aldeota, Meireles, Fátima, Benfica e seus arredores, são zonas de atração de viagem de ônibus, as quais são destino das viagens no pico da manhã ou origem no pico da tarde, como mostrado na Figura 10.

Figura 10 - Distribuição espacial das zonas de destino de viagens por ônibus no pico da manhã



Fonte: Henrique (2004)

Figura 11 - Distribuição espacial das zonas de origem de viagens por ônibus no pico da manhã.



Fonte: Henrique (2004)

Os dados confirmam essa hipótese, mas observa-se nas Tabelas 2 e 3 que, apesar de o pico da tarde ter mais viagens em que a bicicleta foi utilizada para acessar o ônibus, como previsto, a diferença entre o percentual dos tipos de integração é menos acentuada que no pico da manhã. Isso deve ocorrer porque o pico da tarde pode abranger viagens de motivo trabalho e educação com atividade noturna ou viagens do motivo lazer (viagens de base não-domiciliar), em que os usuários estariam se deslocando em direção ao centro e utilizando a bicicleta na difusão.

A difusão no pico da tarde cresceu de 2015 para 2016, como evidenciado na Tabela 2, o que deve ter acontecido por terem aumentado estações em regiões com atividade noturna, como Igreja de Fátima, North Shopping, Shopping Iguatemi, Campus do Pici – UFC e etc, os quais tem muitos ônibus passando a noite e podem ser *hubs* de integração entre ônibus para atividades noturnas.

Também percebe-se um uso considerável do Bicicletar entre ônibus, essa forma de integração representa 16% das viagens integradas, quando se considera todas as viagens do dia. Esse tipo de integração pode representar uma baixa eficiência do sistema de ônibus, em que o usuário precisa fazer um transbordo mais cansativo em que ele utiliza a bicicleta entre dois ônibus, ou também pode significar que existem viagens consideradas como integradas que representam duas viagens, como já foi mencionado.

Tabela 2 - Distribuição percentual do tipo de no pico da manhã

<b>Tipo de integração</b>	<b>% das viagens integradas de 2015</b>	<b>% das viagens integradas de 2016</b>
Acesso	17%	13%
Difusão	<b>73%</b>	<b>78%</b>
Entre ônibus	10%	9%

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 3 - Distribuição percentual do tipo de no pico da tarde

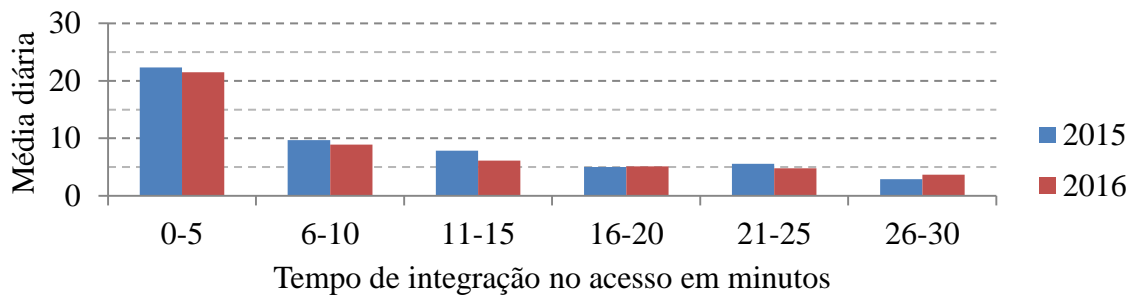
<b>Tipo de integração</b>	<b>% das viagens integradas de 2015</b>	<b>% das viagens integradas de 2016</b>
Acesso	<b>54%</b>	<b>45%</b>
Difusão	35%	41%
Entre ônibus	10%	14%

Fonte: Elaborado pela autora

Percebeu-se também que não há relação entre o uso da bicicleta no acesso e na difusão, pois não há viagens integradas em que o usuário utilize duas bicicletas do Bicicletar, então o usuário utiliza o sistema ou no acesso ou na difusão.

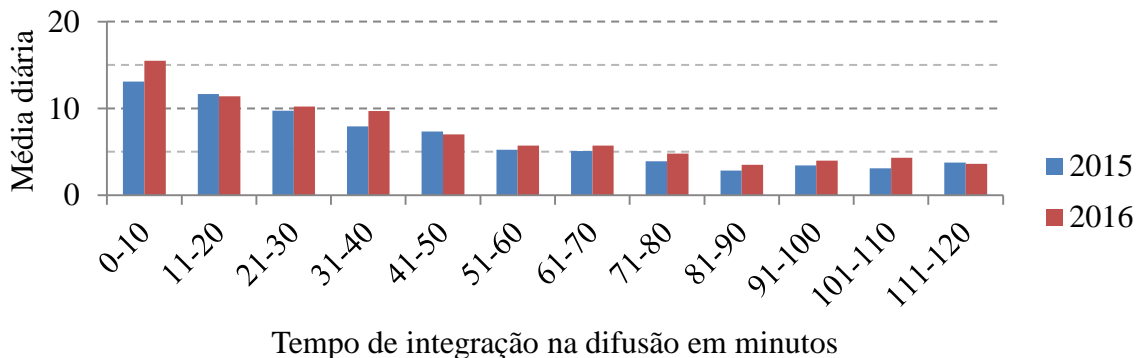
Das viagens que ocorrem no acesso, mais de 40% integram em até 5 minutos e mais de 70% em até 15 minutos, como apresentado na Figura 12, mostrando que a integração acontece quase que imediatamente e as estações e paradas utilizadas na integração estão bastante próximas. Já o dado de tempo de integração na difusão não pode ser obtido isoladamente, só conseguimos obtê-lo incluindo o tempo da viagem de ônibus, por causa dos usuários não precisarem validar novamente o BU na saída do ônibus. A Figura 13 mostra que esse tempo de integração na difusão é menor que 30 minutos em mais de 40% das viagens e menor que 1h em 70% das viagens, o que mostra que, além de o tempo de integração ser curto, a duração da parte de ônibus das viagens integradas não é longo.

Figura 12 - Distribuição do tempo de integração no acesso



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 13 - Distribuição do tempo de integração na difusão



Fonte: Elaborado pela autora.

#### 4.4 Estações mais utilizadas na integração

Em relação às estações utilizadas para integração, espera-se que sigam o mesmo padrão da pesquisa. Nas pesquisas, as 10 estações que mais integraram em cada ano foram as das Tabelas 4 e 5.

Tabela 4 – Estações que mais integraram em 2015 de acordo com a pesquisa

<b>Estação de integração</b>	<b>% das viagens integradas</b>
33 - Shopping Benfica	10%
35 - Praça da Bandeira	7%
20 - Dragão do Mar	6%
31 - Terminal do Papicu	6%
36 - Praça Otávio Bonfim	6%
28 - Carrefour	5%
19 - Praça coração de Jesus	5%
34 - Reitoria UFC	4%
15 - Náutico	4%
16 - Floriano Peixoto	4%

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 5 – Estações que mais integraram em 2016 de acordo com a pesquisa

<b>Estação de integração</b>	<b>% das viagens integradas</b>
33 - Shopping Benfica	7%
43 - Campus do Pici - UFC	7%
42 - North Shopping	6%
35 - Praça da Bandeira	5%
34 - Reitoria UFC	5%
32 - Praça da Gentilândia	5%
36 - Praça Otávio Bonfim	4%
54 - Igreja de Fátima	4%
37 - Parque Araxá	4%
14 - Aterro Praia de Iracema	3%

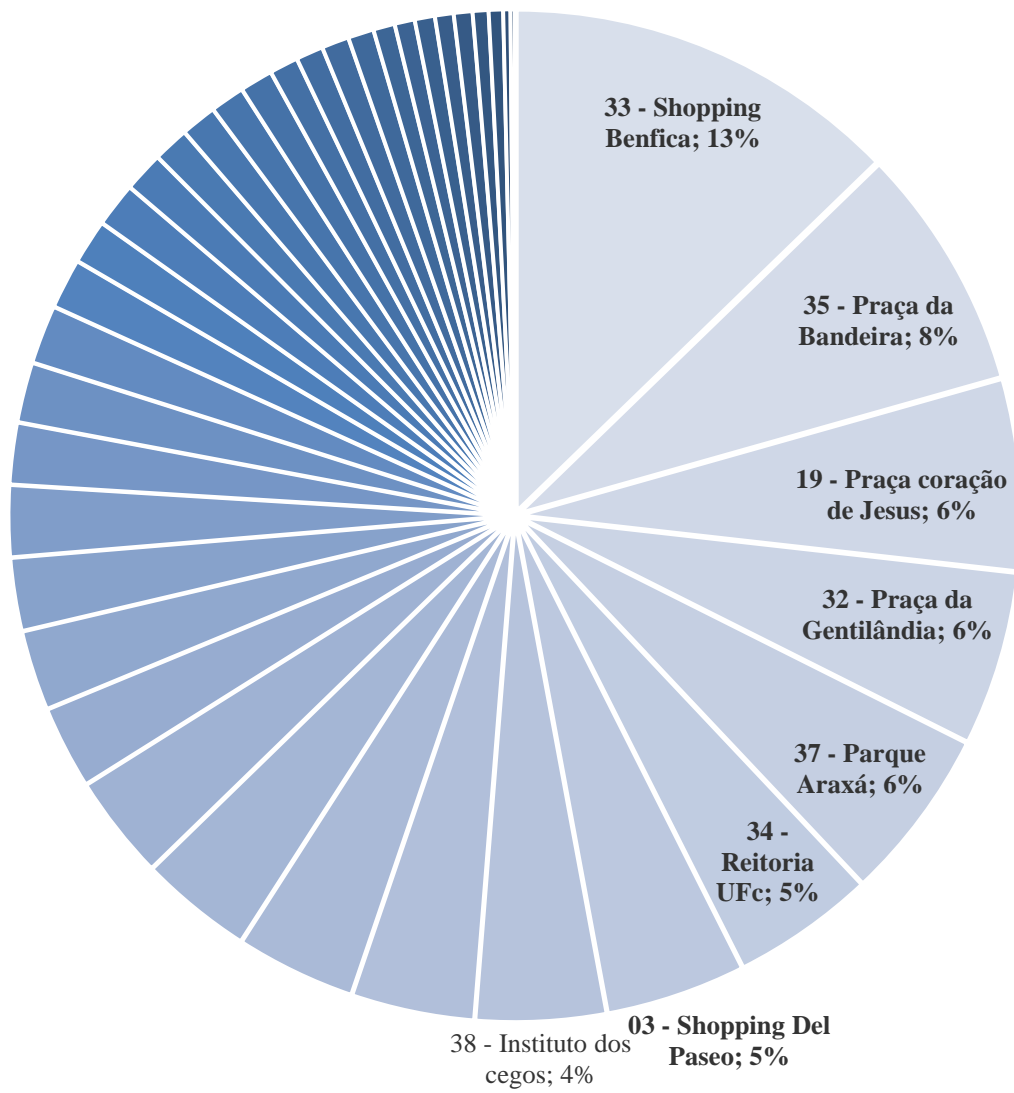
Fonte: Elaborado pela autora.

A partir dos dados, observou-se que, em 2015, 50% das integrações acontecem em 8 estações e 9 estações tem uma ou nenhuma integração por dia. A estação com mais integrações foi a 33 – Shopping Benfica a qual teve uma média de 23 integrações por dia, seguida pela praça da bandeira com uma média de 14 integrações por dia. As duas estações que mais

integram de acordo com os dados são iguais às previstas pela pesquisa desse ano, a partir da terceira a ordem já não é mais a mesma, mas a maioria das estações previstas como as que mais integram foram confirmadas pelos dados.

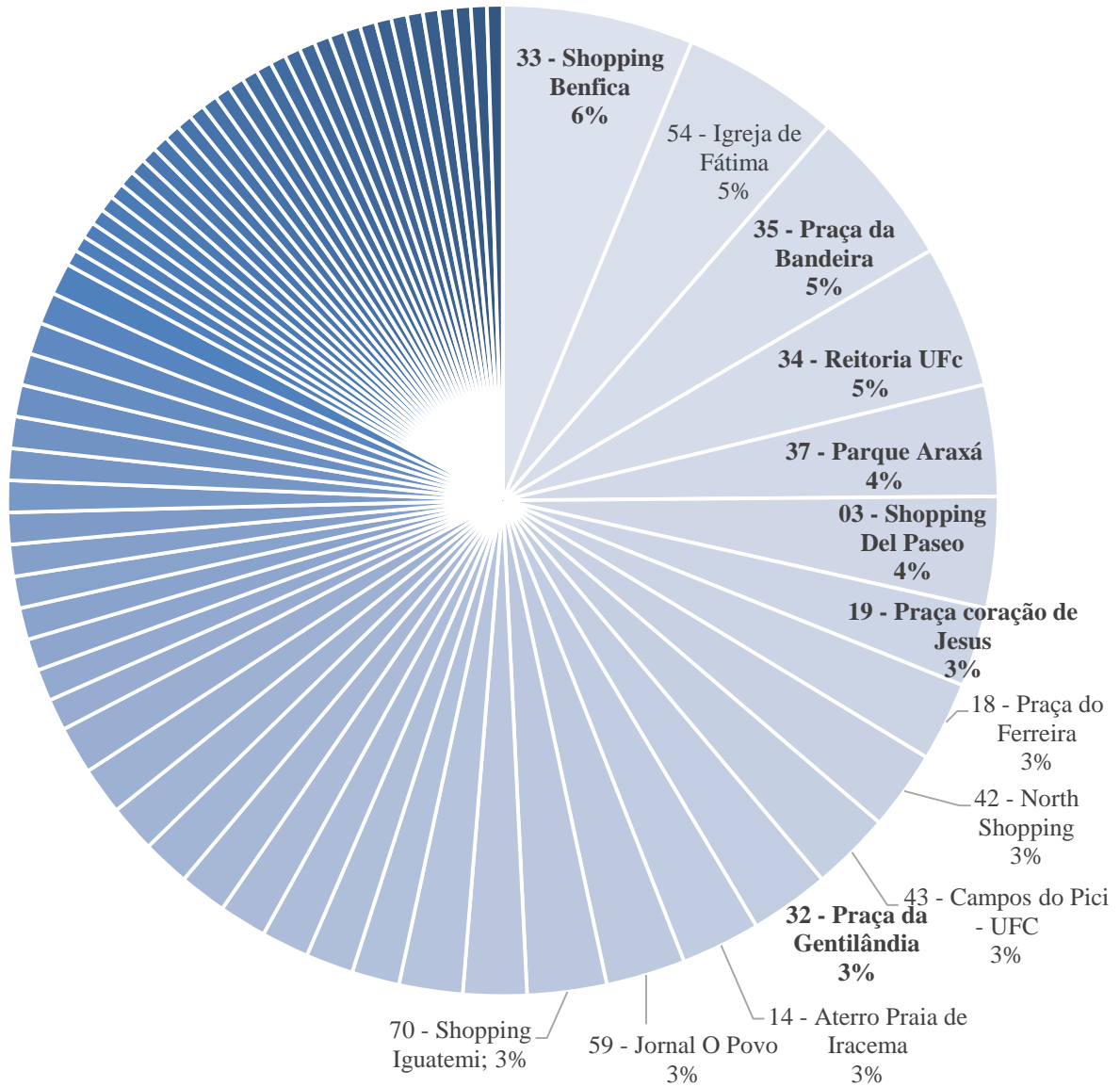
Em 2016, 50% das integrações aconteceram em 14 estações e 40 estações tem uma ou nenhuma integração por dia. A estação com mais integrações continuou sendo a 33 – Shopping Benfica, mas a sua média diária de integrações caiu para 12. Das 8 estações que mais integram em 2015, 7 se mantem entre as estações que mais integram em 2016 e estão em negrito nas Figuras 14 e 15. Pela pesquisa, já era esperado que a estação do Benfica fosse a que mais integra, mas ela deveria estar empatada com a estação do Campus do Pici, a qual pelos dados fica em décima colocação em relação a quantidade de integração. Essa estação foi a que teve mais entrevistas na pesquisa e isso pode ter afetado a quantidade de viagens integradas captadas por ela. Observa-se que a maior parte das estações tidas como mais integradas na pesquisa é confirmada pelos dados, mas não mantém a mesma posição na lista.

Figura 14 - Distribuição das viagens integradas nas estações em 2015



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 15 – Distribuição das viagens integradas nas estações em 2016

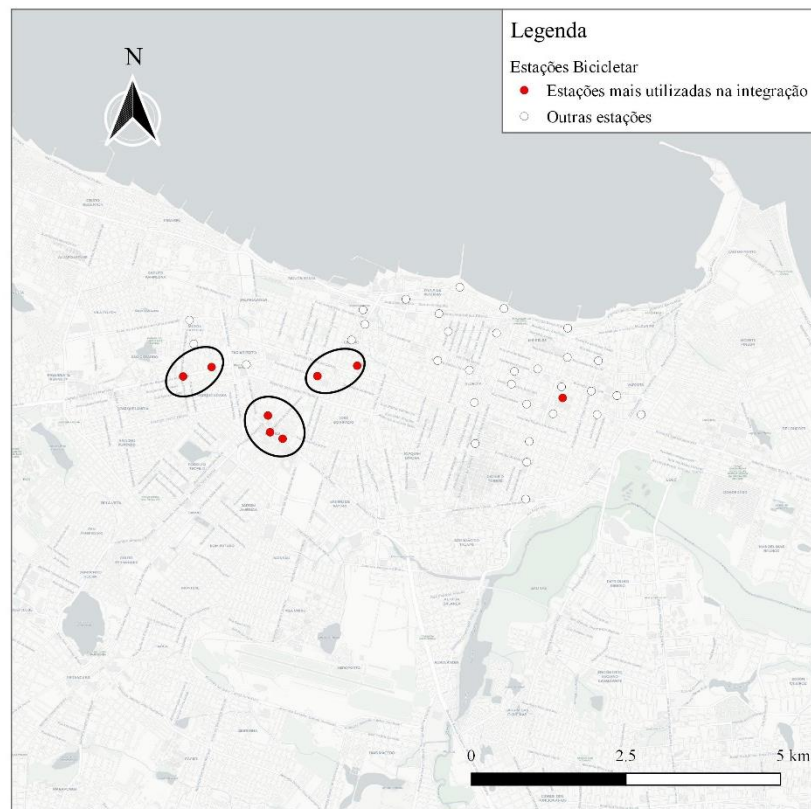


Fonte: Elaborado pela autora.

Ao se inserir a localização das estações que mais integram no mapa de Fortaleza, percebe-se que a maioria delas não está isolada e que existem zonas em que ocorrem mais integrações na cidade, conforme ilustrado das Figuras 16 e 17. Em 2015 essas zonas estão no centro (estações da Praça Coração de Jesus e da Praça da Bandeira), no Benfica (estações da Praça da Gentilândia, Shopping Benfica e Reitoria UFC) e ao longo da Av. Bezerra de Menezes (estações do Parque Araxá e Instituto dos Cegos). Em 2016, percebe-se que as duas primeiras

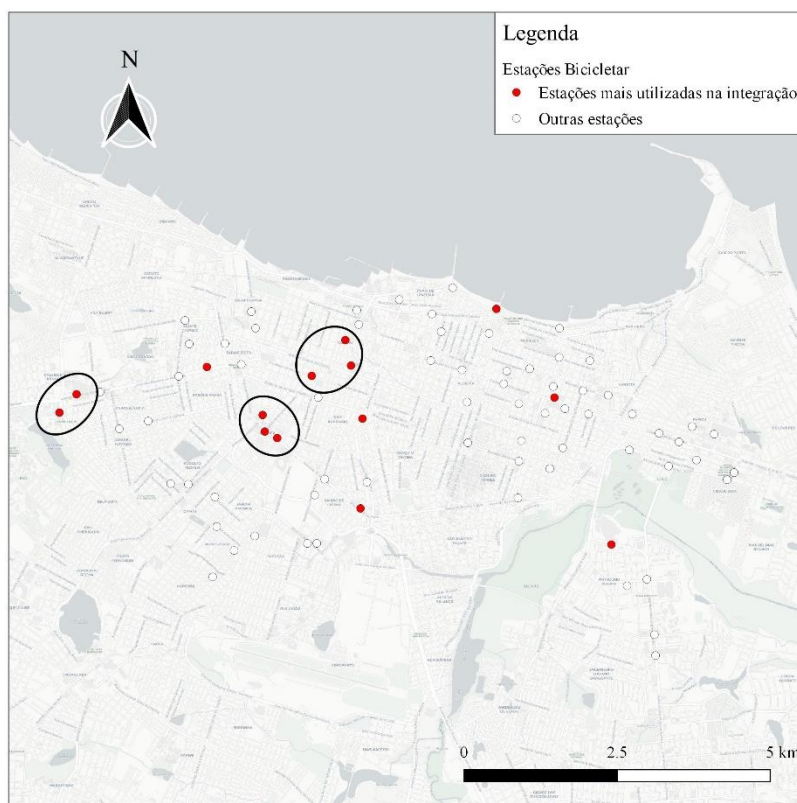
zonas se mantém, a terceira deixa de ser uma zona porque a estação do Instituto dos cegos sai da lista das que mais integram e surge uma nova zona com as estações próximas ao campus do Pici (Estações do Campus do Pici – UFC e do North Shopping). Essas regiões são contempladas com muitas linhas de ônibus e é provável que alguns usuários que realizavam integrações entre ônibus tenham substituído-as por integração Bicicletar-ônibus.

Figura 16 – Zonas de maior integração Bicicletar-Ônibus em 2015



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 17 – Zonas de maior integração Bicicletar-Ônibus em 2016



Fonte: Elaborado pela autora.

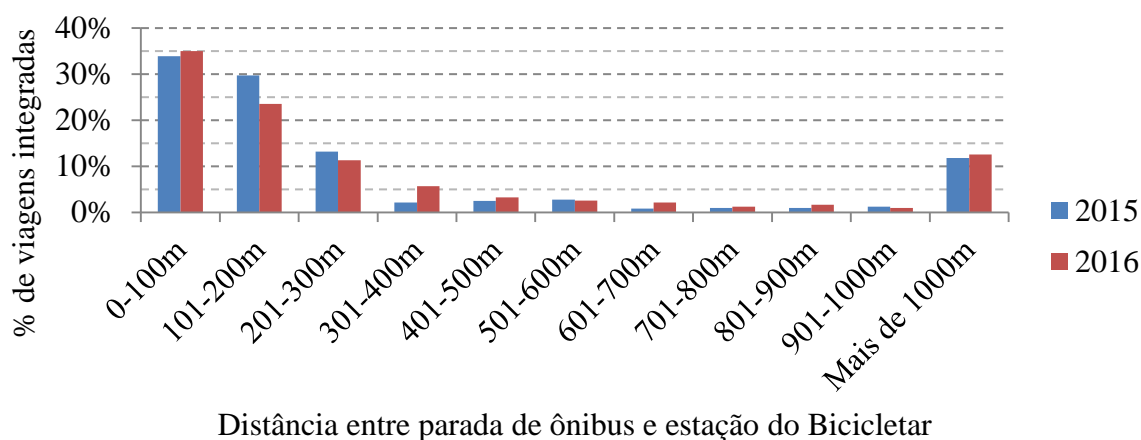
#### 4.5 Tempos e distâncias dos modos não motorizados

Como os tempos de integração no acesso, que são os que conseguem representar o tempo de integração isoladamente, são muito baixos, com 40% abaixo de 5 minutos, espera-se distâncias pequenas entre a estação do Bicicletar e a parada de ônibus utilizadas.

Os dados confirmam o esperado, como evidenciado na Figura 18, e mais de 70% dos usuários utiliza uma parada de ônibus e uma estação a menos de 300m de distância. É importante destacar que o percentual das viagens que contem paradas e estações a mais de 1km de distância pode incluir viagens em que o usuário passou pelo terminal e pegou outro ônibus e não precisou validar o cartão do BU nele porque a integração aconteceu dentro do terminal e, dessa forma, a parada da primeira linha utilizada mais próxima da estação do Bicicletar é que estaria sendo considerada na análise em vez de a parada realmente utilizada na integração. Consegue-se observar que em quase 50% dessas viagens a parada do ônibus na linha em que o BU foi validado mais próxima da estação utilizada para integração é um terminal, mas o usuário

pode ter passado por um terminal mesmo nos casos em que isso não acontece, pois pode existir uma parada poucos metros mais próxima da estação em que o ônibus passe antes de chegar ao terminal. Assim, é provável que o usuário consiga, de dentro do terminal, pegar um ônibus que chegue bastante próximo da estação desejada e o usuário caminhe pouco, então sabe-se que a quantidade de usuários que caminha por menos de 300m é maior que a captada nesse estudo, mas não se sabe quão maior.

Figura 18 – Distância entre a parada de ônibus e a estação do Bicicletar utilizadas nas viagens integradas



Fonte: Elaborado pela autora.

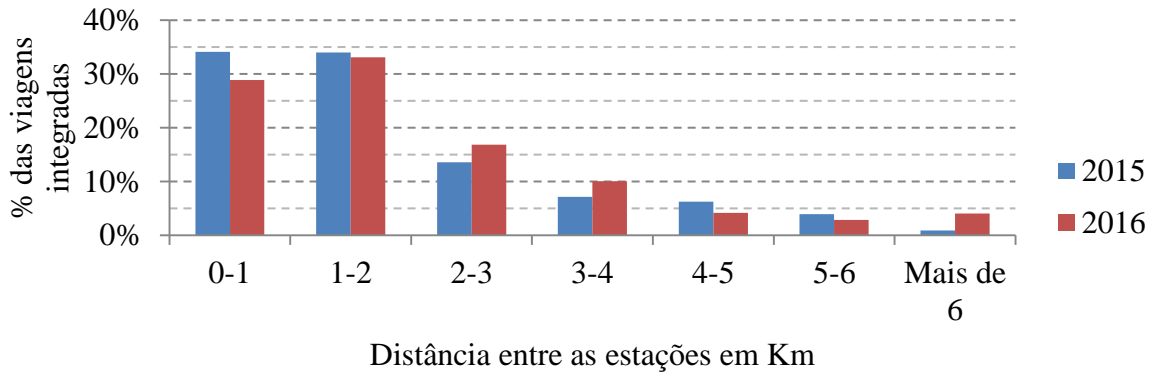
Martens (2004) mostra que o quanto o usuário percorre de bicicleta para acessar o transporte público varia com o tipo dele e que, como o ônibus tem uma maior área de captação, quase 50% dos usuários pedalam por menos de 2Km, 80% por menos de 4 Km e menos de 10% por mais de 6Km, assim, espera-se que as viagens integradas tenham trechos curtos realizados com o Bicicletar.

Os dados confirmam a hipótese levantada a partir da literatura e observa-se na Figura 19 que a parte do Bicicletar das viagens integradas são mais curtas que o do estudo mencionado: mais de 60% dos usuários utilizam estações a menos de 2Km de distância, 89% a menos de 4Km e menos de 5% mais de 6Km.

Em 2016, percebe-se menos viagens até 1Km e mais viagens com mais de 6Km, as viagens mais longas aumentaram porque o sistema cresceu entre os períodos analisados, passando a ter mais estações com mais de 6Km entre elas e possibilitando existirem mais viagens longas. Apesar disso, constata-se que esse tipo de integração é em sua maioria formado

por viagens de bicicleta curtas e nos dois anos o percentual de viagens até 2Km é parecido, caindo de 68% para 62% entre os dois anos, e até 4Km é o mesmo.

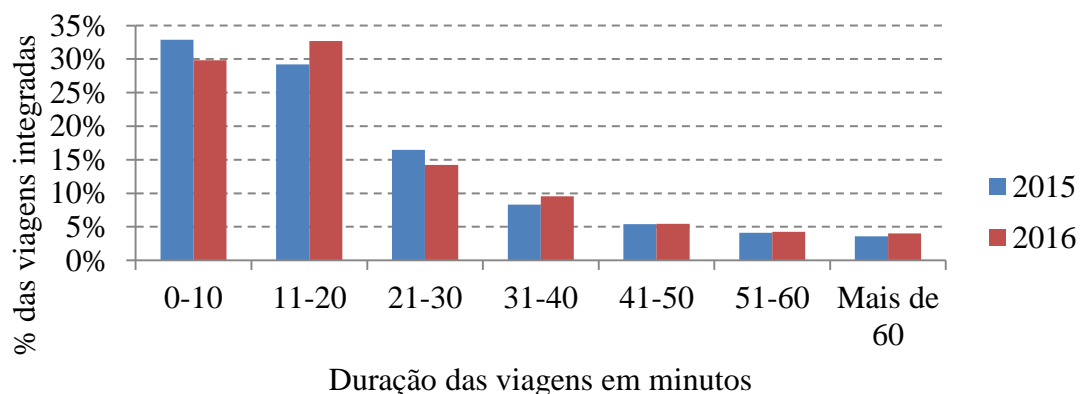
Figura 19 – Distribuição das distâncias entre as estações de retirada e devolução utilizadas nas viagens integradas



Fonte: Elaborado pela autora.

Pode-se observar na Figura 20 que essas viagens também são realizadas em curtos períodos, mais de 70% das viagens são realizadas em menos de 30 minutos, mostrando que o limite de 1h do Bicicletar não é o que está limitando o tamanho das viagens e que as viagens serem curtas é realmente uma característica das viagens integradas bicicleta-ônibus.

Figura 20 – Distribuição das durações das viagens de Bicicletar como parte das viagens integradas

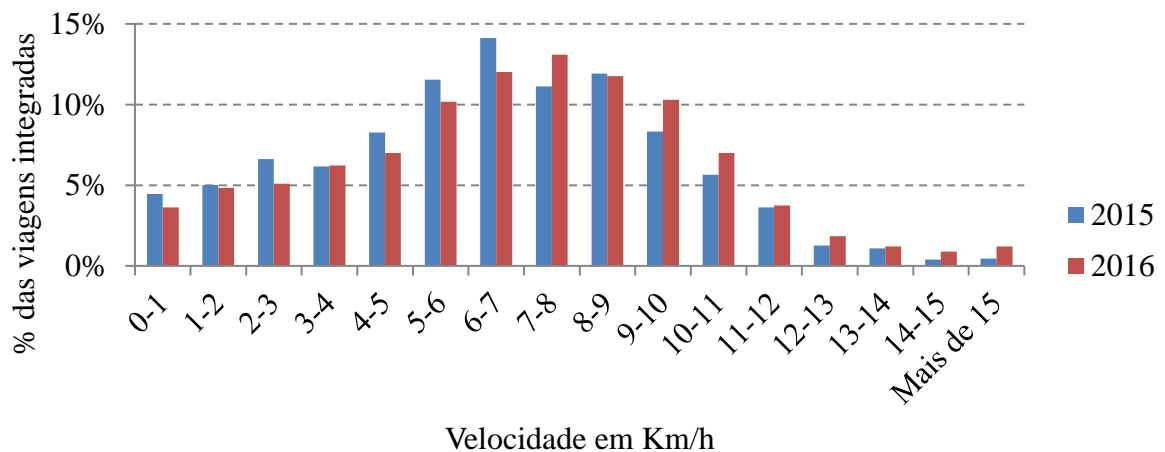


Fonte: Elaborado pela autora.

Com as distâncias e as durações das viagens, as velocidades médias foram calculadas e percebeu-se um grande variação entre os usuários. Existem usuários rápidos, com

velocidades até quase 20Km/h e usuários lentos com velocidades menores que 1Km/h. Desses usuários lentos, ressalta-se que essa pode não ser a velocidade em que eles pedalam, pois podem existir viagens com paradas entre a estação de retirada e devolução ou viagens de passeio, em que a trajetória realizada é bem maior que o deslocamento. A mediana dessas velocidades evidenciadas na Figura 21 é de 7Km/h.

Figura 21 – Distribuição das velocidade das viagens de Bicicleta como parte das viagens integradas



Fonte: Elaborado pela autora.

#### 4.6 Origem e Destino das viagens integradas

Como já explicado na metodologia, foram analisadas as origens e destinos somente das viagens de difusão realizadas no pico da manhã, em que a origem foi considerada como a residência dos usuários e o destino como a estação de devolução da bicicleta. Como 70% das viagens do pico da manhã são de difusão, seria possível estudar a maioria das viagens desse horário, mas a tabela com endereços dos usuários do bilhete único tinha muitas informações inconsistentes, em que o endereço foi preenchido de forma incompleta ou com erro de escrita e muitos deles não foram encontrados, assim a análise de endereços pôde ser feita com 65% dessas viagens.

Em relação à residência dos usuários que integram nesse horário, espera-se que elas residam principalmente nas regiões circuladas na figura 11, as quais representam as áreas em que residem a maioria dos usuários de ônibus. Não espera-se que muitos usuários que morem próximos às estações realizem viagens integradas, pois, de acordo com Heinen e Bohte (2014)

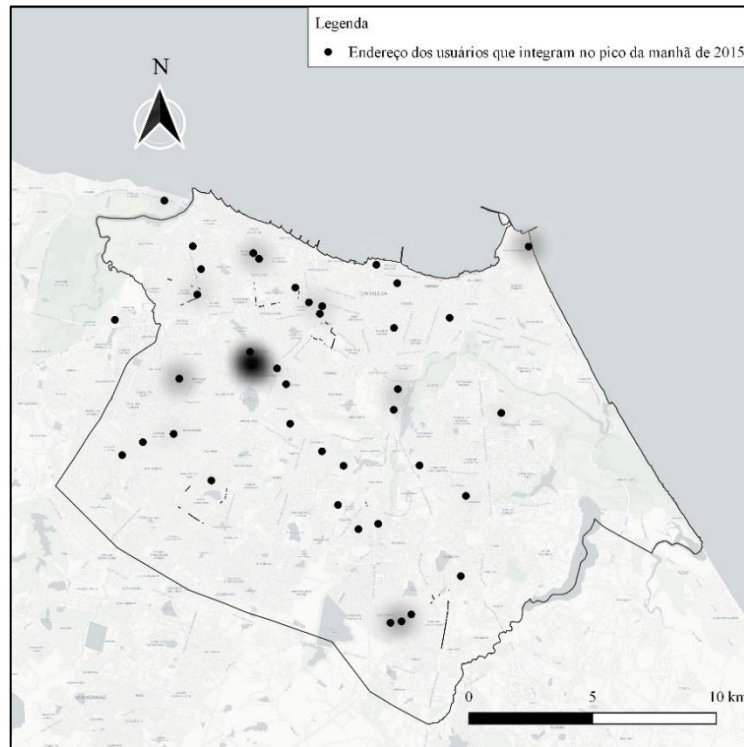
usuários da bicicleta avaliam o uso do transporte público como uma impedância na viagem, revelando que se a viagem for curta o suficiente para ser realizada somente de bicicleta a probabilidade de haver integração é baixa e os usuários residentes nessa área estariam realizando viagens de difusão menores.

A origem e destino das viagens de difusão do pico da manhã foram espacializadas e pode-se observar nas que existem usuários que integram Bicicleta e ônibus que moram na cidade quase toda e até alguns que moram fora de Fortaleza, como mostrado nas Figuras 22 e 23 para 2015 e nas Figuras 25 e 26 para 2016, mas existe uma maior concentração na região oeste, como já era esperado de acordo a origem dos usuários de ônibus. Observa-se também que existem usuários que residem próximo às estações, mas a maioria deles está localizado próximo às estações mais externas e realizam viagens até estações mais longes, com distâncias acima de 4Km.

Em 2016 existem mais usuários por dois motivos: a quantidade de integrações aumentou entre os dois anos e o pico da manhã de 2016 tem uma hora a mais que o de 2015, então não se está analisando o aumento de usuários entre os dois anos, mas a distribuição das origens e destinos deles pela cidade nos dois anos.

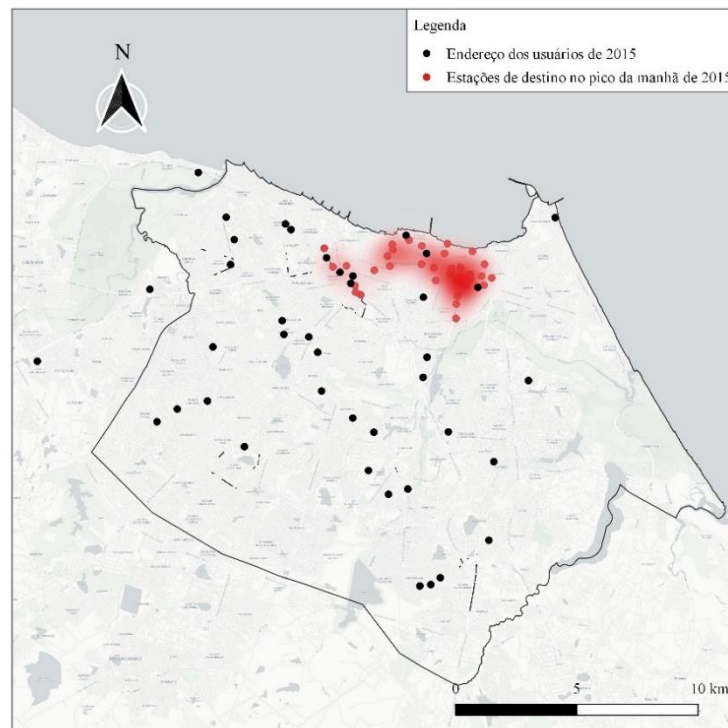
Com o mapa de calor nas estações mais utilizadas como destino, ilustrado nas Figuras 24 e 27, observam-se que as estações mais utilizadas como destino estão localizadas no Centro, Aldeota, Dionísio torres e Parque Araxá em 2015 e, principalmente no Centro e Aldeota em 2016, mas também tem grande concentração no Dionísio Torres, Papicu, Cocó, Benfica e Fátima.

Figura 22 – Espacialização das origens das viagens de difusão do pico da manhã em 2015



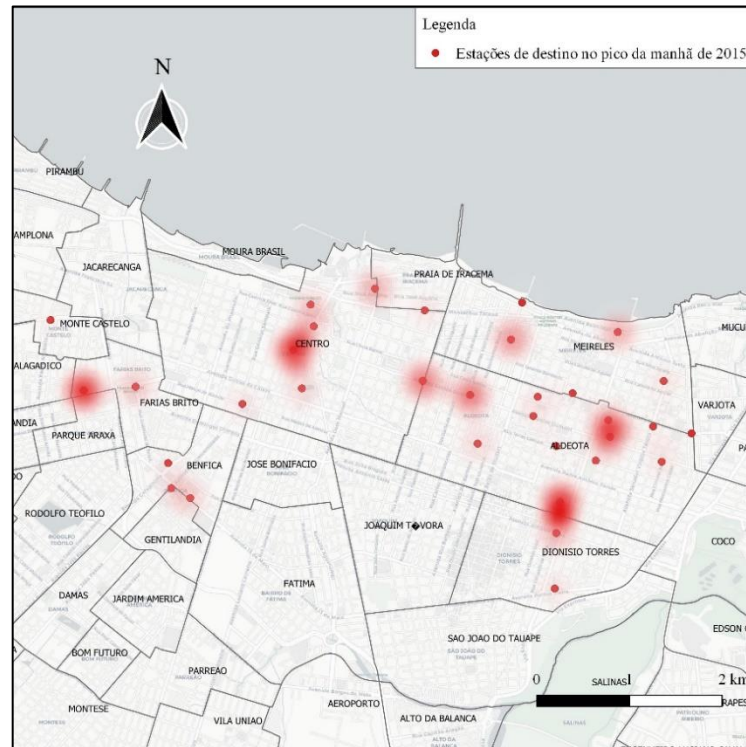
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 23 – Espacialização das origens e destinos das viagens de difusão do pico da manhã em 2015



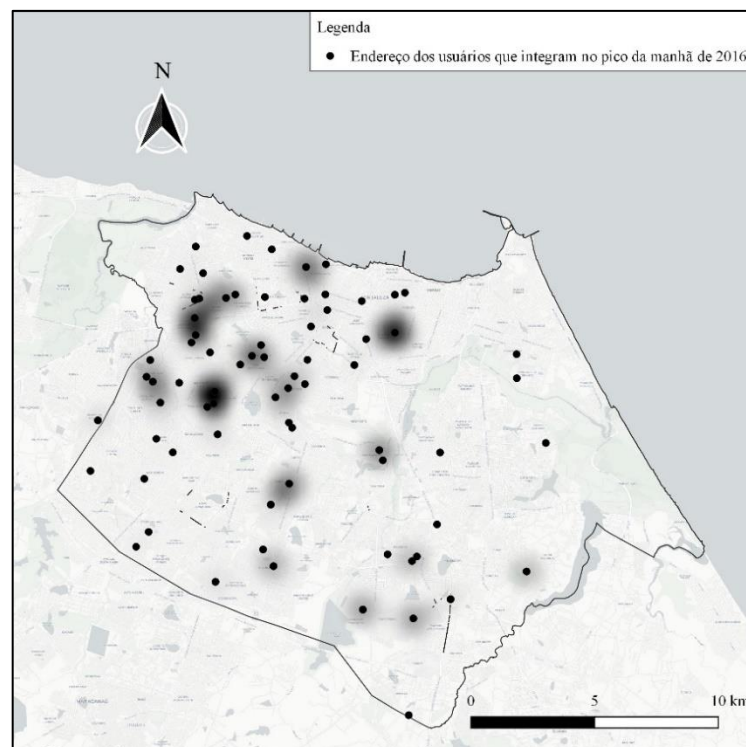
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 24 – Espacialização dos destinos das viagens de difusão do pico da manhã em 2015



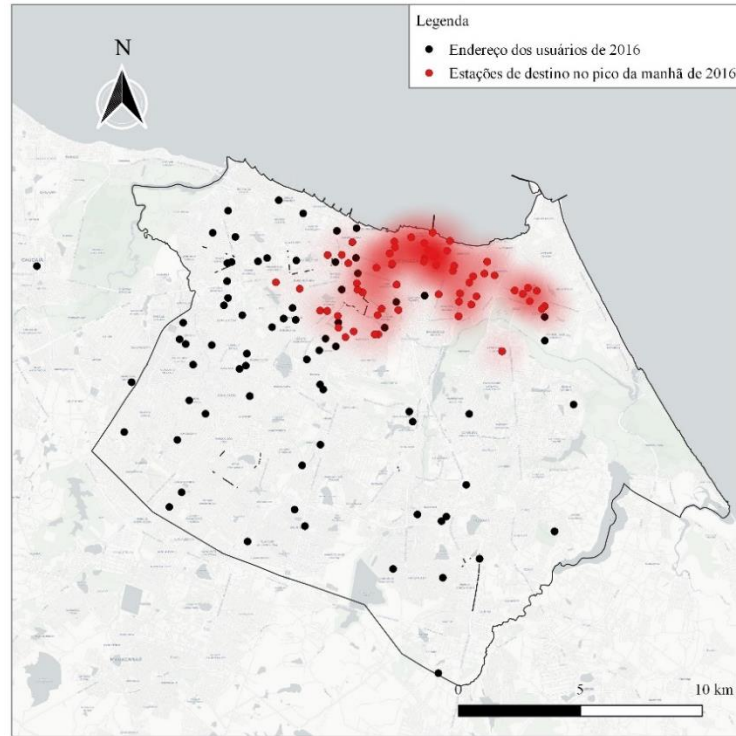
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 25 – Espacialização das origens das viagens de difusão do pico da manhã em 2016



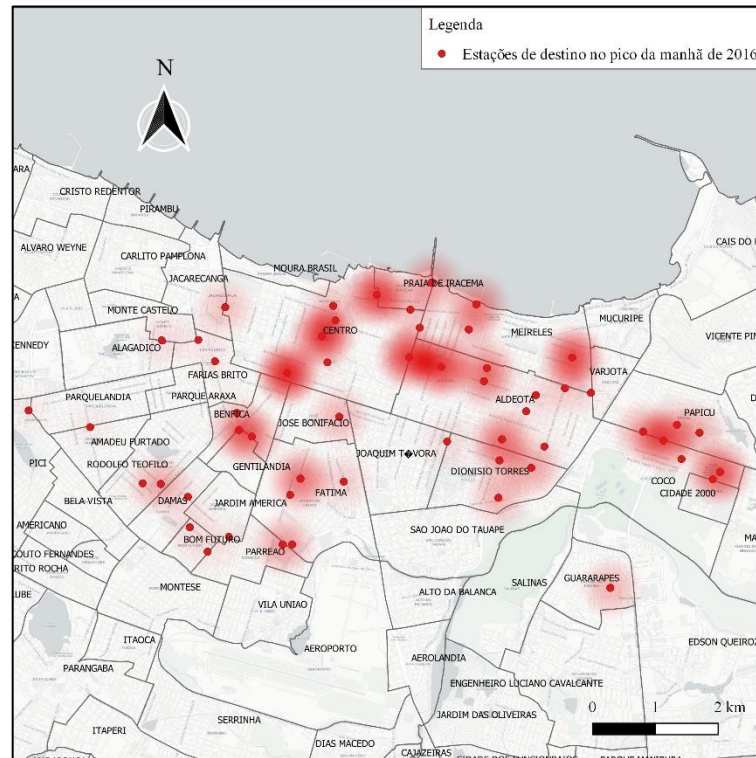
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 26 – Espacialização das origens e destinos das viagens de difusão do pico da manhã em 2016



Fonte: Elaborado pela autora.

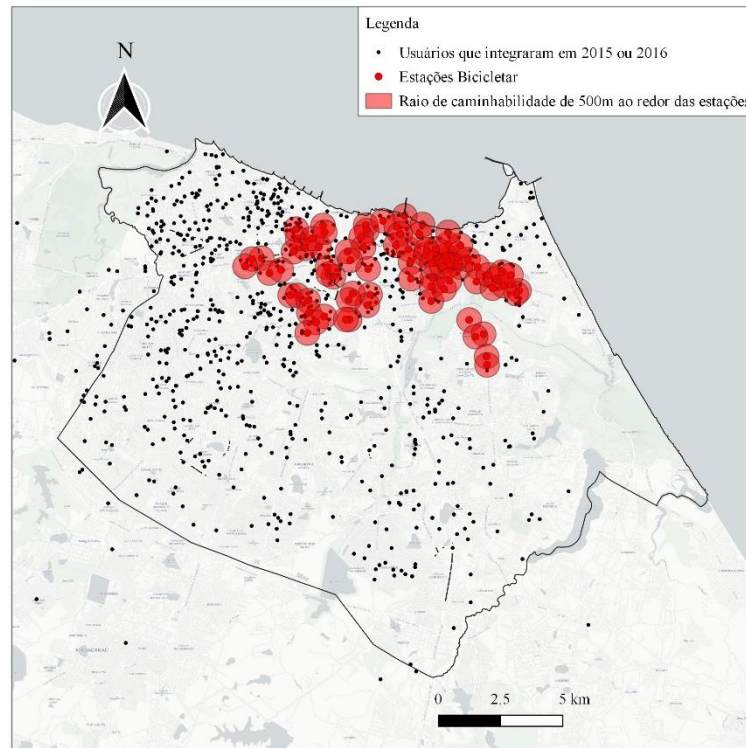
Figura 27 – Espacialização dos destinos das viagens de difusão do pico da manhã em 2015



Fonte: Elaborado pela autora.

As estações estão localizadas em uma área pequena da cidade e o seu alcance quando considerado como um modo isolado é pequeno, mas percebe-se com a Figura 28 que ao se integrar com o ônibus, o Bicicletar pode abranger usuários os quais se deslocam por toda a cidade.

Figura 28 – Alcance do Bicletar isolado x utilizado de forma integrada



Fonte: Elaborado pela autora.

As paradas de ônibus são bem distribuídas pela cidade, principalmente na região central, onde as estações do Bicletar estão localizadas, então a integração atualmente não aumenta seu raio de alcance.

#### 4.7 Características dos usuários

Andrade, Parente e Costa (2016) afirmam que mais de 80% dos usuários do Bicletar são usuários ocasionais, eles fizeram essa avaliação com os dados brutos do sistema e consideraram como frequentes os usuários que utilizaram o sistema pelo menos 8 vezes por mês. Assim, também espera-se baixa frequência dos usuários que integram o Bicletar com ônibus.

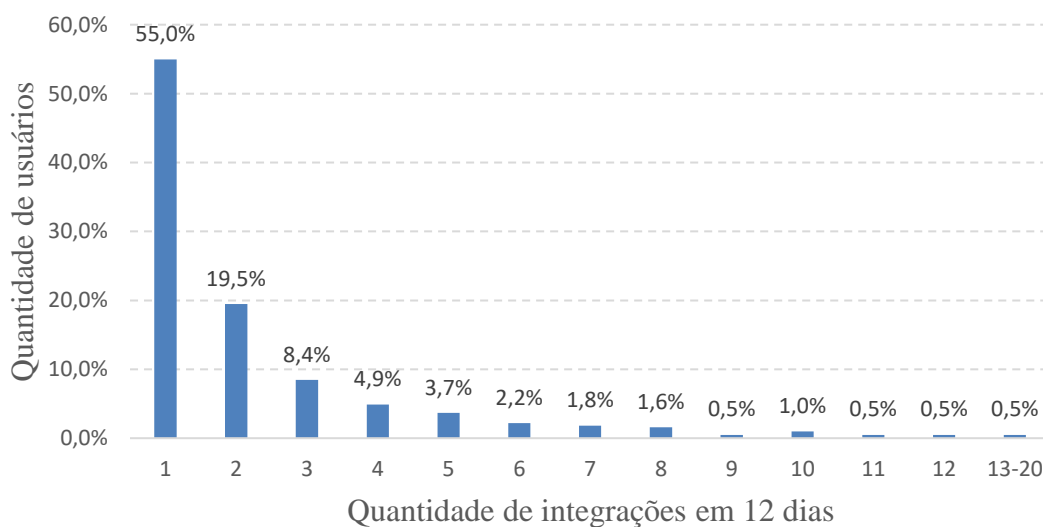
Tabela 6 - Usuário Frequentes e Usuário Ocasionais do Bicicletar de 2015

Mês	Viagens	Usuários Distintos	Usuários Frequentes		Usuários Ocasionais	
<b>Junho</b>	48077	9697	1707	17,6%	7990	82,4%
<b>Julho</b>	45646	9390	1632	17,4%	7758	82,6%
<b>Agosto</b>	45424	8950	1709	19,1%	7241	80,9%
<b>Setembro</b>	43760	8671	1603	18,5%	7068	81,5%

Fonte: Andrade, Parente e Costa (2016)

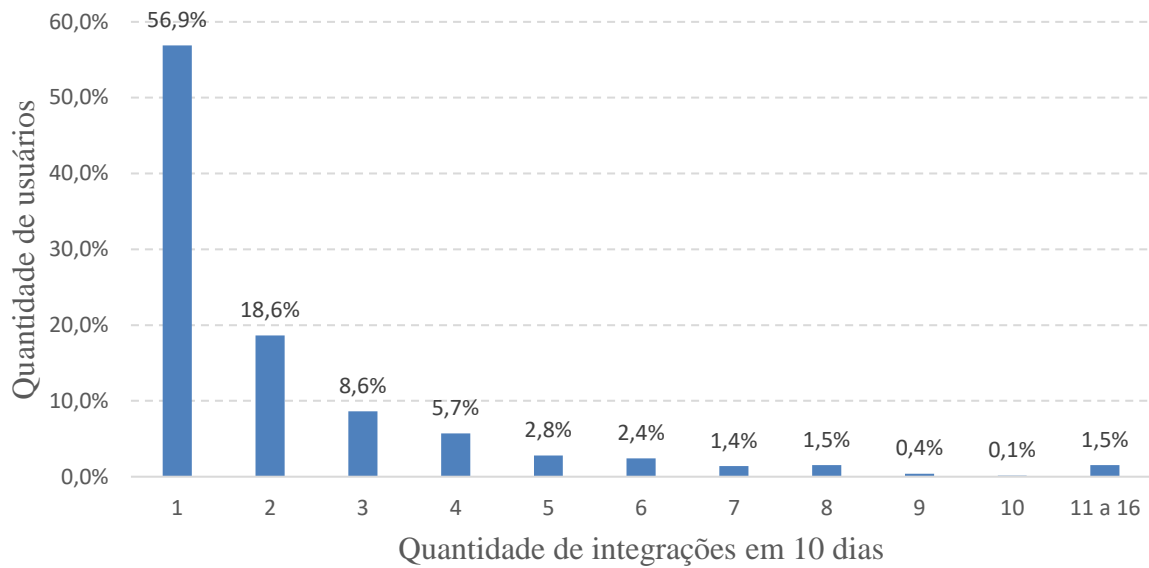
Pelos dados, observou-se que os usuários que integram não são usuários frequentes, como ilustrado nas figuras 29 e 30, e geralmente não fazem o percurso de ida e volta de uma atividade com esse modo, mais de 50% dos usuários que realizaram viagens integradas só integraram uma vez em cada período. Isso deve acontecer por falta de bicicletas disponíveis, o sistema ainda conta com poucas bicicletas e estações, e os usuários que integram competem pelas bicicletas com os usuários que utilizam somente o Bicicletar.

Figura 29 – Distribuição da quantidade integrações por usuário nos 12 dias analisados de setembro de 2015



Fonte: Elaborado pela autora.

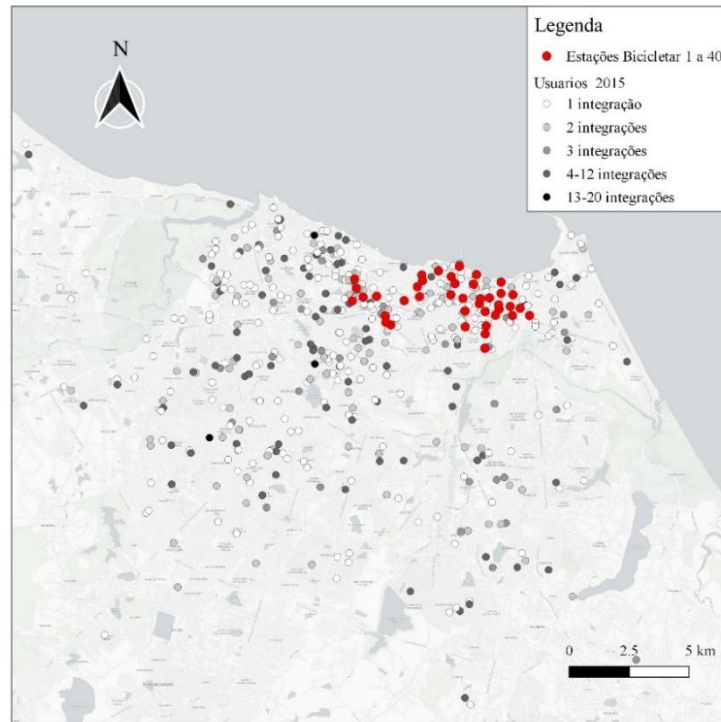
Figura 30 – Distribuição da quantidade integrações por usuário nos 10 dias analisados de setembro de 2016



Fonte: Elaborado pela autora.

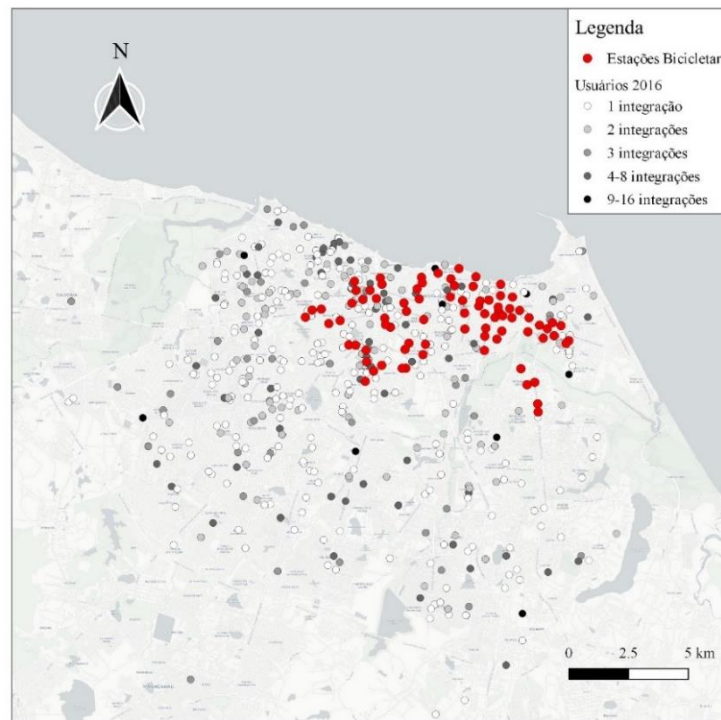
Com a moradia dos usuários e a sua frequência de integração especializadas nas Figuras 30 e 31, percebe-se que existem usuários espalhados por toda a cidade, mas que ocorre um maior aglomerado na região oeste, que corresponde a uma região com alta concentração de usuários de ônibus, de acordo com a figura 11. A maioria dos usuários mais frequentes na integração mora mais longe das estações do Bicicletar.

Figura 31 – Localização dos endereços dos usuários de 2015 e das primeiras estações do Bicicletar



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 32 – Localização dos endereços dos usuários de 2016 e das estações do Bicicletar

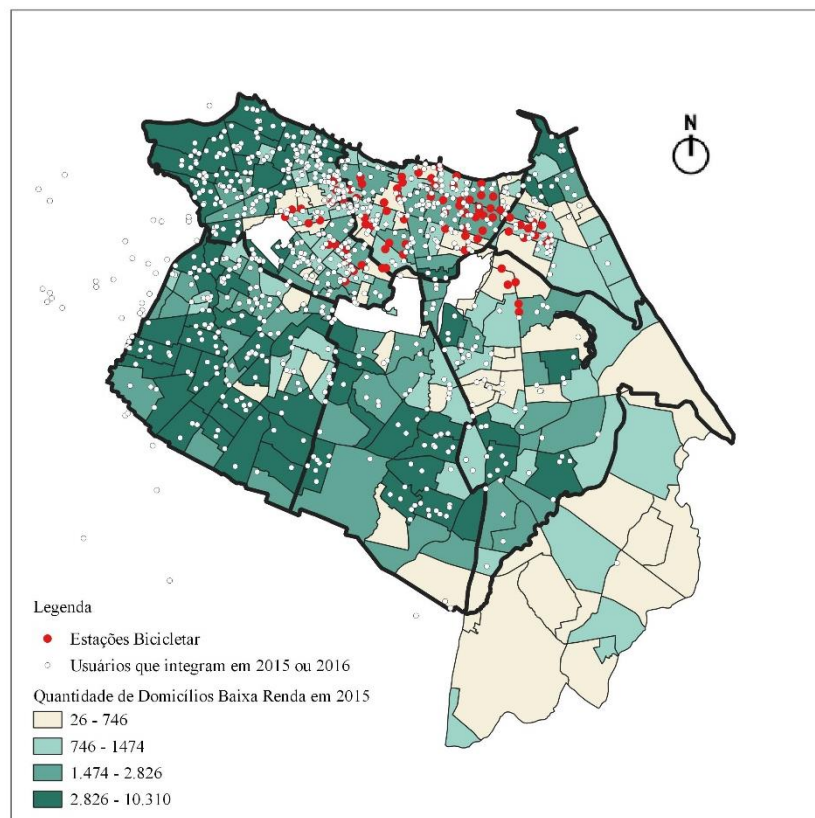


Fonte: Elaborado pela autora.

Em relação a renda do usuário, espera-se que seja baixa, visto Heinen e Bohte (2014) afirmam que usuários desse modo integrado se assemelham aos usuários do transporte público em relação a características socioeconômicas, e em Fortaleza, a maioria dos usuários de ônibus são de classe baixa ou média.

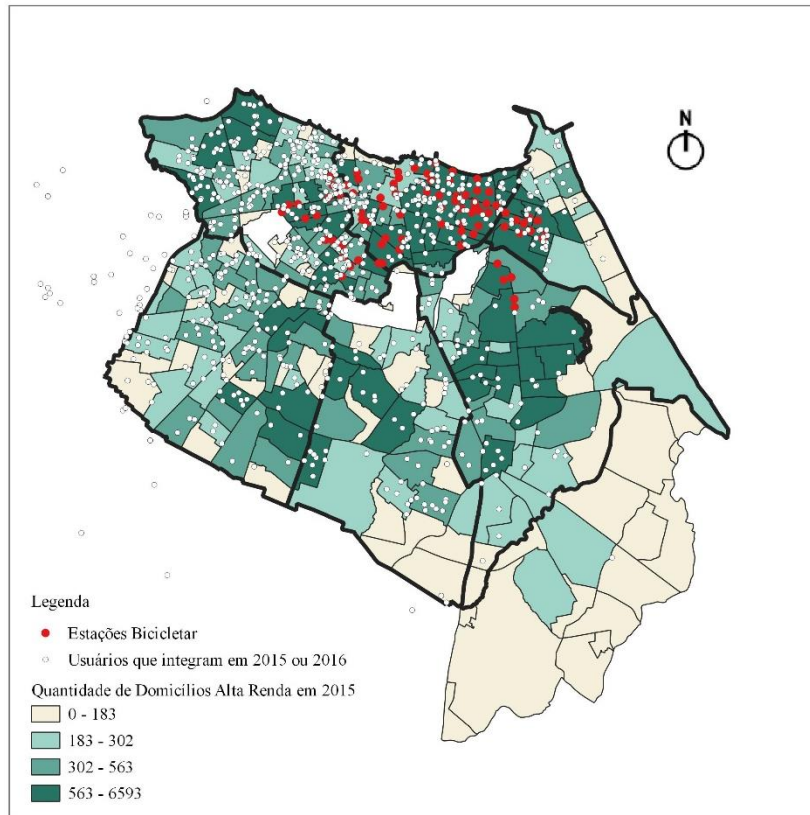
Nos dados dos sistemas não constam informações sobre renda do usuário, mas pôde-se fazer um estudo da renda da zona em que o usuário mora, associando a localização da residência dos usuários à localização dos domicílios de baixa e alta renda de acordo com o zoneamento de Lima (2017) e verificar, como ilustrado na Figura 33 e 34, que os usuários estão localizados principalmente em regiões com muitos domicílios de baixa renda e poucos domicílios de alta renda, como nas regiões noroeste e sudoeste. Também existem muitos usuários na região central, que tem condições econômicas opostas, mas é onde as estações estão localizadas.

Figura 33 – Domicílios de baixa renda em 2015 e localização dos endereços dos usuários e estações.



Fonte: Elaborado pela autora a partir de um mapa de Lima (2017).

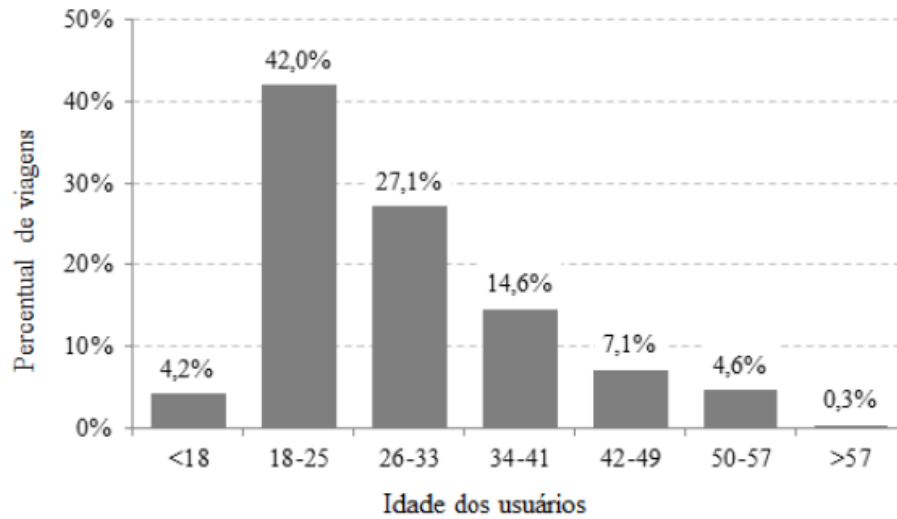
Figura 34 – Domicílios de alta renda em 2015 e localização dos endereços dos usuários e estações.



Fonte: Elaborado pela autora a partir de um mapa de Lima (2017).

Andrade, Parente e Costa observaram a idade e o sexo dos usuários que responderam à pesquisa da Prefeitura de 2015 e indicam que 27% dos usuários do BiciLetar são do sexo feminino e em sua maioria jovens, seguindo a distribuição do gráfico da figura 35. Espera-se resultados semelhantes com os usuários que integram BiciLetar com ônibus.

Figura 35 – Distriuição etária dos usuários de acordo com a pesquisa de 2015



Fonte: Andrade, Parente e Costa (2016)

Com os dados apresentados na Tabela 7, observa-se que 36% dos usuários que realizam viagens integradas são do sexo feminino, mas somente 28% dessas viagens foram realizadas por usuários desse sexo, confirmando a hipótese de que o perfil era semelhante dos usuários totais do Bicicletar, mas mostrando que usuários do sexo feminino, além de serem minoria, são menos frequentes, realizando menos viagens que os usuários do sexo masculino.

Tabela 7 – Distribuição das viagens e dos usuários por sexo em 2015

% Sexo	Viagens integradas	Usuários que integram
Masculino	72%	64%
Feminino	28%	36%

Fonte: Elaborado pela autora.

Já em 2016, pode-se observar pela Tabela 8 que o percentual de viagens integradas realizadas por usuários do sexo feminino e o percentual de usuários desse sexo se igualam em 28%, mostrando que a quantidade de usuários desse sexo caiu de 2015 pra 2016, mas, neste ano, os dois sexos têm frequências semelhantes.

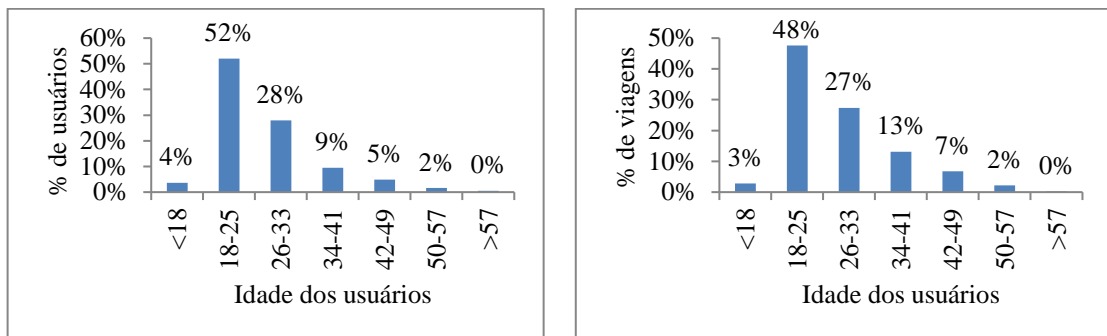
Tabela 8 – Distribuição das viagens e dos usuários por sexo em 2016

% Sexo	Viagens integradas	Usuários que integram
Masculino	72%	72%
Feminino	28%	28%

Fonte: Elaborado pela autora.

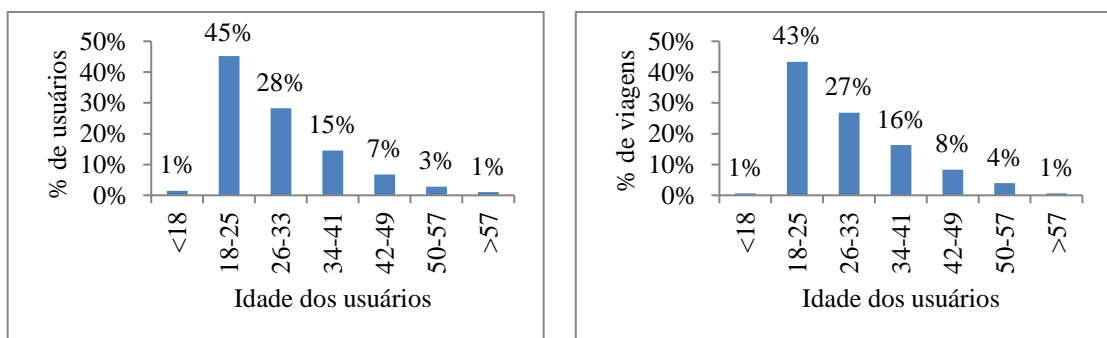
A distribuição de idade das viagens integradas de 2015 foi bastante semelhante à das viagens totais do Bicicletar, mostrando que a maioria dos usuários que integra é jovem e tem entre 18 e 25 anos. A partir da Figura 36, percebe-se também que existem usuários menos frequentes nessa faixa etária, pois 52% dos usuários que integram tem entre 18 e 25 anos, mas 48% das viagens são realizadas por esses usuários, os usuários mais frequentes tem entre 34 e 49 anos. Em 2016, como ilustrado na Figura 37, obtém-se resultado semelhante a 2015, mas o percentual de usuários dessa faixa etária cai para 45% e o de viagens realizadas por eles cai para 43%.

Figura 36: a) Distribuição das viagens por faixa etária em 2015; b) Distribuição das viagens dos usuários por faixa etária em 2015



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 37: a) Distribuição das viagens por faixa etária em 2016; b) Distribuição das viagens dos usuários por faixa etária em 2016



Fonte: Elaborado pela autora.

## 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 5.1 Conclusões

O presente trabalho teve como motivação a importância da integração bicicleta-ônibus para a mobilidade urbana e a necessidade de se compreender melhor a demanda por esse modo integrado antes de se alterar a oferta e partiu-se das viagens do Bicicletar que, de acordo com pesquisas, tinha 30% das suas viagens realizadas de forma integrada. Com o desenvolvimento das análises, observou-se que somente 10% das viagens do Bicicletar de 2015 foram integradas e que em 2016 esse percentual cai para 6, porém os dados desse sistema continuam sendo uma fonte adequada para se caracterizar o uso integrado de bicicleta compartilhada e ônibus em Fortaleza, que é o objetivo geral desse estudo.

Uma limitação do processo de encontrar as viagens integradas foram as tabelas de ligação utilizadas para fazer o *link* entre os usuários dos dois sistemas, pois, se o usuário pedir segunda via do cartão do BU ou renovar a carteira de estudante, o número do cartão muda e é ele que faz o *link* entre os números dos usuários dos sistemas. Dessa forma, apesar de se ter utilizado duas tabelas de cada sistema, uma de cada ano, para tentar minorar essa limitação, constatou-se que pode-se não contabilizar alguns usuários que integram.

A fim de atingir o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram considerados: i) Levantar questões relevantes para descrever o perfil dos usuários que integram bicicleta compartilhada e ônibus e das viagens realizadas por eles baseado na literatura; ii) Caracterizar o perfil das viagens que integram bicicleta compartilhada e ônibus em Fortaleza; iii) Caracterizar o perfil dos usuários que integram bicicleta compartilhada e ônibus em Fortaleza.

As questões levantadas para descrever o perfil dos usuários que integram bicicleta compartilhada e ônibus e das viagens realizadas por eles podem ser utilizadas para caracterizar esse fenômeno em outros locais e, no caso desse estudo, elas foram utilizadas para que suas respostas atingissem o segundo e o terceiro objetivos.

Ao se estudar o perfil das viagens integradas, constatou-se que quase 70% delas acontecem entre somente uma bicicleta e um ônibus, mas encontra-se uma limitação nessa análise que ocorre por causa da não validação do BU no segundo ônibus quando o usuário faz integração entre ônibus dentro do terminal, pois a segunda linha de ônibus não é contabilizada e o percentual que integra somente com um ônibus está majorado. Essa limitação também atinge

o resultado de referente à distância de caminhada entre a parada de ônibus, porque se o usuário passou pelo terminal e pegou outro ônibus e não precisou validar o cartão do BU nele, o algoritmo procurará a parada da primeira linha utilizada mais próxima da estação do Bicletar em vez de a parada realmente utilizada na integração, gerando distâncias muito mais altas que a realmente utilizada pelo usuário

Também observou-se os horários em que há mais viagens e percebeu-se que o pico da tarde acontece entre 17h e 19h e o pico da manhã varia de 7-9h em 2015 e para 6-9h 2016. No pico da manhã observa-se mais viagens de difusão, e no pico da tarde observa-se mais viagens de acesso, mas existe uma quantidade considerável de viagens de difusão, que provavelmente ocorre para acessar viagens noturnas e nota-se que a quantidade de difusão no pico da tarde cresceu de 2015 para 2016, com o aumento de estações em regiões com atividade noturna como Igreja de Fátima, North Shopping, Shopping Iguatemi, Campus do Pici – UFC e etc.

Em relação ao tempo de integração das viagens que ocorrem no acesso, mais de 40% integram em até 5 minutos e mais de 70% em até 15 minutos, mostrando que a integração acontece quase que imediatamente e as estações e paradas de ônibus utilizadas na integração estão bastante próxima. Já o tempo de integração na difusão inclui também o tempo da viagem de ônibus e é menor que 30 minutos em mais de 40% das viagens e menor que 1h em 70% das viagens, o que mostra que, além de o tempo de integração ser curto, a duração da parte de ônibus das viagens integradas não é longo.

Independentemente de as viagens acontecerem no acesso ou na difusão, em 70% das integrações a parada de ônibus está a menos de 300m da estação do Bicletar e o trecho da viagem integrada realizado pelo Bicletar é menor que 2Km em mais de 60% das viagens e menor que 4Km em 89% das viagens. Esse trecho é realizado em curtos períodos, mais de 70% das viagens são realizadas em menos de 30 minutos, mostrando que o limite de 1h do Bicletar não é o que está limitando o tamanho das viagens e que as viagens serem curtas é realmente uma característica das viagens integradas bicicleta-ônibus.

Pode-se perceber que existem zonas as quais contém algumas estações em que ocorrem mais integrações na cidade. Em 2015 essas zonas estão no centro (estações da Praça Coração de Jesus e da Praça da Bandeira), no Benfica (estações da Praça da Gentilândia, Shopping Benfica e Reitoria UFC) e ao longo da Av. Bezerra de Menezes (estações do Parque Araxá e Instituto dos Cegos). E em 2016, com a inauguração de novas estações, surge uma nova

zona com as estações próximas ao campus do Pici (Estações do Campus do Pici – UFC e do North Shopping).

O alcance do Bicicletar quando considerado isoladamente é pequeno, mas percebe-se que ao se integrar com o ônibus, o Bicicletar pode abranger usuários os quais se deslocam por toda a cidade. As paradas de ônibus são bem distribuídas pela cidade, principalmente na região central, onde as estações do Bicicletar estão localizadas, então a integração atualmente não aumenta o raio de alcance e, como a integração bicicleta-ônibus ainda não é consolidada e não teria capacidade de receber parte da demanda dos ônibus, não se pode ainda diminuir linhas confiando-se nesse modo integrado. Apesar disso, pode-se pressupor que, em um cenário futuro em que existisse um sistema de bicicletas compartilhadas maior, com mais bicicletas nas estações e mais estações espalhadas pela cidade, e que esse tipo de integração já acontecesse com mais frequência e regularidade, poder-se-ia diminuir o número de linhas alimentadoras e as bicicletas compartilhadas se responsabilizariam por essa demanda. Nesse caso, poder-se-ia utilizar dos resultados do quanto o usuário caminha entre uma parada de ônibus e quanto ele pedala entre as estações de retirada e devolução para avaliar o aumento da área de alcance das paradas remanescentes. Com os resultados mencionados, pode-se pressupor que essas paradas restantes deverão ficar até 300m de uma estação de bicicleta compartilhada e, então, a parada terá um raio de alcance mais forte até 2Km da estação mais próxima e mais fraco até 4Km.

Em relação a origem e destinos do pico da manhã: As origens de viagens estão espalhadas pela cidade quase toda e existem alguns pontos até fora de Fortaleza, mas existe uma maior concentração na região oeste da cidade. As estações mais utilizadas como destino estão localizadas no Centro, Aldeota, Dionísio Torres e Parque Araxá em 2015 e, principalmente no Centro e Aldeota em 2016, mas também tem grande concentração no Dionísio Torres, Papicu, Cocó, Benfica e Fátima. A tabela com endereços dos usuários do bilhete único, a qual foi utilizada para se obter as origens das viagens, tinha muitas informações inconsistentes, em que o endereço foi preenchido de forma incompleta ou com erro de escrita e muitos deles não foram encontrados, assim a análise de endereços e origens foi feita somente com 65% das viagens.

Ao se estudar o perfil dos usuários que realizam viagens integradas, constatou-se que a maioria dos usuários os quais integram não são frequentes e geralmente não fazem o percurso da ida e da volta de uma atividade com esse modo, mais de 50% dos usuários que realizaram viagens integradas só integraram uma vez em cada período, mostrando que o fenômeno ainda não está consolidado.

Existem usuários dispersos por toda a cidade, mas ocorre um maior aglomerado na região oeste, que é uma região em que residem muitos usuários de ônibus e tem muitos domicílios de baixa renda, e outro na região central, onde se localizam as estações e tem muitos domicílios de alta renda. Percebe-se também que a maioria dos usuários mais frequentes na integração mora mais longe das estações do Bicicletar.

Usuários do sexo feminino são minoria na integração, mantendo um percentual semelhante ao dos usuários do Bicicletar, mas são menos frequentes, realizando menos viagens que os usuários do sexo masculino. A distribuição de idade das viagens integradas de 2015 foi bastante semelhante à das viagens totais do Bicicletar, revelando que mais de 40% das viagens foi realizada por usuários que tem entre 18 e 25 anos, mas esses usuários são menos frequentes que o demais.

Por fim, conclui-se que se conseguiu caracterizar o uso integrado de bicicleta compartilhada e ônibus em Fortaleza a partir dos dados brutos dos dois sistemas.

## **5.2 Recomendações**

De modo a sanar algumas lacunas desse trabalho, serão recomendadas a seguir algumas propostas para trabalhos futuros.

As pesquisas pela prefeitura não tinham foco na integração, somente duas perguntas questionavam a respeito da existência de integração com outro modo e elas podem não ter ficado claras para os usuários. Recomenda-se que seja feita uma pesquisa com foco na integração em que haja entrevistas em todas as estações no mesmo dia por mais de um dia, para que se tenha uma amostra maior e que se possa comparar as informações de todas as estações. Dessa forma, se poderá ter mais informações acerca do perfil das viagens e dos usuários do que é possível se ter com os dados brutos dos sistemas, como motivo da viagem, se o trecho da viagem realizado de bicicleta está competindo com outro ônibus ou com a caminhada, quais os motivos que fizeram o usuário escolher pelo modo integrado e etc.

Os dados não permitem que seja feita uma análise quantitativa das características dos usuários mais profundamente do que o que foi feito nesse trabalho, mas recomenda-se que seja feita uma análise qualitativa dos usuários que mais integram, observando cada viagem realizada por eles tanto do modo integrado como de ônibus isoladamente no período analisado e somente de ônibus antes de existir o Bicicletar para entender o padrão de deslocamento deles

e comparar o que mudou com a inauguração do Bicicletar e a possibilidade de se realizar o deslocamento dessa forma integrada.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, B.R.; PARENTE, G.P.L.; COSTA, T.B. **Bicicletar: Caracterização do Sistema de Bicicletas compartilhadas de Fortaleza.** XXX Congresso Nacional de Pesquisa em Transportes da ANPET. Modelos e Técnicas de Planejamento de Transportes – Pôster, Rio de Janeiro, RJ, p. 1887-1895, 2016.

BRASIL. Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. **Política Nacional de Mobilidade Urbana.** Brasília, 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112587.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112587.htm)>. Acesso em: 15/06/2018

\_\_\_\_\_. Lei nº 10.303, de 23 de dezembro de 2014. **Plano Diretor Ciclovitário Integrado Do Município De Fortaleza.** Fortaleza, 2014. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/ce/f/fortaleza/lei-ordinaria/2014/1031/10303/lei-ordinaria-n-10303-2014-institui-a-politica-de-transporte-ciclovituario-aprova-o-plano-diretor-ciclovituario-integrado-do-municipio-de-fortaleza-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 15/06/2018

CHAPADEIRO, Fernando Camargo; ANTUNES, Luiza Lemos. A inserção da bicicleta como modo de transporte nas cidades. **Revista UFG.** Ano XIII, nº 12, p. 35-42, jul. 2012

COSTA, Tais Barreto; LOUREIRO, Carlos Felipe Grangeiro. **Análise Da Demanda por Integração do Transporte Público ao Ciclovitário Em Fortaleza,** XXXI Congresso da ANPET, Recife, Pernambuco, 2017. Anais (Relatórios de Teses e Dissertações). Rio de Janeiro, RJ: Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2017. v. 1. p. 1-4.

FAGHIH-IMANI, A.; ELURU, N. Analysing bicycle-sharing system user destination choice preferences: Chicago's Divvy system. **Journal of Transport Geography** V. 44 p. 53-64. 2015.

FLORINDO, Alex Antônio et al. Cycling for Transportation in Sao Paulo City: Associations with Bike Paths, Train and Subway Stations. **International Journal Environmental Research and Public Health**, v.15, n. 4, p. 1-12. 2018

G1. **Passagem de ônibus em Fortaleza passa a R\$ 2,75 a partir de novembro.** Fortaleza, 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/ceara/noticia/2015/10/passagem-de-onibus-em-fortaleza-passa-r-275-partir-de-novembro.html>>. Acesso em: 31 mai. 2018.

GIVONI, M.; RIETVELD, P. The Access Journey to the Railway Station and Its Role in Passengers' Satisfaction with Rail Travel. **Transport Policy**, Vol. 14, p. 357–365. 2007.

GRIFFIN, G. P.; SENER, I. N. Planning for Bike Share Connectivity to Rail Transit. **Journal of Public Transportation** V. 19 n. 2 pp 1-22. 2016.

HENRIQUE, C. S. **Diagnóstico Espacial da Mobilidade e da Acessibilidade dos Usuários do Sistema Integrado de Transporte de Fortaleza.** Dissertação de Mestrado, Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

HEINEN, Eva, BOHTE, Wendy. Multimodal Commuting to Work by Public Transport and Bicycle. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research**

**Board. Transportation Research Board of the National Academies**, p. 111-122, 2014.

HINE, J.; SCOTT, J. Seamless, accessible travel: users' views of the public transport journey and interchange. **Transport Policy** Vol. 7, p 217–226. 2000.

KAGER, R.; BERTOLINI, L.; TE BRÖMMELSTROET, M. (2016). Characterisation of and reflections on the synergy of bicycles and public transport. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, V.85, p. 208-219. 2016.

KEIJER, M.J.N., RIETVELD, P. How do people get to the railway station? The Dutch experience. **Transportation Planning and Technology**. V.23, p. 215–235. 2000.

KRIZEK, K. J.; STONEBRAKER E. W. Bicycling and Transit. A Marriage Unrealized. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, N. 2144 p. 161-167. 2010

KRIZEK, K. J.; STONEBRAKER E. W. Assessing Options to Enhance Bicycle and Transit Integration. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, N. 2217 p. 162-167. 2011

MARTENS, K. The bicycle as a feedering mode: Experiences from three European countries. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, V. p. 281-294. 2004

MARTIN, E. W. e SHAHEEN, S. A. Evaluating public transit modal shift dynamics in response to bikesharing: A tale of two U.S. cities. **Journal of Transport Geography**, V. 41. p. 315–324, 2014.

MEDDIN, Russell. **The Bike-sharing World at the End of 2016**, 2017. Disponível em: <<http://bike-sharing.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 30 nov. 2017.

MIÑANO, M. P.; DOS SANTOS, A. **Contribuição dos serviços de bicicleta compartilhada na mobilidade sustentável no Brasil**. 20º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito. ANTP. Santos-SP. 2015

Ministério das Cidades. **Caderno de Referência para a Elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta** – Ministério das Cidades, Brasília DF. 2007 Disponível em: <<http://www.ta.org.br/site/Banco/7manuais/cadernosite2007xz.pdf>>. Acesso em: 06 jun. 2018.

OLIVEIRA, Gilmar Silva de. **Integração Tarifária Temporal nos Sistemas de Transporte Público por Ônibus**. Tese de doutorado, Programa de Engenharia de transportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2013.

PAZOS, Eleonora. A integração entre bicicletas e transporte público. **Cadernos Técnicos – Transporte Cicloviário**. Vol. 7, p. 32-43. ANTP, São Paulo, 2007.

PREFEITURA DE FORTALEZA. **Bicicleta Integrada**. Fortaleza, 2018. Disponível em: <<http://www.bicicletaintegrada.com>>. Acesso em: 17 mai. 2018

\_\_\_\_\_. **Bicicletar**. Fortaleza, 2018. Disponível em: <<http://www.bicicletar.com.br/>>. Acesso em: 17 mai. 2018

\_\_\_\_\_. **Bilhete único**. Fortaleza, 2018. Disponível em: <<http://bilheteunico.vtefortaleza.com.br/>>. Acesso em: 17 mai. 2018

\_\_\_\_\_. **Catálogo de serviços – Bicicleta Integrada (sistema de bicicletas compartilhadas - modelo integração)**. Fortaleza, 2018. Disponível em: <<https://catalogodeservicos.fortaleza.ce.gov.br/categoria/mobilidade/servico/129>>. Acesso em: 17 mai. 2018

\_\_\_\_\_. **Catálogo de serviços - Bicicletar**. Fortaleza, 2018. Disponível em: <<https://catalogodeservicos.fortaleza.ce.gov.br/categoria/mobilidade/servico/127>>. Acesso em: 17 mai. 2018.

RICCI, Miriam. Bike sharing: A review of evidence on impacts and processes of implementation and operation. **Research in Transportation Business & Management**, V. 15. p. 28-38, 2015.