



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

ISABEL CRISTINA NIBON

ANÁLISE DO DESEMPENHO OPERACIONAL DO TRANSPORTE PÚBLICO
INTERNO DO CAMPUS DO PICI

FORTALEZA

2019

ISABEL CRISTINA NIBON

ANÁLISE DO DESEMPENHO OPERACIONAL DO TRANSPORTE PÚBLICO
INTERNO DO CAMPUS DO PICI

Projeto de Graduação apresentado ao Departamento de Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Manoel Mendonça de Castro Neto

FORTALEZA

2019

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)

- N49a Nibon, Isabel Cristina.
Análise do Desempenho Operacional do Transporte Público Interno do Campus do Pici / Isabel Cristina Nibon. – 2019.
62 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2019.
Orientação: Prof. Dr. Manoel Mendonça de Castro Neto.
1. Transporte Público. 2. Campus do Pici. 3. Microsimulação. I. Título.

CDD 620

ISABEL CRISTINA NIBON

ANÁLISE DO DESEMPENHO OPERACIONAL DO TRANSPORTE PÚBLICO
INTERNO DO CAMPUS DO PICI

Projeto de Graduação apresentado ao Departamento de Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: 26/11/2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Manoel Mendonça de Castro Neto (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

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

M.Sc. José Nauri Cazuza de Sousa Júnior
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus e à Virgem Maria.

À minha mãe e à minha avó.

AGRADECIMENTOS

A Deus e à Virgem Maria, por não desistirem de mim e por me perdoarem incansavelmente. Se eu estou me formando em Engenharia Civil é por causa dEles. E eu não escolheria tão bem os caminhos que trilhei. Grata, também, pelo meu Anjo da Guarda ter me blindado em tantas situações.

À minha mãe e à minha avó, as quais fizeram muito por mim. Deram-me todo o suporte físico e emocional que precisei. Chegar em casa depois de dias cansativos e ser recebida com os sorrisos de vocês é impagável. E principalmente, muito obrigada pelos valores que me transmitiram. Das partes mais difíceis de se estar em uma Universidade é manter as raízes fincadas.

Ao Mariano, por todos esses anos de companheirismo. Você foi ombro e colo pra tantos choros e alegrias. Você acreditou em mim quando eu mesma não acreditava. Parte dessa conquista acontece porque você esteve nos bastidores suportando estresses. A vida ficou melhor desde que te conheci.

Aos amigos antigos, e que faço questão de nominá-los: Carol, Marcela, Léa, Neto, Roberto, Vítor. Obrigada pela fidelidade de tantos anos. Aos futuros colegas de profissão. Vocês me ensinaram tanto sobre engenharia como sobre convívio social. Grata por terem me apresentado realidades diferentes das minhas. Aproveito para agradecer nominalmente aos que me ajudaram nas coletas de dados e nas ideias para o trabalho: Aldaianny, Altanízio, Beliza, Diego e Gabriel.

Ao professor Manoel, que desde o primeiro contato me acolheu e acolheu o tema que eu gostaria de trabalhar com enorme solicitude. Obrigada pelas correções e, principalmente, pela paciência. Agradeço, também, a todos os professores que me inspiraram tanto.

À banca examinadora pelo tempo dedicado ao meu trabalho e pelas colaborações e sugestões. À Etufor e à UFC Infra pelos dados compartilhados.

A todos os funcionários que cuidam da UFC. Graças a vocês, tenho a UFC como um ambiente organizado e limpo.

“Cumpe o pequeno dever de cada momento; faz o que deves e está no que fazes.”

São Josemaría Escrivá

RESUMO

Este trabalho diz respeito à análise do desempenho operacional do transporte público interno do Campus do Pici com o auxílio de ferramentas de microsimulação de tráfego. Muitos estudantes relataram insatisfações com o uso desse modo de transporte, e a distância entre as entradas do campus e salas de aula são grandes, o que dificulta a realização do trajeto a pé. Uma revisão da literatura foi importante, porque auxiliou na identificação de algumas características inerentes ao transporte público em geral, como medidas de desempenho normalmente avaliadas nesse modo. Utilizou-se o método de planejamento dividido em quatro etapas: identificação da problemática, caracterização da problemática, diagnóstico da problemática e avaliação de alternativas com o uso do VISSIM, *software* de microsimulação. Os resultados tiveram início com a contextualização da área estudada e com a montagem da árvore de problemas relatados por usuários. Em seguida, elegeram-se parâmetros de avaliação de ônibus, com o objetivo de se definir indicadores para o estudo. Após a coleta de dados em campo e a escolha dos problemas a serem atacados, propuseram-se cenários de melhoria. O atraso médio, o *headway*, o tempo de viagem e os custos foram fatores importantes na escolha da alternativa mais viável. Com o VISSIM, foi possível escolher o melhor cenário entre o atual, o com mudança na frota e o com mudança de rota.

Palavras-chave: Transporte Público. Campus do Pici. Microsimulação.

ABSTRACT

This sheet is about the analysis of the operational performance of the Pici Campus internal public transport with the use of traffic microsimulation tools. Many students are not satisfied with the use of this mode of transportation, and the distance between campus entrances and classrooms is large, which makes walking tough. A literature review was important because it helped to identify some characteristics inherent to public transport in general, such as performance measures normally evaluated in this mode. The planning method was divided into four stages: problem identification, problem characterization, problem diagnosis and evaluation of alternatives with the use of VISSIM, microsimulation software. The results started with the contextualization of the studied area and the composition of the tree, with problems reported by users. Then, bus evaluation parameters were chosen, with the purpose of defining indicators for the study. After field data collection and choice of problems to be tackled, improvement scenarios were proposed. Average delay, headway, travel time and costs were all important factors in choosing the most viable alternative. With VISSIM, it was possible to choose the best scenario from the current one, the one with fleet change and the one with change of route.

Keywords: Public Transport. Pici Campus. Microsimulation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Rotas percorridas pelos ônibus e micro-ônibus internos do Campus do Pici.....	16
Figura 2 - Entradas do Campus do Pici	25
Figura 3 - Representação da relação entre situação atual e situação desejada	31
Figura 4 - Árvore de problemas.....	37
Figura 5 - Parte da árvore de problemas.....	40
Figura 6 - Rotas dos ônibus internos	41
Figura 7 - Campus do Pici no VISSIM e percentuais de conversão.....	42
Figura 8 - Parâmetros das paradas de ônibus	43
Figura 9 - Parâmetros das linhas de ônibus	44
Figura 10 - Tempos de partida da linha.....	45
Figura 11 - Atributos do tipo veicular	46
Figura 12 - Parâmetros das paradas de ônibus	47

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Custos variáveis de combustível	51
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Padrões de qualidade para ônibus	22
Tabela 2 - Padrões de qualidade para os ônibus do Pici.....	38
Tabela 3 - Parâmetros do intracampus	48
Tabela 4 - Indicadores do cenário 0.....	49
Tabela 5 - Indicadores do cenário 1.....	49
Tabela 6 - Indicadores do cenário 2.....	50
Tabela 7 - Resultados dos cenários.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BRT	<i>Bus Rapid Transit</i>
Etufor	Empresa de Transporte Urbano de Fortaleza
IEFES	Instituto de Educação Física e Esportes
Nutec	Núcleo de Tecnologia e Qualidade Industrial do Ceará
PGV	Polo gerador de viagem
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFC Infra	Superintendência de Infraestrutura e Gestão Ambiental

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Problemas	16
1.2 Justificativa	17
1.3 Questões Motivadoras	18
1.4 Estrutura da Monografia	18
2 OBJETIVOS	19
2.1 Objetivo Geral.....	19
2.2 Objetivos Específicos.....	19
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
3.1 Transporte Público.....	20
3.1.1 Demanda e Oferta.....	20
3.1.2 Qualidade do Transporte Público	21
3.1.3 Custos	23
3.2 Mobilidade em Campi Universitários.....	23
3.3 Ferramentas de Simulação	25
3.3.1 Macrossimulação, Mesossimulação e Microsimulação	26
3.3.2 Microsimulador VISSIM	27
3.3.3 Modelagem Microscópica do Transporte Público	28
4 MÉTODO	30
4.1 Identificação da Problemática.....	30
4.2 Caracterização da Problemática	31
4.3 Diagnóstico da Problemática	31
4.4 Avaliação de Alternativas	32
4.5 Ferramentas de Simulação	32
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
5.1 Identificação da Problemática.....	34

<i>5.1.1 Contextualização do Campus do Pici</i>	34
<i>5.1.2 Atores do Sistema</i>	35
<i>5.1.3 Levantamento e Representação dos Problemas</i>	35
5.2 Caracterização da Problemática	37
<i>5.2.1 Definição de Indicadores</i>	37
<i>5.2.2 Coleta de Dados do Cenário Atual</i>	39
5.3 Diagnóstico da Problemática	39
<i>5.3.1 Problemas Abordados</i>	40
<i>5.3.2 Cenários Propostos</i>	40
5.4 Avaliação de Alternativas com Auxílio do VISSIM	41
<i>5.4.1. Modelagem da Linha 020</i>	43
<i>5.4.2 Modelagem da Linha Intracampus</i>	48
<i>5.4.3 Resultados das Simulações</i>	48
5.5 Avaliação de Alternativas em Relação a Custos	50
5.6 Comparação entre Cenários	51
6 CONCLUSÃO	52
REFERÊNCIAS	54
APÊNDICE A – RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES NO VISSIM	56
ANEXO A – TABELAS HORÁRIAS DAS LINHAS DE ÔNIBUS DO PICI	59

1 INTRODUÇÃO

Um importante fator na caracterização da qualidade de vida de uma sociedade e, por consequência, do seu grau de desenvolvimento econômico e social é a facilidade de deslocamento de pessoas. Tal afirmação é válida em todos os contextos geográficos, ou seja, em nível de país, estado, cidade, região, bairro e até campus universitário (FERRAZ; TORRES, 2004).

Em relação ao deslocamento de pessoas, deve-se levar em conta o desempenho operacional de transporte público por ônibus que tem como objetivo organizar a oferta de veículos para que as necessidades de viagem das pessoas, em geral, sejam atendidas. Alguns fatores são levados em conta para a organização da oferta. Exemplos deles são os custos, a demanda e o nível de serviço almejado. O correto desempenho operacional do modo citado é importante porque dá confiabilidade e qualidade ao transporte, além de aspectos econômicos que também devem ser levados em conta (ANTP, 1997).

Nesse cenário, de acordo com Ferraz e Torres (2004), o nível de desenvolvimento socioeconômico e o tamanho da região, o custo e a qualidade do transporte público e a facilidade de locomoção a pé são alguns dos fatores que influenciam na quantidade de viagens urbanas realizadas (índice de mobilidade) e na distribuição de viagens entre os vários modos de transporte (distribuição modal).

É válido ressaltar que a facilidade de deslocamento também deve ser estudada no Campus do Pici. Tal localidade é um polo gerador de viagens, visto que milhares de estudantes por lá se deslocam diariamente. Além da função estudantil, ele é situado entre dois grandes bairros, Pici e Parquelândia, da cidade de Fortaleza, e, por isso, há também o tráfego interno de muitos moradores da vizinhança.

Os modos de transporte existentes no campus são a pé, bicicletas, motos, automóveis e ônibus. Esse último é o objeto de estudo, por ser um dos que tem a maior demanda, devido ao não pagamento de tarifas e à facilidade em percorrer consideráveis distâncias, tendo em vista que um aluno pode necessitar percorrer, aproximadamente, três quilômetros e meio para chegar à sala de aula. Levando em consideração que boa parte dos atores do cenário em análise são estudantes, alguns com menos de dezoito anos, sem renda considerável, pode-se presumir que o transporte público coletivo é essencial para o deslocamento interno no campus.

Nesse contexto, o transporte público interno do Campus do Pici é formado por uma frota de ônibus e micro-ônibus pertencentes, respectivamente, à Empresa de Transporte

Urbano de Fortaleza (Etufor) e à Universidade Federal do Ceará (UFC). O percurso principal é o que se origina na Humberto Monte, dá a volta no campus e se destina para o mesmo ponto de partida, como mostra a rota 1 da Figura 1. Há apenas um veículo que passa pelo bloco da Educação Física, o qual faz parte da rota 2 da Figura 1.

Figura 1 - Rotas percorridas pelos ônibus e micro-ônibus internos do Campus do Pici



Fonte: adaptado do aplicativo “MyMaps” (2019).

Faz-se necessário, portanto, um estudo mais aprofundado acerca de tal modo, no Campus do Pici, pois inúmeras pessoas o utilizam diariamente, e, com isso, diversos problemas são relatados informalmente por estudantes usuários do sistema, como o desconforto existente nas viagens. É preciso um detalhamento do cenário atual com seus respectivos problemas e a sugestão de melhorias, baseado nas ferramentas dispostas pela Engenharia de Tráfego.

1.1 Problemas

O Transporte Público Interno do Campus do Pici tem uma alta demanda diária de passageiros e ela está maior que aquilo ofertado pelo sistema. Dito isso, entende-se que é necessário problematizar e correlacionar as causas de insatisfação, por parte de estudantes usuários do sistema, com o modo de transporte, com o fito de se diagnosticar a raiz do

problema, para que, futuramente, possa existir um processo planejado de mudança e de desenvolvimento. Pode-se, inclusive, fazer um paralelismo com o Teorema de Pareto. De fato, é provável 80% das melhorias sucedidas de uma análise mais detalhada da problemática decorram de 20% dos relatos citados nesse tópico.

Com base em pesquisas realizadas por estudantes, da disciplina de Análise e Planejamento de Sistemas de Transportes, podem-se elencar alguns problemas coletados. Seguem, então, alguns deles inicialmente encontrados, mas que estão sujeitos a estudos mais aprofundados:

1. longo tempo de espera;
2. alta lotação;
3. má qualidade de veículos;
4. baixa frequência de viagens que passe pelo bloco da Educação Física;
5. conflitos nos pontos de parada por haver uma demanda maior que a capacidade dos ônibus, em geral.

1.2 Justificativa

A escolha de um tema leva em consideração fatores internos e externos. Exemplos disso são selecionar um assunto de acordo com as inclinações do autor, que mereça ser investigado cientificamente, e ter acesso a obras pertinentes ao assunto em número suficiente para o estudo do tema, respectivamente (MARCONI; LAKATOS, 2003).

De fato, há interesse pessoal, devido à vivência estudantil e a protagonizar o uso do transporte público interno do Campus do Pici, em se estudar e desenvolver tal tema. Aliados a isso, vários são os relatos informais de usuários insatisfeitos com a qualidade do modo ofertado.

O campus em estudo da Universidade Federal do Ceará é tangenciado por três vias importantes de Fortaleza, sendo elas a Av. Humberto Monte, a Av. Mister Hull e a Rua Pernambuco. Pode-se, então, implicar que há insatisfações, por parte de atores, porque o transporte público não consegue atender a demanda de estudantes que se originam de cada um desses caminhos.

Cabe, então, ser feita uma análise do que realmente é um problema operacional e de onde que se origina tal contestação. Além disso, é crucial se estudar a melhor alternativa viável que sane boa parte das insatisfações relatadas por usuários.

1.3 Questões Motivadoras

Esse estudo foi motivado pelas seguintes questões:

- a) Quais os principais problemas do sistema de transporte público do Pici, na perspectiva dos usuários?
- b) Quais os principais indicadores utilizados para caracterizar a problemática em questão?
- c) Quais as principais causas dos problemas levantados?
- d) Quais as possíveis melhorias para mitigar os problemas levantados?

1.4 Estrutura da Monografia

O trabalho está dividido em seis capítulos. O primeiro traz uma contextualização a respeito da temática a ser trabalhada, os problemas relacionados a ela e as motivações que guiaram esse estudo. O segundo capítulo trata dos objetivos gerais e específicos da monografia.

No capítulo 3 é apresentada uma revisão acerca da literatura, de forma que todo o conhecimento necessário para o entendimento dos resultados esteja embasado nos estudos citados. Os principais tópicos trabalhados têm a ver com o transporte público, com a mobilidade em campi universitários e com as ferramentas de simulação, principalmente o VISSIM.

O capítulo 4 traz o método utilizado durante a execução do trabalho, o qual é dividido em quatro etapas: identificação, caracterização, diagnóstico e avaliação de alternativas.

Já no capítulo 5 são apresentados os resultados extraídos de análises feitas em campo e análises feitas com o auxílio do *software* VISSIM. Por fim, o capítulo 6 traz as conclusões acerca dos resultados obtidos e as sugestões para trabalhos futuros.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste projeto de pesquisa é analisar o desempenho operacional do transporte público interno do Campus do Pici e propor um cenário que traga melhorias, com o auxílio de ferramentas de simulação.

2.2 Objetivos Específicos

- a) Identificar problemas referentes ao transporte interno do Campus do Pici, sob a perspectiva dos usuários.
- b) Caracterizar o sistema existente e escolher quais indicadores devem ser utilizados para a problemática.
- c) Diagnosticar a problemática.
- d) Propor melhorias para mitigar os problemas referentes ao transporte público do Pici, com o auxílio de ferramenta de simulação.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Assim como as atividades industriais, comerciais e recreativas, as educacionais, as quais são de suma importância à vida nas cidades, só são viáveis por causa do deslocamento de produtos e de pessoas. Logo, o transporte urbano tem a mesma importância que serviços de água ou de esgoto para a qualidade de vida da sociedade (FERRAZ; TORRES, 2004).

3.1 Transporte Público

Nesse contexto, segundo Ferraz e Torres (2004), um transporte urbano que merece destaque é o transporte público. Isso se deve ao seu aspecto social e democrático, visto que é acessível a pessoas de baixa renda, é uma alternativa para quem não pode ou não quer dirigir e é eficaz para percorrer grandes distâncias.

Aliado a isso, esse estudo constata a importância de se priorizar o transporte público. A escolha, por passageiros, de tal modo diminui o número de carros das ruas. Além disso, ele é eficiente, ecologicamente correto e socialmente inclusivo (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS, 2017a).

Em relação à Fortaleza, de acordo com Etufor (2010), a mobilidade é assegurada por alguns serviços de transporte público: o sistema de transporte público complementar, o serviço de transporte coletivo por ônibus, os serviços de táxi e mototáxi etc. Eles são controlados pela administração municipal por meio da Etufor.

3.1.1 Demanda e Oferta

A demanda para o transporte público coletivo tem direta relação com o planejamento operacional, pois ela é variável no tempo e no espaço, e ela afeta o valor da oferta de veículos da frota a ser utilizada (MAIA, 2010).

Nesse cenário, para o planejamento da operação, é preciso ter conhecimento da variação horária, durante o dia, da demanda. Para isso, é preciso, também, saber a variação dentro das horas de pico (FERRAZ; TORRES, 2004).

Assim como a demanda de passageiros varia no tempo, a oferta deveria seguir a mesma lógica, com o objetivo de se obter o máximo de eficiência na operação. Entretanto, de

maneira geral, não é viável introduzir tantas mudanças na oferta durante o dia (FERRAZ; TORRES, 2004).

Desse modo, o desempenho operacional dos veículos do sistema de transporte público coletivo está ligado a diversos fatores, como velocidade, tempo de ciclo e tempo de desembarque. Tais características são bastante importantes para a correta adequação da relação entre demanda de passageiros e oferta de veículos (MAIA, 2010).

3.1.2 Qualidade do Transporte Público

A qualidade do sistema de transporte público leva em consideração o nível de satisfação de diversos atores do sistema: governo, empresa, usuários etc. Em específico, o foco será nos usuários, os quais têm como objetivo e direito ter um transporte público de baixo custo e de adequada qualidade (FERRAZ; TORRES, 2004).

Assim como eles têm direitos, os usuários também têm obrigações. Segundo Ferraz e Torres (2004), são elas: ser cortês com o motorista, ceder o assento a pessoas que necessitam de atendimento preferencial, respeitar as normas de segurança e cuidar da conservação dos veículos. Para isso, é importante que se haja programas de educação no transporte aliados a programas de educação no trânsito.

Nesse contexto, é recorrente que o usuário passe por algumas etapas na realização de uma viagem: percurso a pé da origem até a parada para embarque, espera pelo transporte, locomoção dentro dele e caminhada do ponto de desembarque até o destino. Logo, como é mostrado na Tabela 1, é importante que alguns parâmetros de comodidade e de segurança sejam atendidos durante todo o percurso (FERRAZ; TORRES, 2004).

Tabela 1 - Padrões de qualidade para ônibus

Fatores	Parâmetros de Avaliação	Bom	Regular	Ruim
Acessibilidade	Distância de caminhada no início e no fim da viagem (metros)	<300	300-500	>500
Frequência de Atendimento	Intervalo entre atendimentos (minutos)	<3	3-5	>5
Tempo de Viagem	Relação entre o tempo de viagem por ônibus e por carro	<1,5	1,5-2,5	>2,5
Lotação	Relação entre o número de passageiros em pé e a capacidade de passageiros em pé	0	0-0,5	>0,5
Confiabilidade	Viagens não realizadas ou realizadas com adiantamento maior que 3 minutos ou atraso acima de 5 minutos (%)	<1,0	1,0-3,0	>3,0
Características dos Veículos	Idade/Número de portas	<5 e 3	5-10 e 2	>10 e 1
Características dos Locais de Parada	Sinalização/Calçadas/Bancos/Cobertas	Majoria	Faltam em alguns	Faltam em muitos
Sistema de Informações	Disponibilidade de horários de rota	Sim	Precário	Não existe

Fonte: adaptado de Ferraz e Torres (2004).

Ainda segundo Ferraz e Torres (2004), a acessibilidade tem relação com a facilidade de acesso entre a origem e o ponto de parada inicial e entre o ponto de parada final e o destino. Como, de maneira geral, os estudantes fazem esses percursos a pé, devem-se levar em conta as distâncias percorridas para iniciar e finalizar a viagem de ônibus. Já a frequência de atendimento tem relação com o *headway* entre veículos, com o intervalo de tempo entre cada passagem de veículo, e isso impacta no tempo de espera de usuários.

Em seguida, foi mostrado o parâmetro tempo de viagem. Para mensurá-lo, basta analisar o tempo gasto no interior do transporte público e relacioná-lo com o tempo que seria gasto caso fosse utilizado o carro como meio de transporte para o mesmo trajeto. Já a lotação diz respeito à quantidade de passageiros dentro do veículo e pode ser quantificada pela relação entre o número de passageiros em pé e a capacidade de passageiros em pé (FERRAZ; TORRES, 2004).

Ferraz e Torres (2004) também falam de confiabilidade, a qual tem a ver com a pontualidade e a efetividade no cumprimento da programação operacional. Ela pode ser facilmente mensurada pelo percentual de viagens não concluídas ou com grandes atrasos ou adiantamentos. O outro parâmetro é o que diz respeito às características dos veículos em geral, ou seja, ao estado de conservação deles, e isso pode ser analisado por características físicas como número de portas, idade da frota etc.

O parâmetro seguinte exposto na Tabela 1 foi características dos locais de parada, e isso tem a ver com sinalização adequada, calçadas de acordo com normas de acessibilidade e existência de bancos e cobertas. Por fim, o sistema de informações envolve a facilidade de acesso à informação, por parte de usuários, sobre horários dos ônibus (FERRAZ; TORRES, 2004).

3.1.3 Custos

De maneira geral, projetos de transporte abrangem investimentos em veículos e em infraestrutura. Essa última aborda garagens, oficinas, sistemas de controle etc. Os custos referentes a ela são: operação (manutenção e administração), implantação, projetos e planejamento. Já os custos relacionados a veículos de transporte são: operação e aquisição (FERRAZ; TORRES, 2004).

Os custos relacionados a transporte público podem ser divididos em custos fixos e variáveis. O fixo representa a parcela de capital referente à prestação do serviço. Já o variável está relacionado à quantidade de viagens realizadas, ou seja, aos quilômetros percorridos (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS, 2017b).

Usualmente, de acordo com Ferraz e Torres (2004), as fontes que financiam os serviços de transporte público são as tarifas pagas por passageiros, os recursos governamentais e a publicidade no sistema.

3.2 Mobilidade em Campi Universitários

Potenciais empreendimentos para impactar o tráfego são polos geradores de viagens (PGVs). Eles, de maneira geral, têm relação com lugares de diversas naturezas os quais são característicos por desenvolver atividades que produzem um considerável número de viagens. Já a geração de viagens está associada ao uso do solo, o que tem a ver com intensidade, características e localização das atividades (POYARES; PORTUGAL, 1999 *apud* PARRA, 2006).

Por causa da relevância no contexto geoGráfico e socioeconômico de diversas cidades, e por se inserir nas definições citadas, as universidades são consideradas um PGV. Por isso, tem que se estudar a área de influência, a caracterização do padrão de viagem e os tipos de usuários dos campi universitários, em geral. Ocorre que cada campus tem

características particulares, então o gerenciamento da mobilidade pode variar e ser adaptado de acordo com cada cenário (PARRA, 2006).

Em campi universitários na Bahia, existem grandes dificuldades e barreiras de acesso físico. O declive íngreme, as dificuldades encontradas por pedestres e ciclistas, a desativação das linhas que circulavam no interior do campus e a falta de segurança em algumas áreas são fatores que desestimulam jovens estudantes a utilizarem modos de transporte público. Portanto, observa-se um crescente uso do automóvel particular, expressando um notável desperdício no uso do espaço (FIGUEIREDO; MORENO, 2004).

Já em um estudo, de Nunes e Jacques (2005), feito em Instituições de Ensino Superior do Distrito Federal, ficou perceptível que automóvel é o meio de transporte mais utilizado por alunos, e, o número de viagens realizadas a pé tem a ver com a distância necessária a ser percorrida.

Outro campus a se destacar é o da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Os meios de transporte mais usados por estudantes são ônibus, carros, vans e táxis. No campus circula uma frota interna de 8 ônibus, sem cobrança de tarifa, e linhas da cidade que entram no campus. Um dos maiores desafios é melhorar a demanda do transporte público, já que há uma má distribuição da oferta, principalmente em horários de pico (PARRA, 2006).

O Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará, atualmente, possui uma linha interna de ônibus para auxiliar alunos no deslocamento entre as entradas do campus e os blocos das salas de aula. Antigamente, linhas de ônibus que circulavam nas cidades entravam no campus. Há 4 acessos a ele, representadas na Figura 2. O número 1 é referente à Avenida Mister Hull, onde somente pedestres e bicicletas conseguem entrar. Já o 2 é o principal acesso do campus, pela Avenida Humberto Monte, por onde todos os modos conseguem trafegar, e há duas vias de acesso de carros. O número 3 é o acesso da Rua Padre Guerra, em que passam carros e alguns pedestres. Por fim, o número 4 é a aproximação da Rua Pernambuco, onde passam pedestres, carros e bicicletas. É importante, também, ressaltar que a maioria dos transeuntes do campus são estudantes que necessitam de transporte público para locomoção interna, tendo em vista a grande extensão do local analisado.

se obter, de que necessitam de verificação, validação e calibração as quais, se mal executadas, podem inutilizar o estudo e de que usuários podem não dar a correta atenção ao fato de existirem limitações e premissas nos modelos (MAY, 1990).

Nesse contexto, e apesar dos pontos negativos levantados, a simulação pode ser muito útil na avaliação de soluções alternativas para sistemas de transporte os quais técnicas analíticas não podem ser aplicadas ou não estão disponíveis e pode considerar os efeitos das características microscópicas, tais como o comportamento individual do motorista e as características do veículo (ELEFTERIADOU, 2014).

Como já citado, três passos importantes e delicados da simulação são a verificação, a calibração e a validação. O objetivo da primeira é verificar se o computador está fazendo o que se espera, ou seja, se ele executa a lógica desejada. Nesse momento, não é necessário dar ênfase à situação real. O segundo passo está relacionado à compreensão do modelo computacional, no sentido de comparar e ajustar dados computacionais com dados coletado em campo. Somente uma parte dos dados de entrada coletados e das medidas de desempenho será usada na calibração, o restante deve ser reservado para a posterior validação. Ajustes razoáveis devem ser feitos no modelo para coincidir os dados de saída com a situação real. Por fim, o terceiro passo é a validação. A parte não utilizada dos dados de entrada é colocada no modelo, e as previsões do modelo são comparadas com a porção não utilizada relacionada aos dados de campo coletados na situação real. Nenhum ajuste é feito no modelo e as diferenças registram quão bem o modelo completo representa a vida real sob as condições testadas. Se os resultados dos esforços de validação são aceitáveis, o modelo simulado está pronto para aplicação. Se não, mais calibrações e validações são necessárias (MAY, 1990).

Após o claro entendimento da definição da ferramenta de simulação computacional, é preciso diferenciar os muitos tipos de simuladores existentes. Segundo Elefteriadou (2014), existem vários modelos de simuladores, dependendo do seu escopo, escala e abordagem. Eles podem ser categorizados como macroscópico, mesoscópico ou microscópico, dependendo do nível em que o fluxo de tráfego está sendo representado.

3.3.1 Macrossimulação, Mesossimulação e Microsimulação

Modelos macroscópicos replicam o movimento de grupos de veículos (por exemplo, pelotões) e não analisam o movimento individual do veículo. Modelos de simulação

macroscópica são com base nas relações determinísticas do fluxo, velocidade e densidade do tráfego corrente (ELEFTERIADOU, 2014).

Modelos mesoscópicos ficam entre modelos microscópicos e macroscópicos. Eles tipicamente modelam o movimento de grupos ou pelotões de veículos e incorporam equações que indicam como esses interagem. Modelos de simulação de redes sinalizadas são frequentemente projetados dessa maneira, uma vez que os veículos tendem a se mover em pelotões que interagem com os outros pelotões e exibem mudanças previsíveis ao longo do tempo e da distância (TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, 2000).

Já os modelos microscópicos, segundo Elefteriadou (2014), imitam o movimento de cada veículo, levando em consideração atributos como velocidade e aceleração, em função de veículos circundantes e ambiente da via. Normalmente, o veículo entra em uma rede de transporte assumindo uma distribuição de chegada, e seu caminho é rastreado através da rede cada espaço de tempo. Com base nisso, o simulador calcula medidas de desempenho agregadas, tais como tempo de viagem e atraso, para os veículos. O modelo contém uma lógica de processamento que descreve como os veículos se comportam. Esse comportamento inclui aceleração, desaceleração, mudanças de pista, manobras de passes, execução de movimento de giro e aceitação de lacunas (TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, 2000).

3.3.2 *Microsimulador VISSIM*

Existem diversos microsimuladores que são utilizados para aplicações relacionadas a transportes. Um dos primeiros foi o INTRAS, o qual foi desenvolvido para replicar o tráfego em estradas. Alguns dos mais populares microsimuladores comercialmente disponíveis são AIMSUN, CORSIM, PARAMICS, Transmodeler e VISSIM. Eles podem todos replicar *freeway* e redes arteriais. Eles usam diferentes hipóteses subjacentes, algoritmos e medidas de desempenho, e assim, seus resultados não podem ser facilmente comparados (ELEFTERIADOU, 2014).

De modo específico, no VISSIM, podem ser utilizados dois modelos de *car-following*. O primeiro, Wiedemann 99, é bastante utilizado em *freeways* e contém 10 parâmetros modificáveis de *car-following* que classificam as reações dos condutores em um dos quatro modos de condução: condução livre, aproximando, seguindo ou freando (LOWNES; MACHEMEHL, 2006).

Já o segundo modelo de percepção psicofísica, Wiedemann 74, é mais utilizado em vias urbanas, em que o motorista de um veículo em movimento mais rápido começa a desacelerar quando atinge seu limiar de percepção para um veículo mais lento. Desde que ele não possa determinar exatamente a velocidade desse veículo, sua velocidade cairá abaixo desse veículo até que ele comece a acelerar um pouco novamente depois de atingir outro limiar de percepção. Há uma ligeira e constante aceleração e desaceleração, e o comportamento diferente do motorista é levado em consideração (PTV, 2018).

3.3.3 Modelagem Microscópica do Transporte Público

O software VISSIM é eficaz para simular o desempenho operacional do transporte público, em geral, porque nele é possível inserir diferentes tipos de veículo e de linhas existentes no estudo, assim como é possível delimitar localização e tipos de paradas. Além disso, o software é vantajoso pela facilidade em modelar as prioridades do tráfego em análise (MARTÍN, 2018).

Alguns estudos na temática de transporte público foram realizados com o auxílio do VISSIM. O tempo parado em serviço em paradas de ônibus e o tempo de viagem de linhas foi tema de estudo de Sousa (2016). O modelo avançado de passageiros, posteriormente explicado, foi o escolhido para modelar o desempenho operacional do transporte público nas paradas. Fez-se, portanto, necessário coletar dados de volumes de passageiros e de veículos que subiam e desciam em cada ponto de parada.

Martín (2018) escolheu medidas de desempenho que devem ser levadas em consideração para a modelagem do transporte público, por exemplo. Os indicadores escolhidos foram o atraso e o tempo de serviço nas paradas. Já Albino (2017), para a modelagem da operação de uma parada de ônibus focou no tempo parado das linhas na parada.

Outro estudo relevante foi o de Peron (2015), em que foi estudada a aplicação de prioridade semafórica condicional em corredores de ônibus. Para carros, motos e ônibus as medidas de desempenho analisadas, com o auxílio do VISSIM, foram a velocidade média e o tempo médio de viagem. Ainda em relação aos ônibus, foram observados os tempos médios entre as paradas do trecho estudado.

Além dos citados, Chagas (2014) também fez um estudo com o uso do VISSIM, a respeito de estações de corredores de *Bus Rapid Transit (BRT)*. Como parâmetros de projeto,

ele utilizou tempo de parada, tempos de embarque e desembarque, tempo morto (abertura e fechamento das portas) e aceleração e desaceleração na parada.

Para realizar a simulação no VISSIM é preciso que sejam modeladas, primeiramente, as paradas de ônibus e, em seguida, as linhas de ônibus. Para a etapa inicial, então, é necessário definir as características físicas da parada, assim como o seu tamanho, o *link* e a faixa onde a parada está localizada. Para as linhas de ônibus, deve-se definir os principais atributos, que são: *link* no qual a linha tem início, tipo de veículo da linha, tempo em que os veículos são gerados na rede, distribuição dos tempos de entrada dos ônibus, cor etc (MARTÍN, 2018).

Vale ressaltar que as linhas de transporte público são basicamente codificadas da mesma maneira que as rotas estáticas. Quando a rota do transporte público é concluída, os veículos permanecem na rede e passam a trafegar em rotas indefinidas (SOUSA, 2016).

Já para estimar o tempo parado dos ônibus em serviço, segundo Martín (2018), o *software* oferece três tipos de modelos. O primeiro e mais simples é o de distribuição de tempo, que se baseia em distribuição de probabilidade do tempo, a qual pode ser empírica ou normal. A distribuição de probabilidade empírica é moldada a partir da inserção de um conjunto de pares que contêm o valor da variável e da sua respectiva probabilidade. Já na distribuição de probabilidade normal é preciso que sejam inseridos os valores da média e do desvio padrão da distribuição.

O segundo modelo utilizado pelo VISSIM é o modelo avançado de passageiros, o qual apresenta um maior grau de detalhamento, quando comparado ao primeiro. Nele é possível definir a porcentagem de passageiros que descera na parada, assim como a quantidade horária de passageiros que chegará na parada em um certo intervalo de tempo. Para isso, são requisitados alguns parâmetros: capacidade do veículo, tempo parado, tempo médio de embarque e desembarque por passageiro e tempo de abertura e fechamento de portas (ALBINO, 2017).

O terceiro modelo e de maior complexidade é o *Viswalk*, no qual, de acordo com Martín (2018), se pode definir a parada como uma área de pedestres de diferentes tipos. Além disso, na parada, é preciso definir, num intervalo de tempo, uma proporção de embarque entre as linhas e definir o percentual de passageiros que irão desembarcar na parada (ALBINO, 2017).

4 MÉTODO

O estudo em questão tem um enfoque descritivo, por desejar descrever características do transporte público interno do Campus do Pici, e um enfoque explicativo, porque se preocupa em identificar fatores que contribuem para a ocorrência de certos fenômenos (GIL, 2008).

A utilização e definição de uma metodologia de planejamento requerem uma explicação detalhada de cada atividade específica para o desenvolvimento de cada uma das etapas (SOARES, 2014).

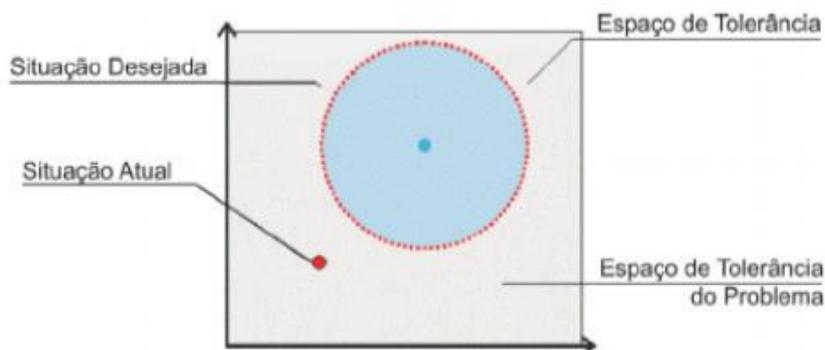
Dito isso, faz-se possível consumir as etapas referentes a esse estudo, tendo como base o método proposto por Soares (2014). A primeira delas é a identificação do que se está sendo estudado, vindo, em seguida, a etapa de caracterização da problemática. As duas subsequentes são, respectivamente, diagnóstico e avaliação de alternativas. Essa última será realizada com o auxílio de simulação. Desse modo, faz-se possível e lógico realizar o processo de planejamento do estudo do transporte interno do Pici.

4.1 Identificação da Problemática

O passo inicial a ser tomado é a contextualização da área de estudo. Feito isso, é preciso identificar os atores e é preciso levantar os problemas referentes ao transporte público interno do Campus do Pici com o auxílio de pesquisas realizadas, por estudantes da disciplina do curso de Engenharia Civil chamada Análise e Planejamento de Sistemas de Transportes, com usuários do sistema. Ocorre que é necessário dar atenção ao fato de que, muitas vezes, usuários do sistema confundem relatar um problema com relatar sua causa, objetivo ou solução.

De maneira clara, o problema existe quando a diferença entre o cenário atual e a expectativa sobre uma situação ideal ultrapassa limites suportáveis por usuários, em geral, como pode ser representado na Figura 3. Mas identificar apenas um problema pode não ser tão representativo ou suficiente. Por isso, deve-se fazer, para cada tópico ou elemento diferente, um diagnóstico do estado atual, tendo como comparativo o estado desejado (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2006).

Figura 3 - Representação da relação entre situação atual e situação desejada



Fonte: Manual de Gestão da Mobilidade- Ministério das Cidades

4.2 Caracterização da Problemática

Tendo conhecimento dos problemas que têm impacto na qualidade do transporte em análise, é preciso escolher quais critérios, de maneira aprofundada, serão analisados. Além disso, como forma de se ter um parâmetro avaliativo, faz-se necessário definir indicadores os quais sejam úteis na caracterização da problemática, e isso será feito com o auxílio de certos fatores como frequência de atendimento, tempo de viagem, lotação etc. Os padrões de qualidade utilizados para tais fatores são os da Tabela 1.

Feito isso, é essencial que se quantifique tais parâmetros, para fins de comparação com faixas de valores consideradas ideais. Logo, deve ser feita uma coleta em campo de variáveis que serão utilizadas na qualificação do desempenho operacional, podendo citar como exemplo o *headway* entre ônibus, e unir tais informações com as já obtidas pela Superintendência de Infraestrutura da Universidade Federal do Ceará. Desse modo, faz-se possível caracterizar detalhadamente a situação atual.

4.3 Diagnóstico da Problemática

Antes de se planejar alternativas para mitigar os problemas encontrados, é preciso ser feito o diagnóstico, com o fito de se entender o que exatamente tem causado insatisfação. Para isso, é crucial que se conheça e que se tenha detalhado o sistema atual e, futuramente, que o compare com o ideal.

De modo a ficar mais organizado, é recomendável que se sistematize a estrutura de análise. Aliado a isso, é imprescindível que se analise a relação de causa e efeito entre cada problemática relatada e que se avalie cada uma.

Ademais, este é o momento para se definir quais serão os problemas atacados e para propor cenários ideais que mitiguem as insatisfações relatadas.

4.4 Avaliação de Alternativas

Diversos são os problemas existentes no transporte público interno do Campus do Pici. Há, então, fatores a serem ajustados para a melhoria da problemática em diferentes esferas, contudo é inviável que sejam solucionadas todas as insatisfações relatadas, seja por limitações físicas, seja por limitações financeiras.

Sabendo disso, é preciso definir objetivos, com o fito de se conhecer quais serão os problemas efetivamente atacados e, possivelmente, consertados. Em seguida, é crucial que sejam propostas e priorizadas alternativas, de acordo com a hierarquização da problemática já realizada.

Então, por exemplo, se o objetivo é diminuir o tempo de espera em paradas, uma possível alternativa será diminuir o *headway* entre ônibus, com o aumento da frota. Vale ressaltar, contudo, que é crucial que, para cada alternativa, seja avaliada sua viabilidade e sua eficácia em termos de resultados, com o auxílio da modelagem microscópica. Portanto, para o exemplo citado, um ponto a ser refletido é se tal alternativa é viável economicamente, e se, de fato, ela irá diminuir o tempo de espera de usuários pelo transporte.

4.5 Ferramentas de Simulação

A simulação, comumente definida como uma imitação de um sistema ou de um processo, pode ser bastante útil para analisar soluções alternativas para sistemas de transporte existentes e/ou prever e analisar possíveis cenários ainda inexistentes (ELEFTERIADOU, 2014).

Deve ser desenhado na ferramenta computacional todo o campus, para que, aliado aos dados obtidos em campo e com o auxílio da Etufor e da UFC Infra, torne-se possível inserir dados de entrada na rede e ajustar alguns parâmetros, de modo que se represente bem o cenário em estudo.

Com isso, e com a acertada definição de dados de validação e calibração, tem-se toda a rede percorrida pelo transporte interno, facilitando, assim, a compreensão do que se pretende ser melhorado.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para que seja feita uma análise do desempenho operacional do transporte público interno do Campus do Pici, é preciso que dados sejam coletados. Para este trabalho, foram realizadas coletas durante duas semanas, de segunda à sexta, do dia 23 de setembro ao dia 04 de outubro. Na primeira semana, foram feitas coletas referentes ao transporte individual motorizado, como volume horário e percentual de conversão. Na segunda semana, foram feitas coletas referentes ao transporte público interno, como frequência de atendimento, percentual de desembarque em cada parada etc. O horário escolhido foi o de maior fluxo veicular, que ocorre entre 7h30min e 8h00min, devido ao fato de boa parte das aulas terem início às 8h00min. Os dias de coleta estavam ensolarados e dentro do período letivo.

5.1 Identificação da Problemática

A identificação da problemática começa com a contextualização da área estudada. Em seguida, é feita a identificação dos atores envolvidos no sistema. Por fim, são estudados, de maneira mais detalhada, os problemas levantados.

5.1.1 Contextualização do Campus do Pici

Um PGV, como explicado, é um local que, pelo porte de atividades, atrai para si um número considerável de viagens. Em Fortaleza, podem-se citar como exemplos o shopping Iguatemi, a Praia de Iracema, o Instituto Doutor José Frota e, ainda, o Campus do Pici. Por isso, é importante conhecer e estudar mais detalhadamente o campus, a fim de se ter conhecimento sobre a área de influência, os atores do sistema etc.

O Campus do Pici Professor Prisco Bezerra ocupa uma área de mais de 200 hectares e é o maior campus da Universidade Federal do Ceará. Além disso, lá ficam localizados o Centro de Ciências, o Centro de Ciências Agrárias, o Centro de Tecnologia, o Instituto de Cultura e Arte, o Instituto de Educação Física e Esportes, Pró-Reitorias e diversas outras instituições. Com isso, entende-se a enorme quantidade de pessoas que circulam diariamente pelos, aproximadamente, 4 quilômetros de via principal, além das vias secundárias (MAIA, 2010).

Atualmente, há apenas um micro-ônibus da UFC, que vai do Núcleo de Tecnologia e Qualidade Industrial do Ceará (Nutec) ao Instituto de Educação Física e

Esportes (IEFES). Além dele, há a linha de ônibus 020 da Etufor, que parte da Avenida Humberto Monte, contorna o campus, mas sem passar pelo Nutec e pelo IEFES, e volta ao ponto de partida. Uma importante observação a ser feita é que as linhas de ônibus que circulam no Campus do Pici são isentas de cobrança tarifária.

A linha 020 começou a circular no campus em fevereiro de 2009, de segunda a sábado. Ela é composta por quatro veículos das empresas Santa Maria, Aliança, Santa Cecília e Cotraps, e os veículos das três primeiras empresas fazem parte de um consórcio com o Sindiônibus. Além disso, todos eles possuem GPS no seu interior e percorrem, diariamente, aproximadamente 3,7 quilômetros de extensão de linha a cada circuito.

De maneira geral, é comum que os períodos de maior movimento de passageiros ocorram no início da manhã ou no fim da tarde. Especificamente no Campus do Pici, tal aumento ou decréscimo de demanda tem relação clara com os períodos letivos do ano e com os horários de aulas. Aliado a isso, vale ressaltar que existe, no campus, uma parada de ônibus exclusiva para deficientes físicos, de modo que não sofram as intempéries dos períodos de maior movimento.

5.1.2 Atores do Sistema

A democratização do sistema estudado tem a ver com a resolução de problemas com a participação todos os atores envolvidos. Para isso, e para que haja uma constante troca de ideias entre eles, é importante que os atores conheçam os objetivos, os direitos e os deveres uns dos outros (FERRAZ; TORRES, 2004).

No contexto estudado, os atores são os estudantes, os professores, os funcionários, os usuários do transporte interno do Pici de forma geral, os motoristas e as empresas responsáveis pelas linhas de ônibus, as quais são a UFC Infra e a Etufor.

5.1.3 Levantamento e Representação dos Problemas

A análise do estudo foi feita sob a ótica de estudantes usuários do transporte público do Pici. Os principais problemas foram obtidos a partir dos trabalhos dos alunos de 5 turmas da disciplina de Análise e Planejamento de Sistemas de Transportes, cursadas entre os anos 2014 e 2018. Após coleta e filtragem de materiais, os tópicos a seguir foram os relatados como problemas do sistema:

1. falta de informação;
- 2.ônibus mal conservados;
3. frota antiga;
4. alta lotação dos veículos;
5. necessidade de mais ônibus;
6. poucos ônibus;
7. longo tempo de espera;
8. insegurança no entorno da parada;
9. dificuldade de embarque no coletivo;
10. pouca divulgação dos horários da frota;
11. não cumprimento dos horários;
12. realização do trajeto em pé;
13. desconforto;
14. parada mal estruturada;
15. difícil acesso ao IEFES;
16. má qualidade do serviço do transporte público;
17. iluminação inadequada;
18. mau comportamento dos motoristas.

Desses relatos, nem todos são de fato problemas. Por exemplo, a necessidade de mais ônibus é, possivelmente, a solução para algum desses outros problemas, e não um problema em si. Além disso, alguns tópicos são causas ou consequências de outros. Com esse entendimento, foi construída a árvore de problemas da Figura 4:

Figura 4 - Árvore de problemas



Fonte: elaborada pela autora.

5.2 Caracterização da Problemática

É importante detalhar e mensurar algumas características do campo em estudo, com a finalidade de se definir indicadores que auxiliem na futura avaliação de alternativas. Para isso, uma coleta de dados reais em campo deve ser feita para a correta descrição da situação atual.

5.2.1 Definição de Indicadores

Com o auxílio da Tabela proposta por Ferraz e Torres (2004), é possível avaliar parâmetros de comodidade e de segurança do Campus do Pici. O primeiro foi avaliado com base na maior distância a pé que um pedestre precisa percorrer para ir da entrada do Pici à parada mais próxima, que é de, aproximadamente, 270 metros.

A frequência de atendimento tem a ver com o *headway* entre os ônibus, que é de 6 minutos, em média, conforme mostrado no Apêndice A. Como as faixas de valores originais não eram representativas, optou-se por mensurar da maneira que está exposta na Tabela 2. O fator seguinte é o tempo de viagem. Uma viagem pelo campus tem 18 minutos de duração se for realizada por ônibus e 8 minutos se for realizada por carro.

Na sequência, deve-se analisar a lotação. Considerou-se que, em todos os veículos, há 35 assentos e um espaço apto para 39 pessoas ficarem em pé no interior do transporte público. Ocorre que, em observações, notou-se que chegam a 49 o número de passageiros em pé. A confiabilidade tem a ver com o cumprimento da Tabela horária, e, pelos *headways* coletados, percebe-se que esse fator é ruim.

Segundo dados fornecidos pela Etufor, os veículos possuem uma idade que varia entre 8 e 10 anos, cada um com 2 ou 3 portas, e em relação às paradas, a maioria possui uma estrutura física aceitável, apesar do sistema de informações ser eficaz somente quando se trata do intracampus, pois os horários das rotas ficam disponíveis no site da UFC Infra. Porém, em se tratando da linha 020, não há suficiente divulgação da Tabela horária da frota.

Tabela 2 - Padrões de qualidade para os ônibus do Pici

Fatores	Parâmetros de Avaliação	Bom	Regular	Ruim
Acessibilidade	Distância de caminhada no início e no fim da viagem (metros)	<300	300-500	>500
Frequência de Atendimento	Intervalo entre atendimentos (minutos)	<3	3-5	>5
Tempo de Viagem	Relação entre o tempo de viagem por ônibus e por carro	<1,5	1,5-2,5	>2,5
Lotação	Relação entre o número de passageiros em pé e a capacidade de passageiros em pé	0	0-0,5	>0,5
Confiabilidade	Viagens não realizadas ou realizadas com adiantamento maior que 3 minutos ou atraso acima de 5 minutos (%)	<1,0	1,0-3,0	>3,0
Características dos Veículos	Idade/Número de portas	<5 e 3	5-10 e 2	>10 e 1
Características dos Locais de Parada	Sinalização/Calçadas/Bancos/Cobertas	Majoria	Faltam em alguns	Faltam em muitos
Sistema de Informações	Disponibilidade de horários de rota	Sim	Precário	Não existe

Fonte: adaptado de Ferraz e Torres (2004).

Tendo sido analisados os problemas relatados por usuários, os fatores característicos da área em estudo, os objetivos propostos no trabalho e a revisão da literatura é possível definir os indicadores. Logo, são eles: atraso, tempo de viagem e *headway* para o modo transporte público.

5.2.2 Coleta de Dados do Cenário Atual

Inicialmente, é válido explicar que foi considerado que 100% dos veículos leves que entram no campus são automóveis e que rotas que tinham uma demanda muito pequenas foram desconsideradas. Além de tais premissas, uma limitação foi o fato de que as coletas foram realizadas em dias diferentes da semana, e o fluxo veicular pode variar de acordo com os dias.

Os percentuais de conversão foram calculados da seguinte forma: foram contados os volumes de carros que chegam à rotatória e os volumes de carros que saem dela, por exemplo. Na rotatória próxima ao bloco do curso de Engenharia de Pesca houve um volume de chegada de 718 veículos/hora e um volume de saída de 568 veículos/hora. Logo, apenas 80% dos veículos que entraram nela saíram dela. Essa lógica explicada foi utilizada para todos os cálculos de percentuais referentes a escolhas de rota. Rotas com menos de 3% de fluxo foram desconsiderados, por isso o retorno perto à Biblioteca Central não foi desenhado.

Para o transporte público, adotou-se a premissa de que somente as duas primeiras paradas têm demanda considerável de embarque, e nas outras acontecem apenas desembarques. Além disso, o volume horário de passageiros é válido desde o começo da observação até o fim e que todas as linhas de ônibus levam em consideração a parada de ônibus especificada.

5.3 Diagnóstico da Problemática

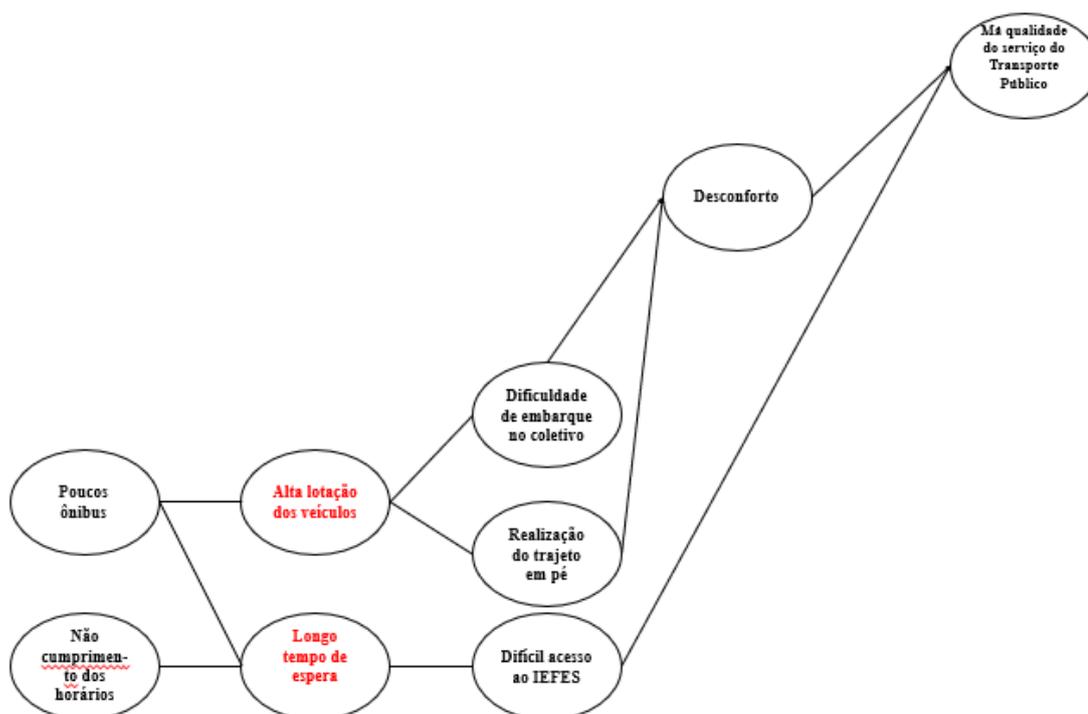
Pela visualização da árvore de problemas e pela coleta de dados que fomentaram os parâmetros e indicadores escolhidos, há problemas que devem ser primordialmente atacados e, por causa da relação de causa e efeito existente entre eles, ao se atacar os dois escolhidos, conseqüentemente outros serão mitigados. Com isso, consegue-se imaginar cenários ideais com alternativas de melhorias.

5.3.1 Problemas Abordados

Os parâmetros com avaliações insatisfatórias foram a frequência de atendimento, o tempo de viagem, a lotação, as características dos veículos, a confiabilidade e os sistemas de informações.

Para o trabalho, será dado um maior enfoque à frequência de atendimento, à lotação e à confiabilidade. Eles têm direta relação com dois problemas relatados na árvore: alta lotação dos veículos e longo tempo de espera, mostrados na Figura 5.

Figura 5 - Parte da árvore de problemas

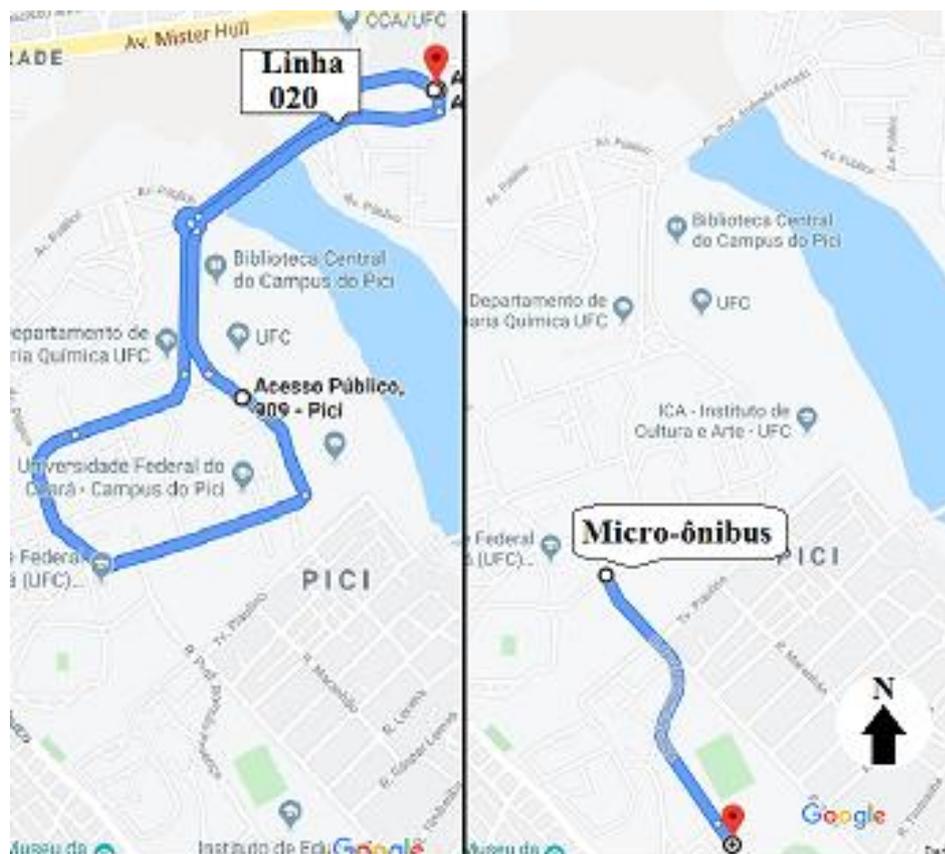


Fonte: elaborada pela autora.

5.3.2 Cenários Propostos

A atual situação do Campus do Pici é chamada de cenário 0, com 4 ônibus da linha 020 e um micro-ônibus, os quais percorrem as rotas da Figura 6. Ela deve ser também avaliada pelo *software* VISSIM, para também serem extraídas dela as medidas de desempenho. Dessa forma, é possível comparar tais dados com os cenários ideais propostos.

Figura 6 - Rotas dos ônibus internos



Fonte: adaptado de *Google Maps*.

O primeiro cenário hipotético diz respeito ao aumento da frota existente, mantendo-se a rota percorrida. Dessa forma, circulariam 6 ônibus no campus no total, 5 pertencentes à linha 020 e o micro-ônibus. O esperado é que se diminua o tempo de espera e a alta lotação dos veículos. Conseqüentemente, problemas como realização do trajeto em pé, dificuldade de embarque no coletivo e desconforto seriam também atenuados.

O segundo cenário tem a ver com a mudança de rota da linha 020 e do micro-ônibus, mantendo-se a frota existente. Se toda a frota passasse pelo IEFES, ou seja, se toda a frota percorresse toda a extensão do campus, as dificuldades de acesso de estudantes e o longo tempo de espera seriam provavelmente diminuídos.

5.4 Avaliação de Alternativas com Auxílio do VISSIM

Para a realidade do Campus do Pici, e de acordo com a revisão feita na literatura, a ferramenta de simulação a ser utilizada é uma que contenha as características de modelos microscópicos. A utilização do VISSIM, com o modelo de Wiedemann 74, surgiu como uma

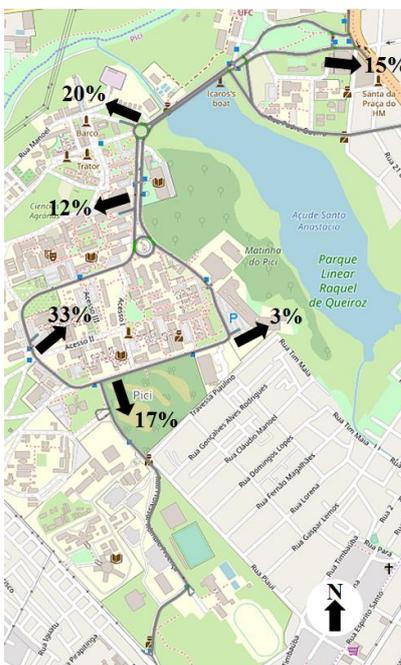
ferramenta auxiliar na compreensão e no andamento do estudo, para extrair dados que auxiliassem na compreensão do cenário atual e na comparação com cenários alternativos idealizados pelo *software*.

De início, foi preciso desenhar toda a rede analisada por meio de *links* nos quais passariam todos os veículos. Com a finalidade de não haver conflitos entre cruzamentos, foram definidas regras de prioridade nas áreas de conflito. Por exemplo, nas rotatórias, a preferência é do motorista que já estiver circulando por ela.

Feito isso, foram inseridos na rede 3 locais de onde se originam os veículos, com seus respectivos fluxos horários já coletados. São eles os locais: Avenida Humberto Monte (380 veículos/hora), Rua Padre Guerra (488 veículos/hora) e Rua Pernambuco (448 veículos/hora).

Em seguida, foi preciso ajustar as rotas dos veículos, em forma de percentual de conversão, mostrados na Figura 7, com a finalidade de se definir os locais de destino dos veículos, e alguns estacionamentos do campus foram divididos em grandes blocos de saída. Definiram-se, então, uma saída na rotatória, uma saída referente ao estacionamento do Centro de Tecnologia, uma saída perto do bloco do curso de Química, uma saída em direção ao IEFES, uma saída perto do Instituto de Cultura e Arte e uma saída para a Avenida Humberto Monte.

Figura 7 - Campus do Pici no VISSIM e percentuais de conversão



Fonte: elaborada pela autora.

5.4.1. Modelagem da Linha 020

Para dar início à modelagem do sistema de transporte público no VISSIM, é preciso alocar as 12 paradas existentes na rede. É importante entender que a primeira parada, localizada na entrada principal do campus, encontra-se inativada durante boa parte do segundo semestre de 2019. Logo, toda a demanda dela foi realocada para a segunda parada, localizada perto da Prefeitura do campus. Observou-se um volume de, aproximadamente, 100 passageiros a cada 5 minutos na segunda parada, ou seja, na parada de maior demanda atualmente. Entretanto, na modelagem, esse volume foi dividido entre as duas paradas, pois levou-se em consideração que, em funcionamento normal, essas são as duas paradas com maior demanda e com volumes horários similares de passageiros. Por isso, como mostrado na Figura 8, a parada da Avenida Humberto Monte e a parada da Prefeitura ficaram, cada uma, com um volume de 50 passageiros a cada 5 minutos, ou seja, 600 passageiros por hora.

Figura 8 - Parâmetros das paradas de ônibus

Count	Volume	TimeFro	TimeTo	AllPTLin	PTLines
1	600	0	99999	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Fonte: PTV (2018).

Há duas linhas de ônibus que precisam ser modeladas, a linha 020 e o micro-ônibus. Ambas percorrem o campus com uma velocidade de 30 km/h, de acordo com observações de velocímetro dos veículos, já os carros percorrem a 40 km/h. Ademais, os valores de outros parâmetros, que constam na Figura 9, precisam ser definidos. O *time offset* indicado é 0, porque isso significa que os veículos entram na rede precisamente no horário de

partida definido. Já o *slack time fraction* é 1, porque, além de ser o valor *default* e de esse parâmetro só ser importante para paradas com específico tempo de partida, significa dizer que o horário mais cedo de partida está de acordo com o horário estabelecido.

Figura 9 - Parâmetros das linhas de ônibus

Fonte: PTV (2018).

Em seguida, é preciso definir os *departure times*, ou seja, os tempos de partida da linha. Optou-se, então pelo *generate start time*, o qual permite que os horários e a ocupação sejam adicionados de forma padronizada. O primeiro ônibus da linha 020 entra na rede no segundo 0 (correspondente à 7h30min) e o último no segundo 1800 (correspondente à 8h), que é quando terminam os 30 minutos de simulação, conforme a Figura 10. Os *headways* médios entre os ônibus, nomeados como *rate*, são de 5 minutos. Vale ressaltar que, apesar de terem ocorrido obras durante boa parte do segundo semestre de 2019 na frente do Campus do Pici, a Etufor assegurou que as Tabelas horárias se mantiveram as mesmas.

Ainda na Figura 10, nota-se que a ocupação é um dado de entrada. Em campo, observou-se, na parada de maior demanda atual, que entra uma média de 28 alunos por porta. Como são 3 portas, entram 84 alunos em cada ônibus. Ressalta-se que tal valor é maior do que a capacidade nominal de 74 pessoas dos veículos e que uma das limitações do estudo é que, apesar de os ônibus terem capacidades diferentes, considerou-se esse valor para todos.

Figura 10 - Tempos de partida da linha

Fonte: PTV (2018).

O VISSIM possui três modelos para representar o tempo parado dos ônibus em serviço. Para o modelo de distribuição de tempo, seriam necessárias basicamente a mínima e a máxima duração do tempo parado em serviço, para que assim pudesse ser gerada uma curva de distribuição empírica, e, com a adição do desvio padrão, poderia ser gerada uma curva de distribuição normal. Segundo Triola (1999), a escolha do tamanho de uma amostra é crucial, porque amostras muito pequenas podem acarretar resultados não confiáveis. Desse modo, seria necessária uma amostra de muitos valores de tempo parado em serviço em cada parada, o que não é eficaz ou relevante para o trabalho.

Já para o *Viswalk*, seriam exigidos definir parâmetros para o cálculo do número de passageiros que embarcam e desembarcam, além do tempo parado em serviço. As paradas de ônibus deveriam ter pelo menos uma área de pedestre, com suas respectivas áreas de espera e plataformas de embarque. O *Viswalk* tem um enfoque maior nos pedestres, tanto que também exige a definição de composição de pedestres, o que não é o foco do estudo.

Por fim, o terceiro modelo escolhido foi o modelo avançado de passageiros. Para calcular o tempo parado em serviço de acordo com esse modelo, é preciso certificar-se de que alguns parâmetros foram definidos: o perfil do passageiro no embarque em cada parada, os parâmetros específicos do transporte público e a taxa e de ocupação por linha (PTV, 2018).

Albino (2017) realizou um estudo a respeito da modelagem da operação de uma parada de ônibus, na Avenida Bezerra de Menezes, com o uso do VISSIM. O modelo simulado por ele representou bem a operação da parada em estudo, por isso não houve a necessidade de calibrar parâmetros por tentativa e erro. Dito isso, e sabendo-se que os atributos referentes ao perfil do passageiro e às paradas de ônibus já foram definidos, optou-se por utilizar alguns dados de entrada definidos por Albino (2017), como são mostrados na

Figura 11. Os parâmetros *boarding time* (1,6 segundos/passageiro) e *alighting time* (1,3 segundos/passageiro) dizem respeito ao tempo de embarque e desembarque por passageiro, respectivamente, considerando-se o número de portas do veículo. Como não foram consideradas portas especiais, o tempo total de permanência é a soma do tempo de embarque e desembarque. Já o parâmetro *clearance time*, de 4,1 segundos, é referente ao tempo necessário para o veículo parar, abrir e fechar as portas e outros possíveis atrasos, não incluindo os tempos de embarque e desembarque dos passageiros. A duração de fechamento de portas utilizada foi o valor *default*.

A capacidade de 84 passageiros, também mostrada na Figura 11, é a observada no Campus do Pici, e não a limitada pelos avisos de lotação nos veículos, porém não é exata, podendo embarcar mais passageiros do que o especificado.

Figura 11 - Atributos do tipo veicular

Fonte: PTV (2018).

Depois de ajustados todos os parâmetros anteriores, é preciso definir e entender os elementos da Figura 12. Os parâmetros *active*, *skipping possible*, *departure time offset*, *door lock duration before departure* e *door closure delay* foram mantidos *default*, o que significa dizer que o tempo até a partida do veículo, após o fechamento das portas, é de 1 segundo e que o tempo entre a entrada do último passageiro e o fechamento de portas é de 3 segundos, respectivamente. Em relação ao *dwell time*, o *default calculation* significa que o número de passageiros a embarcar é baseado no perfil de embarque de cada parada.

Finalmente, um dos principais diferenciais do modelo avançado de passageiros é o parâmetro *alighting percentage*, que diz respeito à porcentagem de passageiros que

desembarca em cada parada. Na Figura 12, consta o valor *default*. Ocorre que, em campo, as porcentagens observadas foram diferentes. Nas duas primeiras paradas, a da Avenida Humberto Monte e a da Prefeitura, ninguém desembarcou. A maioria dos passageiros desembarca na terceira parada, a oposta à Biblioteca Central. Nas restantes, a quantidade de desembarque é similar.

Dessa forma, observou-se que, de 84 pessoas que embarcam em um ônibus da linha 020, em média 6 desembarcam em cada parada menos requisitada, valor que corresponde a aproximadamente 7% do total. Como são sete paradas menos requisitadas, conclui-se que 49% dos passageiros descem nelas, enquanto os outros 51% descem na parada oposta à Biblioteca, haja vista que nas duas primeiras não descem passageiros.

Figura 12 - Parâmetros das paradas de ônibus

The image shows a software window titled "PT Line Stop" with a standard Windows-style title bar (minimize, maximize, close buttons). The window content is organized into sections. At the top, there are three tabs: "PT Line 1", "PT Stop 1", and "Pass 1". Below the tabs, there are several settings:

- Active: A checkbox that is currently checked.
- Departure time offset: A text input field containing "0 s".
- Skipping possible: A checkbox that is currently unchecked.
- Door lock duration before departure: A text input field containing "1,0 s".
- Dwell time**: A section header.
- Distribution: A radio button that is currently unselected.
- Calculation: A radio button that is currently selected.
- Alighting percentage: A text input field containing "100,00 %".

At the bottom of the window, there are two buttons: "OK" and "Cancel".

Fonte: PTV (2018).

Depois de definidos todos esses parâmetros, o VISSIM calcula o tempo parado em serviço da seguinte maneira: número de passageiros que desembarcam = número de passageiros x porcentagem de passageiros que desembarcam; número de passageiros que embarcam = número total de passageiros que estão esperando; tempo de desembarque = número de passageiros que desembarcam x média do tempo de desembarque; tempo de embarque = número de passageiros que embarcam x média de tempo de embarque; tempo de serviço = *clearance time* + tempo de embarque + tempo de desembarque (PTV, 2018).

5.4.2 Modelagem da Linha Intracampus

Para o micro-ônibus, a rota percorrida por ele só passa por duas paradas, então a porcentagem de passageiros que desembarcam na parada do IEFES é 100% do número de pessoas que embarcam na parada do Nutec.

De acordo com os dados fornecidos pela UFC Infra, a capacidade do veículo é de 27 passageiros sentados e 17 em pé, e a demanda diária é de 400 a 440 passageiros. Como o veículo opera durante, aproximadamente, 14 horas e meia por dia, o volume de passageiros da categoria pedestre/hora é de 30, o qual foi distribuído uniformemente e que pode não representar bem a realidade. Ressalta-se que a ocupação do veículo de 54 passageiros é maior do que a capacidade nominal.

Como nota-se na Tabela horária do Anexo A, dentro do horário simulado o ônibus passa 3 vezes, com um *headway* de 15 minutos.

Dessa forma, já tendo sido explicados os novos valores de parâmetros adotados, os outros parâmetros permaneceram iguais aos adotados para a linha 020, conforme é explicitado na Tabela 3.

Tabela 3 - Parâmetros do intracampus

Parâmetro	Valor
<i>Volume boardingpassengers</i>	30 pass/h
<i>Time offset</i>	0 s
<i>Slack time fraction</i>	1 s
<i>Begin/ Rate/ End/ Occupancy</i>	0/900/1800/54
<i>Alighting time</i>	1,3 s/pass
<i>Boarding time</i>	1,6 s/pass
<i>Clearance time</i>	4,1 s
<i>Door closure duration</i>	2 s
<i>Departure time offset</i>	0 s
<i>Door lock duration before departure</i>	1 s
<i>Alighting percentage</i>	100%

Fonte: elaborada pelo autora.

5.4.3 Resultados das Simulações

Foram realizadas 10 simulações de 1800 segundos e tempo de aquecimento da rede de 120 segundos. Foi colocado sensor de *data collection point* à jusante da parada com

maior número de desembarque, que é a simétrica à Biblioteca Central. Além disso, foram colocados sensores de *vehicle travel time* à montante e à jusante da parada da Humberto Monte. Os dados de interesse são referentes ao transporte público, denominado pelo *software* como veículo 300.

O cenário 0, como explicado, diz respeito à atual situação da área de estudo. Portanto, nenhuma modificação precisa ser feita na modelagem da rede. A Tabela 4 a seguir mostra os valores dos indicadores extraídos do VISSIM.

Tabela 4 - Indicadores do cenário 0

Atraso médio (s)	83,07
Headway(s)	299,07
Tempo de viagem (s)	617,68

Fonte: elaborada pela autora.

Vale ressaltar que o atraso médio por ônibus diz respeito ao quociente entre o atraso total e o número de veículos na rede ou que chegaram à rede. Isso ocorre quando a velocidade do veículo é menor que a velocidade desejada. Os *headways* foram mensurados a partir da função *vehicle network performance evaluation*, a qual mostra o instante em que o ônibus passa pelo ponto determinado. Por fim, o tempo de viagem foi coletado com o *vehicle travel time* citado. Tais dados detalhados estão no Apêndice A.

A principal característica do cenário 1 é a adição de um ônibus na linha 020. Os dados de entrada do intracampus, então, permanecem os mesmos, e única diferença na linha 020 é em relação aos tempos de partida, que passam a ser a cada 240 segundos. São mostrados, na Tabela 5, os indicadores referentes a esse cenário.

Tabela 5 - Indicadores do cenário 1

Atraso médio (s)	80,41
Headway (s)	189,26
Tempo de viagem (s)	615

Fonte: elaborada pela autora.

O cenário 2, último proposto, diz respeito ao fato de todos os ônibus percorrerem toda a extensão do Pici. A diferença dele para o cenário 0 é no traçado da rota de todos os transportes públicos, os quais passam a ter como origem e destino a parada da Avenida

Humberto Monte e no percentual de passageiros que descem em cada parada. As paradas menos requisitadas continuam com um percentual de desembarque de 7%, exceto as que não ocorrem desembarque, e a simétrica à biblioteca passa a ter um percentual de 37% de desembarque. Na Tabela 6 constam os valores dos indicadores encontrados para tal cenário.

Tabela 6 - Indicadores do cenário 2

Atraso médio (s)	115,04
Headway (s)	280,26
Tempo de viagem (s)	816,13

Fonte: elaborada pela autora.

5.5 Avaliação de Alternativas em Relação a Custos

Parte-se da premissa de que os custos fixos se mantêm com pouca alteração de valor, independente do cenário. Cabe, então, uma análise dos custos variáveis.

O consumo de combustível será o fator preponderante na análise de custos variáveis, visto que gastos com lubrificantes ou peças também pouco variam entre os cenários.

No cenário 0, um ônibus da linha 020 passa em uma parada a cada 5 minutos, em média. Pela Tabela horária mostrada no Anexo A, isso corresponde a 89 vezes. Ou seja, em 1 dia útil, a extensão de 3,7 quilômetros do Pici é percorrida por ônibus 89 vezes, o que equivale a uma quilometragem mensal (considerando-se que o mês possui 20 dias úteis) de 6.586 km. Já para o intracampus, a rota de, aproximadamente, 1,8 km é percorrida 36 vezes por dia. Isso equivale a 1.296 quilômetros rodados por mês.

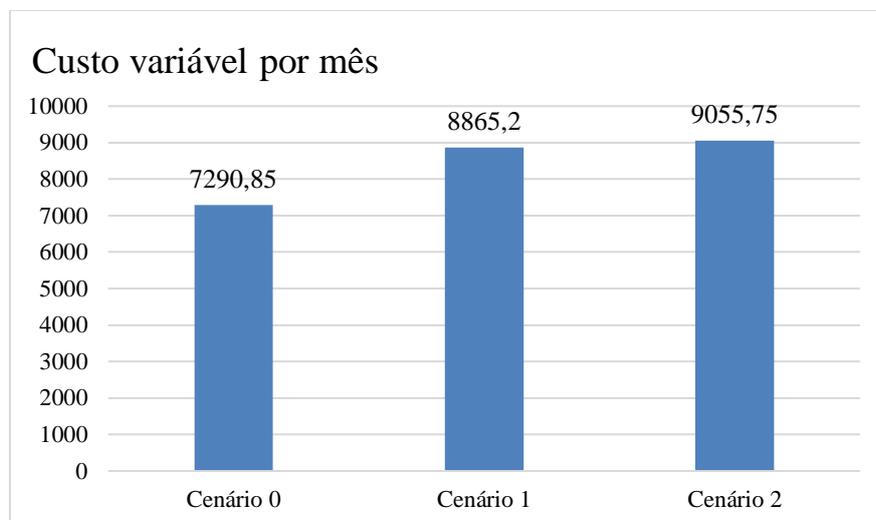
No cenário 1, os *headways* passariam de 5 minutos para 4 minutos, o que se equivale a dizer que um veículo percorreria a extensão de 3,7 km 112 vezes, aproximadamente, totalizando 8.288 quilômetros por mês. Os valores referentes ao intracampus não se alteram nesse cenário.

Por fim, no cenário 2, os ônibus percorreriam também 89 vezes por dia uma extensão de agora 5,5 km. Isso seria equivalente a 9.790 quilômetros rodados por mês.

De acordo com dados também fornecidos pela Etufor, um veículo consegue rodar, em média, 4 quilômetros com 1 litro de diesel, o qual atualmente custa R\$ 3,70. Segundo Ferraz e Torres (2004), o gasto mensal com consumo de combustível (R\$/mês) é determinado pela multiplicação entre os seguintes fatores: consumo de combustível (l/km), preço do

combustível (R\$/l) e quilometragem mensal percorrida pela frota (km/mês). Dessa forma, é possível montar o Gráfico 1 comparativo entre os cenários.

Gráfico 1 - Custos variáveis de combustível



Fonte: elaborado pela autora.

5.6 Comparação entre Cenários

Por meio da Tabela 7, é possível ver os resultados obtidos em cada cenário, em relação aos indicadores adotados. Destacados com a cor verde, encontram-se os melhores resultados para cada indicador, e, destacados com a cor vermelha, encontram-se os piores resultados para cada indicador. Com isso, torna-se viável optar pelo melhor cenário a ser implantado no Campus do Pici.

Tabela 7 - Resultados dos cenários

Cenários	0	1	2
Atraso médio (s)	83,07	80,41	115,04
Headway (s)	299,07	189,26	280,26
Tempo de viagem (s)	617,68	615	816,13
Custos (R\$)	7.290,85	8.865,2	9.055,75

Fonte: elaborada pela autora.

6 CONCLUSÃO

Com este trabalho, analisou-se o desempenho operacional do transporte público interno do Campus do Pici e foram propostos cenários ideais com o auxílio do VISSIM.

De maneira sucinta, foi possível identificar os problemas relatados por usuários do transporte público interno do Pici por meio da elaboração de uma árvore de problemas. Ficou visível, então, que escolher um problema para atacar implicaria atacar também outros, pela relação de causa e consequência existente entre eles. Além disso, com o acurado conhecimento sobre a área de estudo, o Campus do Pici, e sobre os atores envolvidos no sistema, tornou-se viável coletar dados os quais pudessem auxiliar na avaliação qualitativa e quantitativa do problema. Logo, com o embasamento teórico fornecido pela revisão da literatura, tornou-se possível definir indicadores para o estudo: atraso médio, *headway* e tempo de viagem.

Nesse contexto, escolheram-se os principais problemas a serem atacados: a alta lotação e o longo tempo de espera. Feito isso, foram propostos cenários hipotéticos, com a finalidade de se avaliar qual se aplicaria melhor à realidade da área de estudo. O cenário 1 diz respeito ao aumento de frota de 4 para 5 ônibus da linha 020, e o cenário 2 diz respeito à mudança de rota percorrida pelos ônibus.

Com o uso do VISSIM, foi obtida uma representação microscópica da problemática no *software*, com o uso de dados coletados em campo e dados obtidos de trabalhos anteriores. Assim, conseguiram-se extrair os indicadores escolhidos do cenário atual e de cenários hipotéticos.

Não basta propor cenários, nos quais se esperam que mitiguem algumas problemáticas levantadas, sem analisar os custos referentes a uma possível implementação deles. Então, partiu-se da premissa de que os custos fixos entre os cenários permaneceriam constantes e fez-se uma análise a respeito dos custos variáveis.

Após essas etapas, foi viável fazer uma comparação entre os cenários 0, 1 e 2. O cenário 2 obteve o pior atraso médio, o pior tempo de viagem e o custo mais elevado. Em outras palavras, em 3 dos 4 indicadores, o cenário 2 teve o pior desempenho, exceto no *headway*, o qual foi melhor que o cenário atual. Apesar disso, o cenário 2 é o que melhor conecta os espaços dentro da Universidade. O cenário 0, apesar de ter o menor custo, teve o maior *headway*, o que é coerente, porque sabe-se que uma das maiores reclamações dos passageiros é o tempo de espera. De fato, se é grande o *headway* entre os ônibus, é grande o

tempo de espera. Estima-se, por exemplo, que se o *headway* médio é de 5 minutos, o tempo médio de espera na parada é de 2 minutos e 30 segundos, ou seja, metade do *headway*.

O cenário 1 teve a melhor avaliação em 3 dos 4 parâmetros. Em comparação ao atual, o atraso médio diminuiu 3,2%, o *headway* diminuiu 36,7% e o tempo de viagem diminuiu 0,43%. É possível, ainda, que tais pequenas variações de atraso médio e de tempo de viagem sejam decorrentes da aleatoriedade da amostra. Já o custo aumentou 21,59%. Apesar do aumento do custo, esse foi o melhor cenário, visto que houve melhora em 75% dos indicadores avaliados, ressaltando-se uma redução considerável no *headway*.

Desse modo, com a escolha do cenário 1 como o melhor para a área estudada, espera-se que alguns dos problemas relatados por usuários sejam mitigados. De fato, o longo tempo de espera seria diminuído e, com o aumento da frota, a lotação dos veículos também seria diminuída.

Diante do que foi realizado, são estabelecidos como sugestões para trabalhos futuros os seguintes tópicos:

- a) sugerir outros indicadores para a avaliação do transporte interno do Pici;
- b) realizar uma pesquisa sobe-e-desce nas paradas do campus;
- c) atacar outros problemas relatados da árvore;
- d) propor outros cenários hipotéticos;
- e) utilizar outro modelo de estimativa de tempo parado em serviço;
- f) utilizar outro *software* de microssimulação.

REFERÊNCIAS

ALBINO, Matheus Cavalcante. **Modelagem da Operação de uma Parada de Ônibus com o Uso da Microssimulação de Tráfego**. 2017. 51 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

ANTP. **Transporte Humano: cidades com qualidade de vida**. São Paulo: Associação Nacional de Transportes Públicos, 1997.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS (Brasil) (Org.). **NTU 30 Anos**. Brasília: Isca Conteúdo e Projetos Culturais, 2017a. 204 p.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS (Brasil) (Org.). **Custos dos Serviços de Transporte Público por Ônibus: Método de Cálculo**. São Paulo: ANTP, 2017b. 191 p.

CAMPUS do Pici. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Campus_do_Pici>. Acesso em: 15 mar. 2019.

CHAGAS, Luciano Aparecido. **Critérios para Definição de Elementos de Projeto de Estações de Corredores de BRT**. 2014. 154 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geotecnia e Transportes, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

ELEFTERIADOU, Lily. **An Introduction to Traffic Flow Theory**. Gainesville: Springer, 2014. 251 p.

ETUFOR. **Anuário de Transportes Públicos de Fortaleza**. Fortaleza: Prefeitura Municipal de Fortaleza, 2010. 124 p.

ETUFOR. **Tabelas horárias das linhas de ônibus do Pici**. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <bebelnibon@hotmail.com>. em: 12 ago. 2019.

FERRAZ, Antonio Clóvis “Coca” Pinto; TORRES, Isaac Guillermo Espinosa. **Transporte Público Urbano**. São Carlos: RiMa, 2004.

FIGUEIREDO, Wellington Correia de; MORENO, Juan Pedro. **Mobility Management at UFBA Campi**. Bahia: Ecomm, 2004. 6 p.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2008.

LOWNES, Nicholas E.; MACHEMEHL, Randy B.. Sensitivity of Simulated Capacity to Modification of VISSIM Driver Behavior Parameters. **Transportation Research Record**. Dallas, p. 102-110. jan. 2006.

MAIA, Ana Cecília Lima. **Avaliação do Sistema de Transporte Público de Passageiros do Campus do Pici**. 2010. 83 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

MARCONI M. A.; LAKATOS E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5ª edição. São Paulo: Atlas S. A., 2003.

MARTÍN, Lisel Expósito. **Proposta Metodológica para Modelagem Microscópica de Interseções Semaforizadas Multimodais**. 2018. 203 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Transportes, Departamento de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

MAY, Adolf D.. **Traffic Flow Fundamentals**. New Jersey: Prentice-hall, 1990. 464 p.

MINISTÉRIO DAS CIDADES (Brasil). Secretaria de Transporte e da Mobilidade Urbana. **Gestão Integrada da Mobilidade Urbana**. Brasília: Finatec, 2006. 164 p.

NUNES, Juliana Lopes; JACQUES, M. A. P. . **Caracterização dos padrões de viagens para instituições de ensino superior**. In: XIX ANPET - Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2005, Recife. Panorama Nacional da Pesquisa em Transportes. Rio de Janeiro: ANPET, 2005. v. 1. p. 780-791.

PARRA, Marsela Caipa. **Gerenciamento da Mobilidade em Campi Universitários: Problemas dificuldades e possíveis soluções no caso da Ilha do Fundão - UFRJ**. 2006. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

PERON, Luciano. **Contribuição Metodológica para Aplicação de Prioridade Semafórica Condicional em Corredores de Ônibus**. 2015. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Transportes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

PTV. **PTV VISSIM 11 User Manual**. Karlsruhe: PTVGroup, 2018.

SOARES, Fernanda Duarte Peixoto. **Proposta Metodológica de Compreensão da Problemática das Relações entre Uso do Solo e Transportes no Planejamento Urbano Integrado**. 2014. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

SOUSA, Vanessa Vieira de. **Uso da Simulação Microscópica Para a Avaliação do Tempo de Viagem de Sistemas de Transporte Público por Ônibus em Corredores de Tráfego Misto**. 2016. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Transportes, Departamento de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. **Highway Capacity Manual**. Washington DC: National Research Council, 2000.

TRIOLA, Mario F.. **Introdução à Estatística**. Nova York: Ltc Editora, 1999.

APÊNDICE A – RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES NO VISSIM

ATRASSO CENÁRIO 0

SIMRUN	TIMEINT	DELAYAVG(ALL)	DELAYAVG(30)	DELAOTOT(ALL)	DELAOTOT(30)
1	120-1800	5,94	89,53	4143,11	716,24
2	120-1800	8	71,24	5165,7	569,9
3	120-1800	6,48	81,85	4134,31	654,79
4	120-1800	5,81	91,3	3907,41	730,39
5	120-1800	6,07	85,24	3867,53	681,9
6	120-1800	6,06	77,29	4066,89	618,3
7	120-1800	5,43	76,41	3493,81	611,26
8	120-1800	6,29	94,7	4303,99	757,6
9	120-1800	6,1	83,62	4442,74	668,96
10	120-1800	5,57	79,51	3684,01	636,1
AVG	120-1800	6,18	83,07	4120,95	664,54
STDDEV	120-1800	0,71	7,32	462,62	58,53
MIN	120-1800	5,43	71,24	3493,81	569,9
MAX	120-1800	8	94,7	5165,7	757,6

Fonte: elaborada pela autora.

HEADWAY CENÁRIO 0

SIM. 1	SIM. 2	SIM. 3	SIM. 4	SIM. 5	SIM. 6	SIM. 7	SIM. 8	SIM. 9	SIM. 10
317,4	334,8	333,5	314,7	284,4	301	304,7	324,2	263,5	312,2
323,9	285,1	280,4	377,4	267,4	313,4	270,4	318,5	253,3	325,4
233,7	320,9	265,5	203,3	347,4	277,6	276,3	348,5	314,5	278,8

Fonte: elaborada pela autora.

TRAVEL TIME CENÁRIO 0

SIMRUN	TIMEINT	TRAVTM(ALL)	TRAVTM(30)	DISTTRAV(ALL)	DISTTRAV(30)
1	120-1800	336,72	632,32	3484,16	3484,16
2	120-1800	372,2	613,04	3484,16	3484,16
3	120-1800	348,31	615,88	3484,16	3484,16
4	120-1800	345,73	628,08	3484,16	3484,16
5	120-1800	352,9	620,22	3484,16	3484,16
6	120-1800	337,84	594,29	3484,16	3484,16
7	120-1800	342,6	601,79	3484,16	3484,16
8	120-1800	357,49	628,77	3484,16	3484,16
9	120-1800	343,76	628,5	3484,16	3484,16
10	120-1800	350,9	613,93	3484,16	3484,16
AVG	120-1800	348,85	617,68	3484,16	3484,16
STDDEV	120-1800	10,45	12,51	0	0
MIN	120-1800	336,72	594,29	3484,16	3484,16
MAX	120-1800	372,2	632,32	3484,16	3484,16

Fonte: elaborada pela autora.

ATRASSO CENÁRIO 1

SIMRUN	TIMEINT	DELAYAVG(ALL)	DELAYAVG(30)	DELAOTOT(ALL)	DELAOTOT(30)
1	120-1800	6,36	78,3	4453,54	783,01
2	120-1800	8,23	67,01	5330,39	670,06
3	120-1800	7,03	84,81	4501,46	848,11
4	120-1800	6,14	84,79	4142,41	847,95
5	120-1800	6,26	79,63	4002,72	796,28
6	120-1800	6,26	77,77	4210,89	777,66
7	120-1800	5,84	81,73	3764,87	817,31
8	120-1800	6,18	86,54	4238,16	865,41
9	120-1800	6,8	83,1	4963,28	831,03
10	120-1800	6,03	80,46	3996,69	804,62
AVG	120-1800	6,51	80,41	4360,44	804,14
STDDEV	120-1800	0,7	5,55	475,23	55,47
MIN	120-1800	5,84	67,01	3764,87	670,06
MAX	120-1800	8,23	86,54	5330,39	865,41

Fonte: elaborada pela autora.

HEADWAY CENÁRIO 1

SIM. 1	SIM. 2	SIM. 3	SIM. 4	SIM. 5	SIM. 6	SIM. 7	SIM. 8	SIM. 9	SIM. 10
224,5	285,6	257,9	245,7	236,1	230,7	259,2	286,1	196,9	273,1
252	214,6	231,6	268,2	222,9	265,3	224	202,3	246,7	253,8
226,8	255,5	249,4	214,6	267	229,2	202,6	256,2	233,5	214
259,5	213,3	232,1	234,4	197,1	221,7	297,5	258,3	220,6	239,8
0	28,8	0	0	0	0	0	0	0	0
0									

Fonte: elaborada pela autora.

TRAVEL TIME CENÁRIO 1

SIMRUN	TIMEINT	TRAVTM(ALL)	TRAVTM(30)	DISTTRAV(ALL)	DISTTRAV(30)
1	120-1800	623,48	623,48	3520,94	3520,94
2	120-1800	577,27	577,27	3520,94	3520,94
3	120-1800	621,61	621,61	3520,94	3520,94
4	120-1800	618,16	618,16	3520,94	3520,94
5	120-1800	617,95	617,95	3520,94	3520,94
6	120-1800	601,48	601,48	3520,94	3520,94
7	120-1800	619,12	619,12	3520,94	3520,94
8	120-1800	624,69	624,69	3520,94	3520,94
9	120-1800	634,37	634,37	3520,94	3520,94
10	120-1800	611,91	611,91	3520,94	3520,94
AVG	120-1800	615	615	3520,94	3520,94
STDDEV	120-1800	15,76	15,76	0	0
MIN	120-1800	577,27	577,27	3520,94	3520,94
MAX	120-1800	634,37	634,37	3520,94	3520,94

Fonte: elaborada pela autora.

ATRASO CENÁRIO 2

SIMRUN	TIMEINT	DELAYAVG(ALL)	DELAYAVG(30)	DELAYTOT(ALL)	DELAYTOT(30)
1	120-1800	5,6	112,46	3895,54	674,76
2	120-1800	5,9	108,93	3799,24	653,55
3	120-1800	5,59	114,58	3557,63	687,45
4	120-1800	6,03	119,22	4043,01	715,34
5	120-1800	5,28	115,22	3354,58	691,3
6	120-1800	6,39	118,59	4276,55	711,57
7	120-1800	5,28	111,84	3385,67	671,05
8	120-1800	6,12	120,3	4171,3	721,83
9	120-1800	6,86	117,3	4977,67	703,81
10	120-1800	5,26	111,97	3465,65	671,83
AVG	120-1800	5,83	115,04	3892,68	690,25
STDDEV	120-1800	0,53	3,75	502,74	22,53
MIN	120-1800	5,26	108,93	3354,58	653,55
MAX	120-1800	6,86	120,3	4977,67	721,83

Fonte: elaborada pela autora.

HEADWAY CENÁRIO 2

SIM. 1	SIM. 2	SIM. 3	SIM. 4	SIM. 5	SIM. 6	SIM. 7	SIM. 8	SIM. 9	SIM. 10
285,3	367,2	290,3	285,3	367,2	290,3	294,8	295,1	308	270,4
346,5	248,6	302,3	346,5	248,6	302,3	357,9	254,7	318,3	239,3
242,4	304,6	273,8	242,4	304,6	273,8	245,2	368,9	290,1	291,6

Fonte: elaborada pela autora.

TRAVEL TIME CENÁRIO 2

SIMRUN	TIMEINT	TRAVTM(ALL)	TRAVTM(30)	DISTTRAV(ALL)	DISTTRAV(30)
1	120-1800	821,32	821,32	4981,08	4981,08
2	120-1800	825,06	825,06	4981,08	4981,08
3	120-1800	816,52	816,52	4981,08	4981,08
4	120-1800	821,32	821,32	4981,08	4981,08
5	120-1800	825,06	825,06	4981,08	4981,08
6	120-1800	816,52	816,52	4981,08	4981,08
7	120-1800	812,18	812,18	4981,08	4981,08
8	120-1800	817,16	817,16	4981,08	4981,08
9	120-1800	800,29	800,29	4981,08	4981,08
10	120-1800	806,18	806,18	4981,08	4981,08
11	120-1800	814,92	814,92	4981,08	4981,08
12	120-1800	827,12	827,12	4981,08	4981,08
13	120-1800	806,04	806,04	4981,08	4981,08
AVG	120-1800	816,13	816,13	4981,08	4981,08
STDDEV	120-1800	8,19	8,19	0	0
MIN	120-1800	800,29	800,29	4981,08	4981,08
MAX	120-1800	827,12	827,12	4981,08	4981,08

Fonte: elaborada pela autora.

ANEXO A – TABELAS HORÁRIAS DAS LINHAS DE ÔNIBUS DO PICI

SINDI		Sindiônibus		Sindicato das Empresas de Transporte de Passageiros do Estado do Ceará		Horários das tabelas		07/08/2019 17:44:46		8014		
Controle Operacional										Tipo de dia: Útil		
Linha: 020 Campus do Pici										Classe: Semi		
Posto: 411 Humberto Monte Sul/R M Filho										Tipo PRG: normal		
PRÓX: 043 Armando Farias/R Proença										Vigência: 05/08/2019		
Hr.C	Hr.S	Emp	Tab	Tp.H	Carro	Dif.	Hr.C	Hr.S	Emp	Tab	Tp.H	Carro
	06:00	20	1	E			09:25	09:25	21	4	S	
	06:08	67	2	E			09:31	09:31	67	2	S	
06:14	06:16	20	1	S			09:36	09:36	36	3	S	
06:22	06:24	67	2	S			09:41	09:41	21	4	S	
06:30	06:30	20	1	S			09:47	09:47	67	2	S	
	06:35	36	3	E			09:52	09:55	36	3	S	
06:39	06:41	67	2	S			09:57		21	4	R	
06:46	06:46	20	1	S			10:03	10:03	67	2	S	
06:51	06:51	36	3	S			10:11	10:11	36	3	S	
06:57	06:57	67	2	S			10:19		67	2	R	
07:02	07:02	20	1	S			10:27		20	1	E	
07:07	07:07	36	3	S			10:27		36	3	P	
07:13	07:13	67	2	S			10:43	10:43	20	1	S	
07:18	07:18	20	1	S			10:59	10:59	20	1	S	
07:23	07:23	36	3	S			11:15	11:15	20	1	S	
07:29	07:29	67	2	S			11:31	11:31	20	1	S	
07:34	07:34	20	1	S			11:39	11:39	36	3	E	
07:39	07:39	36	3	S			11:47	11:47	20	1	S	
	07:43	21	4	E			11:55	11:55	36	3	S	
07:45	07:47	67	2	S			12:03	12:03	20	1	S	
07:50	07:51	20	1	S			12:12	12:12	36	3	S	
07:55	07:55	36	3	S			12:21	12:21	20	1	S	
07:59	07:59	21	4	S			12:30	12:30	36	3	S	
08:03	08:03	67	2	S			12:39	12:39	20	1	S	
08:07	08:07	20	1	S			12:48	12:48	36	3	S	
08:11	08:11	36	3	S			12:57	12:57	20	1	S	
08:15	08:15	21	4	S			13:06	13:06	36	3	S	
08:19	08:19	67	2	S			13:15	13:15	20	1	S	
08:23	08:23	20	1	S			13:24	13:24	36	3	S	
08:27	08:28	36	3	S			13:33	13:33	20	1	S	
08:31	08:33	21	4	S			13:42	13:42	36	3	S	
08:35	09:15	67	2	L			13:51	13:51	20	1	S	
08:39	08:39	20	1	S			14:00	14:00	36	3	S	
08:44	08:45	36	3	S			14:09	14:09	20	1	S	
08:49	08:53	21	4	S			14:18		36	3	P	
08:55		20	1	P			14:27	14:27	20	1	S	
09:01	09:01	36	3	S			14:45	14:45	20	1	S	
09:09	09:09	21	4	S			15:03	15:03	20	1	S	
	09:15	67	2	S			15:21		20	1	P	
09:17	09:20	36	3	S			15:21	15:21	36	3	E	

SINDI		Sindiônibus		Sindicato das Empresas de Transporte de Passageiros do Estado do Ceará		Horários das tabelas		07/08/2019 17:44:50		8014		
Controle Operacional										Tipo de dia: Útil		
Linha: 020 Campus do Pici										Classe: Semi		
Posto: 411 Humberto Monte Sul/R M Filho										Tipo PRG: normal		
PRÓX: 043 Armando Farias/R Proença										Vigência: 05/08/2019		
Hr.C	Hr.S	Emp	Tab	Tp.H	Carro	Dif.	Hr.C	Hr.S	Emp	Tab	Tp.H	Carro
21:30	21:30	20	1	S								
21:39	21:39	67	2	S								
21:48	21:48	20	1	S								
21:57	21:57	67	2	S								
22:06	22:06	20	1	S								
22:13	22:14	67	2	S								
22:20	22:21	20	1	S								
22:28		67	2	R								
22:33		20	1	R								

Sindionibus														07/08/2019 17:43:59				
SINDI ONIBUS														8014				
Sindicato das Empresas de Transporte de Passageiros do Estado do Ceará																		
Horários das tabelas																		
Controle Operacional																		
Tipo de dia: Útil																		
Linha: 020 Campus do Picl																		
Classe: Semi																		
Posto: 043 Armando Farias/R Proença																		
Tipo PRG: normal																		
PRÓX: 411 Humberto Monte Sul/R M Filho																		
Vigência: 05/08/2019																		
Hr.C	Hr.S	Emp	Tab	Tp.H	Carro	Dif.	Hr.C	Hr.S	Emp	Tab	Tp.H	Carro	Hr.C	Hr.S	Emp	Tab	Tp.H	Carro
06:07	06:07	20	1	S			09:44	09:44	36	3	S		17:09	17:09	20	1	S	
06:15	06:15	67	2	S			09:49	09:49	21	4	S		17:18	17:18	36	3	S	
06:23	06:23	20	1	S			09:55	09:55	67	2	S		17:27	17:27	20	1	S	
06:31	06:31	67	2	S			10:03	10:03	36	3	S		17:36	17:36	36	3	S	
06:38	06:38	20	1	S			10:11	10:11	67	2	S		17:45	17:45	20	1	S	
06:43	06:43	36	3	S			10:19	10:19	36	3	S		17:54	17:54	36	3	S	
06:49	06:49	67	2	S			10:35	10:35	20	1	S		18:03	18:03	20	1	S	
06:54	06:54	20	1	S			10:51	10:51	20	1	S		18:12	18:12	36	3	S	
06:59	06:59	36	3	S			11:07	11:07	20	1	S		18:21	18:21	20	1	S	
07:05	07:05	67	2	S			11:23	11:23	20	1	S		18:30	18:30	36	3	S	
07:10	07:10	20	1	S			11:39	11:39	20	1	S		18:39	18:39	20	1	S	
07:15	07:15	36	3	S			11:47	11:47	36	3	S		18:48	18:48	36	3	S	
07:21	07:21	67	2	S			11:55	11:55	20	1	S		18:57	18:57	20	1	S	
07:26	07:26	20	1	S			12:03	12:03	36	3	S		19:09	19:09	36	3	S	
07:31	07:31	36	3	S			12:12	12:12	20	1	S		19:21	19:21	67	2	S	
07:37	07:37	67	2	S			12:21	12:21	36	3	S		19:33	19:33	20	1	S	
07:42	07:42	20	1	S			12:30	12:30	20	1	S		19:42	19:42	36	3	S	
07:47	07:47	36	3	S			12:39	12:39	36	3	S		19:51	19:51	20	1	S	
07:51	07:51	21	4	S			12:48	12:48	20	1	S		20:00	20:00	36	3	S	
07:55	07:55	67	2	S			12:57	12:57	36	3	S		20:09	20:09	20	1	S	
07:59	07:59	20	1	S			13:06	13:06	20	1	S		20:18	20:18	67	2	S	
08:03	08:03	36	3	S			13:15	13:15	36	3	S		20:27	20:27	20	1	S	
08:07	08:07	21	4	S			13:24	13:24	20	1	S		20:36	20:36	67	2	S	
08:11	08:11	67	2	S			13:33	13:33	36	3	S		20:45	20:45	20	1	S	
08:15	08:15	20	1	S			13:42	13:42	20	1	S		20:54	20:54	67	2	S	
08:19	08:19	36	3	S			13:51	13:51	36	3	S		21:03	21:03	20	1	S	
08:23	08:23	21	4	S			14:00	14:00	20	1	S		21:12	21:12	67	2	S	
08:27	08:27	67	2	S			14:09	14:09	36	3	S		21:21	21:21	20	1	S	
08:31	08:31	20	1	S			14:18	14:18	20	1	S		21:30	21:30	67	2	S	
08:36	08:36	36	3	S			14:36	14:36	20	1	S		21:39	21:39	20	1	S	
08:41	08:41	21	4	S			14:54	14:54	20	1	S		21:48	21:48	67	2	S	
08:47	08:47	20	1	S			15:12	15:12	20	1	S		21:57	21:57	20	1	S	
08:53	08:53	36	3	S			15:30	15:30	36	3	S		22:06	22:06	67	2	S	
09:01	09:01	21	4	S			15:48	15:48	36	3	S		22:13	22:13	20	1	S	
09:09	09:09	36	3	S			16:06	16:06	36	3	S		22:21	22:21	67	2	S	
09:17	09:17	21	4	S			16:24	16:24	36	3	S		22:27	22:27	20	1	S	
09:23	09:23	67	2	S			16:33	16:33	20	1	S							
09:28	09:28	36	3	S			16:42	16:42	36	3	S							
09:33	09:33	21	4	S			16:51	16:51	20	1	S							
09:39	09:39	67	2	S			17:00	17:00	36	3	S							

Fonte: Etufor (2019).

HORÁRIOS ÔNIBUS INTRACAMPUS IEFES - PARADA IEFES - 2019.2			
07:20 (NUTEC) *	11:10	14:15	18:00
07:30	11:25	14:30	18:15
07:45	11:40	15:00	18:30
08:00	12:05	15:30	19:00
08:15	12:20	16:00	19:30
09:00	12:40	16:30	20:00
09:30	13:00	17:00	20:30
10:00	13:45	17:20	21:20
10:30	14:00	17:45	21:45
DIVISÃO DE TRANSPORTES - 3366-9552			
HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO 06:00 - 17:00			
* EMBARQUE NO NUTEC SENTIDO IEFES.			

Fonte: UFC Infra (2019).